

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ТЕХНИКУМОВ

В.А. БУТКОВСКИЙ

МУКОМОЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Издание 3-е, переработанное и дополненное

Допущено Министерством хлебопродуктов в качестве учебника для учащихся средних специальных учебных заведений системы хлебопродуктов



МОСКВА, ВО "АГРОПРОМИЗДАТ", 1990

ББК 36.822

Б93

УДК 664.71 (075.3)

Редактор А. В. Никитина

Рецензент инженер Н. И. Ганичев

Бутковский В. А.

Б93 Мукомольное производство. — М.: Агропромиздат, 1990. — 382 с.: ил. — (Учебники и учеб. пособия для техникумов).
ISBN 5 10-001774-0

Изложены требования, предъявляемые к построению технологического процесса, приведены схемы различных помолов, схемы производства макаронной муки. Рассказано об ассортименте вырабатываемой муки и об основном технологическом оборудовании. В третьем издании (второе вышло в 1983 г.) освещен опыт работы мукомольных заводов на комплектном оборудовании.

Для учащихся техникумов, обучающихся по специальности "Мукомольно-крупяное производство".

Б $\frac{3707040000 - 398}{035 (01) - 90}$ 255-90

ББК 36.822

ISBN 5-10-001774-0

© Издательство "Колос", 1983,
с изменениями
© ВО "Агропромиздат", 1990,
с изменениями

Современная аграрная политика партии направлена в первую очередь на решение в кратчайшие сроки продовольственной проблемы, что выдвигает ряд задач по дальнейшему развитию и совершенствованию всех отраслей АПК. Мукомольная промышленность является важным звеном этого комплекса, так как обеспечивает сырьем производство одного из основных продуктов питания людей — хлеба.

Мукомольная промышленность добилась значительных успехов, ее дальнейшее совершенствование неразрывно связано с широким использованием достижений науки и передовой практики. Технологический процесс переработки зерна в муку включает определенную совокупность методов, приемов и операций обработки зерновых продуктов для получения готовой продукции необходимого качества.

Современный мукомольный завод представляет собой сложное промышленное производство. Чтобы полнее использовать накопленный опыт производства муки, постоянно совершенствовать технику и технологию мукомольного производства, необходимо иметь специалистов, хорошо владеющих вопросами технологии производства, знающих сырье, оборудование, организацию и постановку технико-химического контроля, другие аспекты и особенности функционирования предприятий отрасли, а также способных решать производственные задачи на современном уровне.

В решении важнейшей ответственной задачи по переводу отрасли на интенсивный путь развития решающая роль принадлежит кадрам. Сегодняшний учащийся должен завтра стать квалифицированным организатором производства, активным проводником технического прогресса в отрасли. В условиях коренной перестройки управления экономикой дипломированному специалисту принадлежит особая роль.

Система хозяйственного расчета и самофинансирования предъявляет серьезные требования к уровню профессиональной подготовки кадров. Современный техник-технолог — это не только носитель определенной суммы знаний. Он должен уметь активно, самостоятельно и творчески действовать в различных производственных ситуациях. Именно это умение принимать ответственные решения с необходимой степенью риска определяет уровень квалификации специалиста.

Техника и технология переработки зерна от момента зарождения до создания современных мощных мукомольных заводов прошли дол-

гий и сложный путь развития. Понадобились многие тысячелетия, чтобы от примитивных орудий первобытного человека перейти к современным, полностью механизированным и электрифицированным предприятиям. Технология переработки зерна в муку отражала уровень развития производительных сил общества и господствовавших в нем производственных отношений.

Развитие мукомольной техники было важнейшим звеном в развитии ее в целом. Это легко объяснимо. Ведь первой и основной потребностью человека, как и всякого живого организма, является питание. Хлеб уже со времен оседлости являлся основной частью пищи человека, поэтому техника переработки зерна в муку всегда играла большую роль в развитии производительных сил общества. История развития машин может быть прослежена на истории развития мукомольной мельницы. С их рождением появилась и технология мукомольного производства.

Трудно точно определить, когда человек стал применять в пищу зерна хлебных растений. Историки и археологи считают, что первые шаги по использованию зерна связаны с появлением огня в жизни человека. Человек начал поджаривать зерна, готовить похлебку и кашу, а затем печь хлеб.

Первыми типами орудий для измельчения зерна были, несомненно, орудия ударного действия — ступа и пест. Это и понятно, так как человек в борьбе с природой в первую очередь познал значение и силу удара. Нужен был долгий период, прежде чем человек научился дробить зерно более эффективным способом — растиранием между двух камней путем возвратно-поступательного движения одного камня по другому.

Следующим, весьма важным этапом развития, стал период использования зернотерок, но уже не с прямолинейным, а с вращательным движением верхнего камня. Этим было положено начало существованию жернового постава, который в измененном виде сохранился до наших дней. Такой жернов приводился в движение руками. Дальнейшее совершенствование жернового постава шло в направлении увеличения его размеров, а следовательно, производительности и применения двигательной силы. Для этого использовали лошадей, волов, верблюдов. Применение воды и ветра в качестве двигательной силы относится к началу нашей эры. Ветряные мельницы, по-видимому, были впервые использованы на Востоке около 3 тыс. лет назад. В Европе они появились в X в.

Высокое искусство обработки камня, получившее распространение в XI–XIII вв., обусловило широкую возможность применения жернова в качестве измельчающей машины. Параллельно с усовершенствованием конструкции жерновов улучшился и сам процесс производства муки. Зерно перед размолотом начали очищать от примесей, а влажное зерно по возможности и сушить. Для отсева лучшей муки стали применять сита.

Изобретение паровой машины открыло широкие возможности совершенствования технологического процесса помола, так как значительная мощность паровых установок позволила увеличивать и развивать оборудование мельниц. Это способствовало модернизации существующих измельчающих машин и созданию новых конструкций, улучшающих процесс помола.

Важнейшая машина на мукомольном заводе – это машина, измельчающая зерно. До середины XIX в. такой машиной был жерновой постав. Первые попытки создать новую, отличную по принципу действия от жернова измельчающую машину были сделаны в 1822 г. механиком Марком Миллером. На рисунке 1 показан разрез этой машины со стальными вальцами.

В 1834 г. швейцарский инженер Зульцбергер успешно усовершенствовал вальцовый станок. Он предложил применять чугунные вальцы и внес другие изменения в конструкцию. Именно с этого времени вальцовый станок начинает вытеснять жернова.

Вехами на историческом пути развития мукомольного производства стало изобретение крупейки (1807 г.), триера (1845 г.), рассева (1887 г.). В конце XIX в. появились новые конструкции сепараторов, аспираторов, обоечных и щеточных машин и т. д. На рисунке 2 показан кроватный рассев, изобретенный в 1901 г. крупчатником М. И. Хлопиным.

Паровая машина и вальцовый станок стимулировали промышленное развитие мукомольного производства. Внедрение парового двигателя сыграло большую роль в развитии мельниц на новой технической

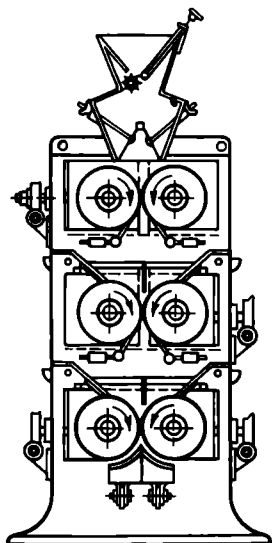
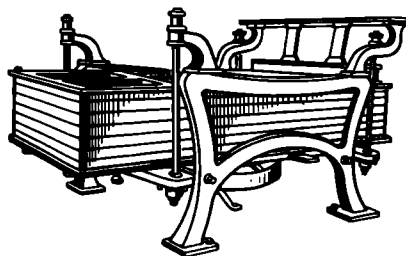


Рис. 1. Вальцовый станок конструкции Миллера

Рис. 2. Кроватный рассев конструкции Хлопина



основе, а вальцовый станок явился основным стержнем обновления и развития способов измельчения и означал поворотный пункт в технологии производства муки. В 1736 г. в Англии начали строить многоэтажные паровые мельницы. В России первая паровая мельница была построена в 1818 г. Уже в 1892 г. в европейской части России насчитывалось более 300 паровых мельниц.

Рост городов вызвал усиленный спрос населения на сортовую белую муку. Новые мукомольные заводы стали строить с непрерывным процессом производства, при котором промежуточные продукты распределялись по машинам не вручную ("мешковые" мельницы), а самоходом, с использованием в качестве внутризаводского транспорта шнеков и норий. Это было шагом вперед, так как улучшало построение технологического процесса и условия труда рабочих.

Расширение зернового производства в России в конце XVIII — начале XIX в. дало толчок развитию товарного мукомолья. С развитием железнодорожной сети начинается строительство мельниц в Поволжье и на Украине, в главных районах производства зерна. Здесь товарное мукомолье вырастает в важную фабрично-заводскую отрасль промышленности.

Кроме Поволжья и Украины, важнейшими районами мукомолья становятся Северный Кавказ, Урал и Западная Сибирь. Ассортимент муки, вырабатываемой мельницами, был довольно широк. Многообразие сортов обуславливалось главным образом жесточайшей конкуренцией между владельцами мельниц, которые старались выпускать свои сорта муки.

В результате резкого упадка в период первой мировой войны всей экономики царской России мукомольная промышленность к моменту Октябрьской революции находилась в тяжелом положении. Импорт мельничного оборудования прекратился, отечественное машиностроение не обеспечивало выпуск мельничных и крупных машин. В связи с этим уже с первых же дней установления Советской власти партия и правительство принимали меры, направленные на восстановление и развитие мукомольного производства. Декретом от 28 июня 1918 г. была объявлена национализация крупных предприятий, в том числе и мельниц.

Накануне первой пятилетки начинается концентрация товарного мукомолья и к концу 1928 г. в Советском Союзе сосредоточиваются 484 мельницы производительностью около 36 тыс. т муки в сутки. Сосредоточение товарного мукомолья положило начало организации мукомольно-крупяного производства на уровне требований, обеспечивающих снабжение страны мукой и крупой.

На мельницах был введен предельно крупный помол, который получил широкое распространение в 1920 г. Этот помол представлял собой обойный помол пшеницы и ржи на четырех драных системах с применением металлотканых сит.

Рост зернового производства в результате восстановления сельско-

го хозяйства после гражданской войны положительно сказался и на развитии мукомольного производства, валовая продукция которого уже в 1925–1926 гг. значительно превышала довоенный уровень.

Созданное в 1922 г. акционерное общество "Хлебопродукт" сыграло большую роль в улучшении работы переданных ему мукомольных предприятий. В 1923 г. на крупных мельницах были введены двух- и четырехсортные помолы с общим выходом 75 %. Кроме перестройки в управлении, были проведены важные организационные мероприятия. Так, впервые в 1924–1925 гг. был введен стандарт на типы помолов и качество муки (табл. 1).

1. Выход, ассортимент и зольность муки при четырехсортном помоле пшеницы

Сорт	Выход, %	Зольность (%) муки с клеймом		Сорт	Выход, %	Зольность (%) муки с клеймом	
		красным	голубым			красным	голубым
I	10	0,50	0,56	III	20	1,10	1,20
II	35	0,60	0,62	IV	10	2,50	2,50

Концентрация товарного мукомолья, начатая накануне первой пятилетки, полностью закончилась к 1930-му. В 1932 г. большая часть действующих мельниц была реконструирована, в результате чего резко возросла их суточная производительность. Мельницы оснащались более производительным зерноочистительным оборудованием, моечными машинами для зерна, кроватные рассевы и бураты были заменены самобалансирующими и т. д. Для приближения мукомольной промышленности к производящим и потребляющим районам страны в 1938 г. по решению правительства было начато строительство мельниц на востоке.

Во время Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) мукомольной промышленности был нанесен большой урон. Первым крупным организационным мероприятием послевоенного периода была разработка перспективного плана восстановления и развития каждого предприятия в течение 1946–1950 гг. Серьезной реконструкции в послевоенный период было подвергнуто силовое хозяйство, причем основой реконструкции была электрификация мукомольных предприятий.

В эти же годы была разработана и внедрена более совершенная технология сортовых помолов с повышенным выходом муки высоких сортов при сохранении общего выхода.

Важным шагом в развитии мукомольной промышленности в последние годы было внедрение пневматического внутризаводского транспорта вместо механического. Кроме реконструкции действующих мельниц, были построены новые зерноперерабатывающие предприятия. На-

чалось широкое внедрение высокoэкономичного способа бестарного хранения и перевозки муки, применение пакетоформирующих машин для механизированной укладки продукции в штабеля. В Российской Федерации уже к концу пятилетки оно возросло почти до 3 млн. т. В 1975 г. бестарным способом хранили несколько миллионов тонн муки. В 1976–1980 гг. основной задачей мукомольного производства было резкое увеличение производства муки высоких сортов. В одиннадцатой и двенадцатой пятилетках осуществлялась широкая программа технического перевооружения мукомольной промышленности на базе комплектного высокопроизводительного оборудования.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Производственный процесс переработки зерна в муку на мукомольных заводах зависит от следующих основных факторов: качества зерна, поступающего в переработку; степени совершенства технологического процесса; качества и состояния технологического оборудования. Решающее значение для оценки качества зерна как сырья для мукомольной промышленности имеют его технологические – мукомольные и хлебопекарные свойства. Технологические свойства зерна характеризуются количественными и качественными показателями и определяют эффективность его переработки.

Мукомольные свойства выявляются в процессе переработки зерна в муку и определяются следующими показателями: общим выходом муки и ее средневзвешенным качеством, выходом и качеством муки высоких сортов (муки высшего сорта с манной крупой и первого сорта), количеством извлеченных крупок и дунстов, степенью вымалываемости оболочек, расходом энергии на выработку 1 т муки. Эти показатели находятся в прямой зависимости от свойств самого зерна – стекловидности, влажности, зольности, прочности, твердости, выравненности, натуры и др.

§ 2. МУКОМОЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И РЖИ

Мукомольные свойства зерна в значительной степени характеризуются содержанием эндосперма, количество которого в пшенице колеблется от 74 до 85 %, во ржи – от 75 до 79 % (табл. 2). Мукомольные свойства зерна определяют опытными помолами, которые проводят в лабораторной мельнице.

2. Относительное содержание составных частей зерна пшеницы и ржи, %

Части зерна	Пшеница	Рожь
Эндосперм	74...85	75...79
Оболочки:		
плодовые	4,2...6,3	4,8...5,5
семенные	3,1...4,8	1,9...2,8
Алейроновый слой	6,0...10,5	10,0...13,0
Зародыш	1,43...3,14	3,4...4,0

Качество зерна, направляемого на переработку в муку, оценивают по следующим показателям:

обязательным общим — характеризуют свежесть, или здоровье, зерна (вкус, запах, цвет) и его состояние (зараженность вредителями хлебных запасов, влажность, содержание примесей). По этим показателям судят о стойкости зерна при хранении, возможности его использования, необходимости обработки и режимах. Такие показатели зерна определяют независимо от целевого назначения;

обязательным специфическим — характеризуют технологические достоинства зерна. Это типовой состав, натура, крупность и выравненность, стекловидность, количество и качество клейковины, зольность и др.;

дополнительным — определяют в случае необходимости или по особому указанию (плотность, прочность, полный химический состав или содержание отдельных веществ, например белков, активность ферментов, количественный и качественный состав микрофлоры, остаточное содержание фумигантов в зерне после его газации и др.).

Все методы определения показателей качества зерна стандартизированы. Качество зерна устанавливают в лабораторных условиях органолептически или с применением различных приборов и устройств. Органолептически определяют цвет, запах и вкус зерна.

В лабораторных условиях с применением приборов определяют зольность, стекловидность, влажность, крупность, выравненность, натуру, плотность, прочность, зараженность вредителями хлебных запасов, количество и качество клейковины и др.

Зольность. Это количество золы, образовавшейся в результате сжигания навески зерна или муки, выраженное в процентах к массе навески. Зола образуется как из неорганических, так и из органических веществ зерна (белков, фосфатидов и др.). Она состоит из окислов и солей различных минеральных элементов, входящих в состав зерна: калия, фосфора, натрия, кальция, магния и др., причем на долю фосфора приходится около 60 %, а на долю калия — около 30 % золы.

Зольность зерна колеблется в зависимости от сортовых особенностей и почвенно-климатических условий его произрастания, причем у различных анатомических частей зерна она неодинакова. Наибольшую зольность имеют оболочки и алейроновый слой, наименьшую — эндосперм (табл. 3), поэтому при прочих равных условиях зольность выполненного зерна всегда ниже, чем щуплого. Части зерна, имеющие высокое содержание минеральных веществ, содержат также наибольшее количество клетчатки и гемицеллюлоз, ухудшающих товарный вид муки.

Зольность является важным показателем мукомольных свойств зерна, так как по ее содержанию можно косвенно судить о качестве промежуточных и конечных продуктов переработки. Зольность имеет большое значение для контроля полноты отделения оболочки от эндо-

3. Зольность зерна и его частей, % на сухое вещество*

Зерно и его части	Зольность, %		
	максимальная	минимальная	средняя
Зерно	2,03	1,81	1,95
Эндосперм	0,51	0,28	0,46
Оболочки с алейроновым слоем	9,83	7,54	8,49
Зародыш	6,08	5,11	5,98

*Данные по пятнадцати образцам мягкой пшеницы.

сперма и оценки качества муки. Задача технолога так построить технологический процесс, чтобы из зерна получить муку по зольности не выше установленных норм, а средневзвешенную зольность всей муки приблизить к зольности эндосперма.

В низкозольном зерне хорошо развит эндосперм. Такое зерно в мукомольной промышленности ценится выше — при его переработке выход сортовой муки возрастает. Так как зольность муки зависит от зольности исходного сырья, зольность входит в группу показателей, используемых для расчета выходов готовой продукции.

Для зерна пшеницы и ржи базисная зольность 1,97 %. За каждую 0,01 % зольности зерна пшеницы выше базисной нормы при сортовых помолах выход муки уменьшается на 0,18 %, при обойных помолах пшеницы и ржи и сортовых помолах ржи — на 0,20 %. Одновременно на эту же величину увеличивается выход отрубей.

Однако, учитывая колебания зольности зерна и его частей в зависимости от различных факторов, можно сказать, что зольность лишь приблизительно отражает действительное соотношение эндосперма и оболочек и не дает полного представления о качестве зерна и муки. Поэтому расчеты выходов готовой продукции по зольности не являются точными. Правильнее было бы судить о соотношении частей зерна по содержанию крахмала, входящего только в состав эндосперма, или клетчатки и гемицеллюлоз, а также по цвету получаемой муки. Очевидно, если будут найдены быстрые и точные методы определения содержания этих веществ, показатель зольности потеряет свое значение. На некоторых мукомольных заводах уже применяют для контроля технологического процесса экспрессный и более объективный метод определения белизны и цвета муки на специальном приборе.

Зольность рассчитывают в процентах на сухое вещество по формуле

$$X = \frac{m_3 \cdot 100 \cdot 100}{m_n (100 - w)},$$

где m_3 — масса золы, г; m_n — масса навески размолотого зерна, г; w — влажность размолотого зерна, %.

Стекловидность. Это важный показатель качества, с которым связаны технологические свойства зерна, режимы подготовки к помолу и измельчению. Зерно бывает стекловидным, полустекловидным и мучнистым.

Стекловидными называют такие зерна, которые слабо преломляют луч света и при просвечивании кажутся прозрачными. Мучнистые зерна при рассмотрении на свету непрозрачны, при просвечивании кажутся темными. В разрезе белые. Между этими двумя резко различными формами встречаются зерна частично стекловидные. Стекловидность характеризует определенные структурно-механические свойства зерна, и в первую очередь его твердость, что отражается на измельчении и формировании промежуточных продуктов как по количеству, так и по качеству.

Стекловидность характеризует степень связи белковых веществ с крахмальными зёрнами. В стекловидной пшенице белок более тесно связан с крахмальными зёрнами (прикрепленный белок), его труднее отделить. В зерне с мучнистым эндоспермом больше промежуточного белка, который при размоле довольно легко высвобождается. Именно поэтому зерно со стекловидным эндоспермом обладает большей механической прочностью, что дает возможность лучше организовать процесс его переработки. Стекловидное зерно при определенных режимах подготовки легче вымалывается и дает больший выход крупок, чем мучнистое (табл. 4).

4. Ориентировочные показатели извлечения крупок, дунстов и муки

Продукты, получаемые в драном процессе	Группа стекловидности пшеницы, %		
	свыше 60	40...60	ниже 40
Крупки (крупные, средние, мелкие) первого качества	54,0	50,0	46,0
Дунст (I...IV драные системы)	12,0	14,0	16,0
Итого крупок и дунста	66,0	64,0	62,5
Мука	11,0	13,0	15,0
Итого извлечение продуктов с трех драных систем	77,0	77,0	77,0

Группы стекловидности мягкой пшеницы учитывают при размещении зерна на хранение, а также при формировании помольных партий и определении режимов гидротермической обработки зерна. Стекловидность влияет также на удельный расход электроэнергии при измельчении зерна (табл. 5).

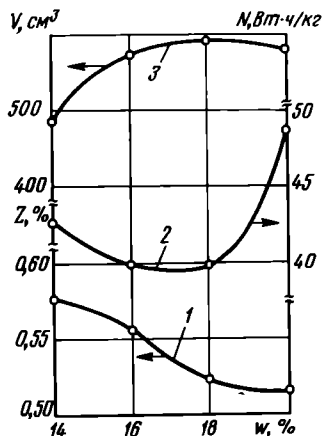
Влажность. Имеет большое значение как при хранении зерна, так и при его переработке. Количественное содержание, состояние и характер взаимодействия влаги с частями зерна оказывают существенное влияние на его технологические свойства (рис. 3).

Рис. 3. Влияние влажности пшеницы на ее технологические свойства (по Г. А. Егорову):

1 — зольность муки 70 %-ного выхода; 2 — удельный расход энергии; 3 — объемный выход хлеба

С учетом стойкости при хранении, а также возможности переработки установлено четыре состояния зерна по влажности (табл. 6).

Влажность зерновой смеси обуславливает и ее гигроскопичность, т. е. способность поглощения и отдачи влаги, зависящую от физических, технологических свойств и химического состава зерна, а также от термодинамических



5. Зависимость энергетических показателей предприятия от стекловидности пшеницы (по Л. Е. Айзиковичу)

Показатель	Стекловидность, %		
	25	33	56
Производительность мукомольного завода (трехсортный помол), т/сут	119	112	109
Потребная мощность на измельчение продуктов вальцовыми станками (без учета холостого хода), кВт	24,8	27,6	31,8
Расход электроэнергии на выработку 1 т продукции, кВт·ч	57,6	59,5	64,5

6. Состояние зерна по влажности

Состояние зерна	Влажность	Состояние зерна	Влажность
Сухое	До 14 % включительно	Влажное	Свыше 15,5 до 17 % включительно
Средней сухости	Свыше 14 до 15,5 % включительно	Сырое	Свыше 17 %

условий окружающей среды. Существенное влияние на влажность зерна пшеницы оказывают относительная влажность воздуха и его температура. Так, при относительной влажности воздуха 40 % равновесная влажность, например, пшеницы при температуре -10°C составляет 11,6 %, а при 80 % при той же температуре — 17,1 %. При гидротермической обработке зерна пшеницы вода в оболочках с разви-

той капиллярной системой выступает как пластификатор, способствуя нарастанию пластических деформаций и, следовательно, усилению прочности и вязкости оболочек. Проникание воды в эндосперм снижает его прочность.

При переработке зерна повышенной влажности (15,5...16,5 %) значительно улучшается качество муки, но снижается производительность мукомольного оборудования и увеличивается расход электроэнергии на выработку муки. Зерно влажностью свыше 18 % практически размолот в муку невозможно. При переработке зерна влажностью менее 15 % его оболочки легко деформируются, дробятся и, попадая вместе с частицами эндосперма в муку, резко ухудшают ее качество. Поэтому увлажнению зерна в мукомольном производстве уделяют большое внимание. Особенно важное значение в технологии мукомольного производства имеет создание дифференцированной влажности частей зерна, т. е. создание таких условий, когда влажность оболочек значительно превышает влажность эндосперма, что создает предпосылки для более полного их отделения с целью улучшения ассортимента и качества продукции.

Крупность. О крупности зерна дают представление его линейные размеры (табл. 7).

7. Размеры (мм) зерна пшеницы и ржи

Культура	Толщина	Ширина	Длина
Пшеница	1,6...3,8	1,8...4,0	4,8...8,6
Рожь	1,0...3,4	1,4...3,4	5,0...9,8

Из трех линейных размеров мукомольные свойства в наибольшей степени характеризует толщина зерна. Чем больше эта величина, тем лучше его мукомольные свойства. Зерно округлой формы и выполненное при прочих равных условиях имеет лучшие мукомольные свойства, чем зерно граненой формы с заостренными краями. Определение крупности зерна и содержания отдельных фракций по величине в партии зерна необходимо для подбора сит и размера ячеек в зерноочистительных машинах.

Пшеницу делят на крупную, среднюю и мелкую фракции, полученные сходом, на ситах с отверстиями следующих размеров (мм) :

2,8 × 20 крупная фракция
 2,2 × 20 средняя "
 1,7 × 20 мелкая

Если количество зерен крупной и средней фракций в зерновой массе составляет не менее 85 %, то зерно считается однородным. Проход через сито с отверстиями размером 1,7 × 20 мм показывает наличие в зерновой массе неполноценных зерен (щуплых, недоразвитых и т. д.), харак-

теризирующихся высоким содержанием оболочек и, следовательно, пониженным содержанием эндосперма. Поэтому при увеличении прохода через это сито на 1 % расчетный выход муки уменьшают на 0,5 % при сортовых помолах и 0,3 % при обойном помоле.

Выравненность. Под выравненностью зерна понимают однородность партии зерна по крупности. Выравненное зерно легче очистить от примесей, так как нетрудно подобрать сита с отверстиями соответствующих размеров в сепарирующих машинах, размер ячеек в триерах, скорость воздушного потока в аспирационных машинах и отрегулировать рабочие зазоры в измельчающих машинах. Выравненность зерна имеет большое значение при измельчении пшеницы и продуктов размола в вальцовых станках. Выравненность зерна значительно влияет на выход и качество продуктов измельчения пшеницы и ржи. Для достижения выравненности зерновой массы на мукомольных заводах зерно сортируют по крупности с выделением фракции мелких зерен, которые используют на кормовые цели.

Содержание мелких зерен определяют по стандарту, просеивая навески зерна массой 50 г на сите для пшеницы с отверстиями размером 1,7 X 20 мм, для ржи — 1,4 X 20 мм.

Натура и плотность. Натура — это один из наиболее важных показателей качества зерна. Под натурой понимают массу 1 л зерна, выраженную в граммах. Чем выше этот показатель, тем лучше мукомольные свойства зерна, тем меньше в зерне содержится оболочек и больше эндосперма. Однако на величину натуры влияют форма зерна, характер поверхности, влажность, характер и количество примесей, выравненность и температура. Зерна округлой формы укладываются плотнее, чем удлинённые. Плотность укладки зерен с гладкой поверхностью выше, чем зерен шероховатых или морщинистых. При повышении влажности натура зерна уменьшается.

Крупные органические примеси уменьшают натуру, а минеральные увеличивают. Натура зерна после сушки и очистки обычно повышается. Поэтому перед ее определением рекомендуется очистить зерно, пропустив его через сепаратор. При расчете натуры принимают во внимание влажность зерна. Если она превышает базисную норму, то за каждый процент влажности выше базисной нормы окончательный результат увеличивают на 5 г/л для пшеницы I, II и III типов и на 3 г/л для пшеницы IV типа. Чем выше плотность зерна, тем выше его натура. Натура зерна различных культур приведена ниже:

Культура	Натура, г/л
Пшеница	620...870
Рожь	670...735
Овес	530...640
Ячмень	440...570

Плотность зерна пшеницы колеблется от 1,33 до 1,53 г/см³ и зависит от химического состава и анатомического строения зерновки. Наи-

большую плотность у зерновок злаковых культур имеет эндосперм, богатый крахмалом, наименьшую — оболочки, состоящие из клетчатки. Разную плотность эндосперма и оболочек используют при размоле зерна в процессе обогащения. Мелкое и щуплое зерно, содержащее относительно больше оболочек и зародыша, имеет меньшую плотность, чем крупное, хорошо выполненное.

Прочность. Это способность зерна сопротивляться механическому разрушению.

Прочность целого зерна пшеницы несколько меньше, чем у ржи. В таблице 8 приведены усилия для разрушения зерен пшеницы, в таблице 9 — для оболочек, в таблице 10 — для эндосперма.

8. Усилия для разрушения зерна, 10^{-3} Па

Пшеница	Вид деформации		
	сжатие	скалывание	срез
Твердая	118	87	75
Мягкая:			
стекловидная	74	67	46
мучнистая	62	55	38

9. Усилия для разрыва оболочек, 10^{-3} Па

Пшеница	Направление воздействия	
	вдоль	поперек
Мягкая	242	135
Твердая	316	216

10. Усилия для разрыва эндосперма, 10^{-3} Па

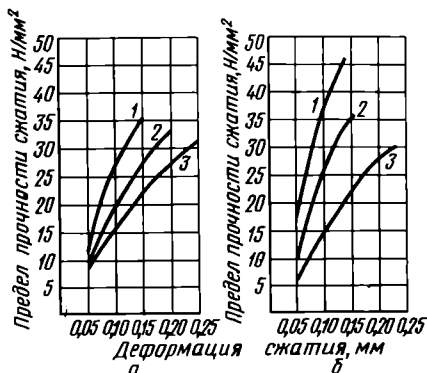
Пшеница	Вид деформации			
	сжатие	сдвиг	растяжение	срез
Мягкая мучнистая	14	6	13	3
Твердая	58	13	23	9,5

Прочность зерна колеблется в зависимости от района произрастания, культуры, влажности, стекловидности зерновки (рис. 4) и других показателей.

С увеличением крупности и стекловидности зерно становится более хрупким, а с их уменьшением — повышаются пластические свойства.

Рис. 4. Изменение прочности зерна (по И. Т. Мерко) :

а — стекловидность 50 %: 1 — влажность 15 %; 2 — влажность 15,8 %; 3 — влажность 16,7 %; б — влажность 15...15,3 %; 1 — стекловидность 71 %; 2 — стекловидность 50 %; 3 — стекловидность 32 %



При сжатии зерна зародыш плющится (не разрушается) и алейроновый слой незначительно деформируется.

Прочность характеризует структурно-механические свойства зерна, которые влияют на подготовку его к размолу и в большей степени на размол. Структурно-механические свойства обусловлены различным строением зерна и его основных частей (эндосперма и оболочек), степенью их сопротивляемости при измельчении, а также твердостью или микротвердостью (сопротивление, оказываемое зерном при различных видах деформации), упругостью (свойство восстанавливать первоначальные размеры) и пластичностью (свойство сохранять форму).

Особенности мукомольных свойств зерна ржи. Зерновка ржи по своему строению и соотношению анатомических частей в целом близка к зерновке пшеницы, однако существуют некоторые особенности. Рожь используют в основном для выработки обойной и обдирной муки, при производстве которой не требуется тщательного отделения оболочек от эндосперма. К основным показателям, характеризующим мукомольные свойства зерна ржи, относят зольность, стекловидность, натуру, массу 1000 зерен, выравненность и влажность.

Общая стекловидность ржи невысока и составляет 15...49 %, эндосперм преимущественно мучнистый и полустекловидный, редко — стекловидный, хотя для некоторых сортов характерно высокое содержание стекловидных зерен. Наибольшую стекловидность обычно имеют крупные зерна.

Натура ржи меньше, чем пшеницы и составляет 670...735 г/л. Это связано с особенностями формы и поверхности зерновки — она удлиненная и морщинистая, что приводит к более рыхлой укладке зерна в измерительном цилиндре пурки. Масса 1000 зерен колеблется от 8 до 27 г в зависимости от сорта и района произрастания.

По структурно-механическим свойствам зерно ржи значительно отличается от зерна пшеницы. При размоле зерно ржи ведет себя как пластичное, а не как хрупкое тело. Применяя, однако, соответствующую

подготовку перед помолом, можно получить из зерна ржи хорошую светлую муку с низкой зольностью.

Зерна ржи имеют различную окраску и соответственно мукомольные свойства. Зеленые зерна обладают наибольшим количеством эндосперма и более тонкими оболочками, т. е. способны дать больший выход муки. Они обычно крупнее желтых и коричневых и более стекловидны. Показатели, определяющие мукомольные свойства зерна ржи, зависят от сорта и района произрастания (табл. 11).

11. Качество товарной ржи различных районов произрастания

Показатели	Поволжье	Центрально-Черноземный район	Украина	Северный Кавказ
Натура, г/л	699	710	726	752
Зольность, %	1,98	2,00	1,90	1,85
Стекловидность, %	22	25	33	28
Содержание белка, %	12,21	11,49	12,15	11,16

Количество белка в зерне ржи ниже, чем в зерне пшеницы, из-за большего содержания углеводов. Технологические свойства ржи связаны с резко выраженными особенностями ее белкового, углеводного, липидного и ферментативного комплексов. Выявлены важная роль азотистых веществ при переработке зерна в муку, влияние слизи на микротвердость и работу разрушения зерновки ржи. Расход электроэнергии на измельчение возрастает с увеличением вязкости слизистых веществ.

§ 3. ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И РЖИ

Хлебопекарные свойства пшеницы. Главными показателями, характеризующими хлебопекарные свойства муки, являются количество и качество клейковины, газообразующая и водопоглощительная способность. Хлебопекарные свойства муки проверяют пробной выпечкой. Эти свойства характеризуются физическими свойствами теста, объемным выходом хлеба, цветом и пористостью мякиша, отношением выходы подового хлеба к его диаметру.

Зерновка пшеницы содержит белки, способные образовывать при замесе теста клейковину, которая представляет собой белковый комплекс, остающийся в виде студня после промывания теста водой и удаления из него крахмала, клетчатки и водорастворимых веществ. Отмытая сырая клейковина содержит до 70 % воды. Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы 12...50 %. Содержание клейковины в пшенице

выше 32 % считается высоким, 23...28 – средним, менее 23 % – низким. Белки, образующие клейковину, сосредоточены только в эндосперме зерна, главным образом в его периферийных частях, поэтому мука высшего сорта содержит клейковины меньше, чем первого и второго. Количество и качество клейковины определяют по стандарту.

Качество сырой клейковины зерна пшеницы оценивают по упругим и эластичным свойствам на приборе ИДК-1. Результаты измерения выражают в условных единицах прибора и в зависимости от этого относят ее к соответствующей группе качества (табл. 12).

12. Градация шкалы прибора ИДК-1 для характеристики клейковины зерна пшеницы

Показания прибора в условных единицах	Группа	Характеристика
0...20	III	Неудовлетворительная крепкая
25...35	II	Удовлетворительная крепкая
40...70	I	Хорошая
75...105	II	Удовлетворительная слабая
110...120	III	Неудовлетворительная слабая

Клейковина муки по цвету бывает светлая или темная. Темный цвет имеет клейковина, полученная из зерна проросшего, испорченного само-согреванием, поврежденного морозом или клопом-черепашкой. Различается клейковина также по эластичности и растяжимости. По способности оказывать сопротивление при растяжении клейковину при оценке ее качества делят на три группы:

первая – клейковина с хорошей эластичностью и длинная или средняя по растяжимости;

вторая – клейковина с хорошей эластичностью и короткая по растяжимости, а также с удовлетворительной упругостью и короткая, средняя или длинная по растяжимости;

третья – клейковина малоэластичная, сильно тянущаяся, провисающая при растяжении, разрывающаяся на весу под собственной тяжестью, плывущая, а также неупругая, не поддающаяся отмыванию, характеризующаяся термином "неотмывающаяся".

Качество выпеченного хлеба оценивают пробной выпечкой по объемному выходу хлеба U и степени расплываемости – отношению высоты H подового хлеба к его диаметру D , т. е. H/D . Также учитывают его внешний вид, толщину и трещиноватость корки, пористость, кислотность, вкус и запах.

Хлебопекарные свойства теста связаны как с количеством клейковины, так и с ее качеством. Качество клейковины, т. е. упругость P , растяжимость и энергию теста W (удельную работу, затраченную на растяжение теста), определяют на альфеографе. Чем меньше площадь альвеограммы, тем хуже хлебопекарные свойства теста (рис. 5).



Рис. 5. Зависимость упругости от растяжимости клейковины:

a — лучшая упругость; *б* — средняя упругость; *в* — худшая упругость

Качество муки характеризуется коэффициентом $k = P/l$, где P — упругость, l — растяжение. Если коэффициент равен 1,6...5,0, то мука имеет высокую упругость и недостаточную растяжимость, если 0,8...1,4 — хорошие упругость и растяжимость, если 0,15...0,70 — пониженную упругость и высокую растяжимость. Желательно получить такую муку, которая характеризуется коэффициентом 0,8...1,4.

Физические свойства теста характеризуются газообразующей и газоудерживающей способностью муки. Газообразующая способность теста зависит от состояния углеводно-амилазного комплекса, наличия в нем сбраживающих сахаров и способности к образованию последних в тесте. Газообразующую способность теста определяют прибором ферментографом (в миллилитрах диоксид углерода выделенной из образца теста массой 400 г за 5 ч брожения). Если содержание диоксид углерода составляет 1600...1900 мл, хлеб имеет удовлетворительное качество, если меньше 1600 мл — неудовлетворительное качество.

Газоудерживающая способность теста зависит от белково-протеиназного комплекса муки, от количества и качества клейковинных белков.

По хлебопекарным свойствам мягкую пшеницу делят на три группы: первая — сильная, т. е. пшеница, дающая хлеб отличного качества и пригодная для использования как самостоятельно, так и в качестве улучшителя (при смешивании она передает свои сильные свойства пшенице со слабой клейковиной); вторая — пшеница, пригодная для самостоятельного использования, но не может быть использована как улучшитель; третья — слабая пшеница, нуждается в добавлении улучшителя для повышения хлебопекарных свойств.

Хлебопекарные свойства ржи. По коллоидным свойствам тесто из ржаной муки сильно отличается от теста из пшеничной муки. В последнем основную роль играет упругий и вместе с тем растяжимый белковый комплекс клейковины. Из зерна ржи клейковина при замесе теста в обычных условиях не отмывается. Это происходит потому, что свойства ржаного теста определяются растворимыми в воде коллоидными веществами в основном углеводного происхождения, среди которых особую роль играют слизи, препятствующие формированию связной клейковины ржи. Ржаной хлеб получается меньшего объема (по сравнению с пшеничным) и имеет более плотный мякиш в связи с тем, что в ржаном тесте не формируется связная упругая клейковина, как это происходит в пшеничном хлебе.

Независимо от сорта и места выращивания ржи белок зерна имеет

повышенное по сравнению с пшеничным содержание лизина и некоторых других незаменимых аминокислот. Зерно ржи, богатое белками с хорошим аминокислотным составом, отличается высокими пищевыми достоинствами. Сортные особенности зерна ржи проявляются слабо, решающее значение оказывают условия возделывания.

Таким образом, зерно ржи и ржаной хлеб по сравнению с зерном пшеницы и пшеничным хлебом имеют некоторые преимущества. Биологическая ценность его выше, так как белок зерна ржи лучше сбалансирован по содержанию незаменимых аминокислот. В смешанном ржано-пшеничном и пшенично-ржаном хлебе белки обеих культур удачно дополняют друг друга. При одинаковом выходе муки ржаной хлеб содержит более высокое количество некоторых витаминов (рибофлавина, токоферола) и минеральных веществ. Ржаной хлеб имеет высокую пищевую ценность и вкусовые достоинства; содержит вещества, придающие ему специфический вкус и аромат; медленно черствеет.

Для оценки хлебопекарного достоинства зерна ржи решающее значение имеет состояние углеводно-амилазного комплекса, о котором судят по диастатической активности и общей автолитической активности. Диастатическая активность (осахаривающая способность) — активность амилазного комплекса, выраженная в миллиграммах мальтозы, образовавшейся при определенных условиях автолиза из определенного количества муки или размолотого зерна в болтушке.

Немаловажное значение для оценки качества муки имеет определение ее автолитической активности, т. е. способности в процессе прогрева в мучной болтушке образовывать водорастворимые вещества. Повышение автолитической активности быстро делает зерно дефектным по хлебопекарным свойствам (объемному выходу, пористости, распыляемости) в результате изменения физических и химических свойств белков и углеводов. Чаще всего это связано с прорастанием зерна, которое может начаться уже в колосе во время созревания в фазе молочной спелости. Лишь при благоприятных погодных условиях можно получить зерно ржи хорошего качества без заметных признаков прорастания.

§ 4. СТАНДАРТЫ НА ЗЕРНО, ПОСТУПАЮЩЕЕ НА МУКОМОЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ

Для обеспечения продажи государству доброкачественного зерна и поставки его перерабатывающим предприятиям разработаны государственные стандарты, в которых предусмотрены нормы качества. В стандартах указаны базисные и ограничительные кондиции.

Базисными кондициями для зерна, поступающего на мукомольные предприятия, являются нормы качества, обеспечивающие его сохранность и получение стандартной продукции. Эти нормы устанавливают по влажности, зольности, натуре, засоренности, содержанию клейкови-

ны и по другим показателям. Базисные кондиции являются основанием для расчета выходов готовой продукции. Базисное качество зерна пшеницы и ржи, поступающего на мукомольный завод для переработки в муку, определено следующими нормами: влажность 14,5 %; зольность в чистом зерне (без сорной примеси) 1,97 %; содержание сорной примеси 1 %, в том числе минеральной 0,1, вредной 0,1 (в числе вредной горчака или вязеля 0,05 %); содержание зерновой примеси 1 %; натура при сортовых помолах пшеницы 750, ржи 700 г/л; стекловидность 55 % для мягкой пшеницы, для твердой – 75 %.

На основе этих базисных показателей качества зерна определены базисные показатели выхода вырабатываемой продукции (муки – по общему выходу и по сортам, отрубей, отходов), которые закладываются в расчеты. При отклонении показателей качества от приведенных выше базисных кондиций производится соответствующая скидка (при пониженном качестве) или надбавка (при более высоком качестве) на выходе продукции.

Нормы для расчета выходов продукции в зависимости от качества перерабатываемого зерна приведены в Правилах организации и ведения технологического процесса на мукомольных заводах*.

На предприятии зерно подвергают предварительной подготовке – сушке (при необходимости), очистке от примесей. В результате такой подготовки зерно, передаваемое из зернохранилищ на мукомольный завод, должно отвечать определенным требованиям (табл. 13).

13. Ограничительные кондиции для зерна*, поступающего на зерноперерабатывающие предприятия

Показатели качества	Зерно, направляемое			
	в хранилище		в зерноочистительное отделение мукомольного завода	
	пшеница	рожь	пшеница	рожь
Влажность (не более), %:				
с применением мойки:	15,5	15,5	—	—
при сортовых помолах для пшеницы I...III типов	—	—	12,5	—
для пшеницы других типов	—	—	13,5	—
при отсутствии мойки независимо от типа зерна	—	—	14,0	—
при обойных помолах	—	—	15,0	—
Сорная примесь (не более), %	2,0	2,0	2,0	2,0
на мукомольных заводах с комплектным оборудованием	—	—	1,0	—

* В дальнейшем "Правила".

Показатели качества	Зерно, направляемое			
	в хранилище		в зерноочистительное отделение мукомольного завода	
	пшеница	рожь	пшеница	рожь
в том числе вредной примеси	2,0	2,0	2,0	2,0
в числе вредной примеси:				
а) горчака, вязаля (вместе или отдельно)	0,1	0,1	0,04**	0,04**
б) головни, спорыньи (вместе или отдельно)***	0,15	0,15	0,05	0,05
куколя	0,5	0,5	—	—
Зерновая примесь (не более), %	5,0	4,0	5,0	4,0
в том числе проросших зерен	3,0	3,0	3,0	3,0
Клейковина:				
количество (не менее), %:				
сортовой помол	25,0	—	Должна обеспечиваться	
обойный "	20,0	—	выработка стандартной	
качество (не ниже группы)	2-й	—	муки	

*Зерно должно быть с нормальными запахом и вкусом. При приемке на элеватор зараженность клещом выше II степени не допускается. Зерно, зараженное долгоносиком в I степени или другими вредителями хлебных запасов (кроме клеща), можно отгружать для переработки только на специально выделенные предприятия.

**Входят в общую норму 0,05.

***Зерно, содержащее головневые мешочки, маранные или синегузочные зерна, необходимо обрабатывать в моечных машинах.

Вопросы для самопроверки. 1. Какие показатели качества понимают под технологическими свойствами зерна? 2. Каковы показатели качества зерна, их характеристика и влияние на технологические достоинства зерна? 3. Какие показатели влияют на мукомольную оценку зерна? 4. Какие показатели влияют на хлебопекарную оценку зерна? 5. В чем сходство и различие мукомольных и хлебопекарных технологических свойств зерна пшеницы и ржи? 6. Что такое ограничительные и базисные кондиции зерна, поступающего на мукомольный завод?

Глава II

ЗАСОРЕННОСТЬ ЗЕРНА

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Партии зерна, поступающие на хлебоприемные или зерноперерабатывающие предприятия, состоят не только из зерна основной культуры (например, пшеницы), но и включают зерна других культур, а также

семена сорных растений, минеральную, органическую, металломагнитную и другие примеси. Партию зерна вместе с примесями принято называть зерновой массой или просто зерном. Основную часть зерновой массы составляет зерно той культуры, по которой она названа (например, партия пшеницы).

Содержание примесей в зерне на продовольственные цели нормируется. Присутствие примесей в зерновой массе ухудшает семенные и продовольственные достоинства зерна, снижает его стойкость при хранении. Примеси являются балластом, загромождающим транспорт. Присутствие примесей, и особенно трудноотделимых, вызывает необходимость сложной и многоступенчатой очистки зерна, что удорожает стоимость его переработки.

В основу классификации примесей в товарном зерне положен один принцип — степень влияния данного вида примеси на качество зерна, его сохранность, а также на выход и качество продуктов переработки. Примесь может быть сорной и зерновой.

Засоренностью зерна называют отношение массы содержащихся примесей к массе навески зерна, выраженное в процентах. Этот показатель определяют на всех этапах работы с зерном. Для этого навеску зерна разбирают на три фракции: основное зерно, сорную и зерновую примеси. Состав каждой фракции приведен в стандарте на соответствующую культуру. К основному зерну относят полноценные, т. е. созревшие и выполненные зерна основной культуры, имеющие нормальный внешний вид.

В практике очистки зерна в зерновой смеси встречаются примеси, которые настолько близки к зерну основной культуры по размерам и аэродинамическим свойствам, что не могут быть выделены на ситах, триерах и воздушным потоком. Такие примеси считаются трудноотделимыми.

Кроме сорной и зерновой примесей, в зерновой массе могут находиться металломагнитные примеси, которые должны быть обязательно удалены. На элеваторах и в зерноочистительных отделениях мукомольных заводов для выделения металломагнитных примесей устанавливают специальные устройства.

В лабораториях мукомольных заводов, кроме анализа на засоренность, определяют примеси, которые необходимо удалить из зерна. Для этого его просеивают на двух ситах — верхнем, соответствующем верхнему сити сепаратора, и нижнем, на котором нормальное зерно задерживается полностью. Сход с нижнего сита пропускают через сито с ячейми, соответствующими ячейм куколеотборочной машины, и выделяют более короткие примеси, чем зерно (семена куколя, выюнка и т. д.). Оставшуюся часть зерна разбирают вручную, причем отдельно учитывают длинные примеси (овес, овсюг), которые могут быть удалены на овсюгоотборочной машине, легкие и трудноотделимые примеси.

Таким образом, примеси классифицируют по следующей схеме:

Примеси	Рабочие элементы зерноочистительных машин
Крупные	Сита
Мелкие	То же
Легкие	Воздушный поток
Короткие	Ячеистая поверхность
Длинные	То же
Трудноотделимые	Камнеотделители
Металломагнитные	Магнитное поле

Анализ примесей по такой схеме позволяет технологу подобрать соответствующие способы очистки и добиться необходимой эффективности при обработке зерна в зерноочистительном отделении мукомольного завода.

§ 2. СОРНАЯ ПРИМЕСЬ

К сорной относятся примеси, которые по своим свойствам и составу не могут быть использованы вместе с зерном основной культуры. Сорная примесь отрицательно влияет на качество и выход готовой продукции, поэтому ее необходимо полностью (или почти полностью) удалить из помольной партии перед переработкой. Содержание сорной примеси нормируется. В пшенице продовольственной, отгружаемой для переработки в муку, содержание сорной примеси ограничивается 2 %.

Сорная примесь в пшенице и ржи включает следующее:

1) весь проход, полученный при просеивании через сито с отверстиями ϕ 1 мм. Эта фракция может состоять из мелких частиц минеральной и органической примесей, мелких семян сорняков, кусочков семян и т. д. и является благоприятной средой для развития микроорганизмов и вредителей хлебных запасов. Кроме того, мелкие частицы минеральной примеси вызывают в готовой продукции ощущение хруста, поэтому эта фракция должна быть полностью удалена из партии зерна, подлежащей переработке;

2) минеральную примесь — землю, песок, гальку. Появление ее в зерновой массе связано с механизированной уборкой, когда комбайн захватывает комочки почвы. Возможно также попадание минеральной примеси в зерновую массу при перевозке в загрязненных транспортных средствах и при хранении без соблюдения санитарного режима в хранилищах. Эта фракция также может являться причиной хруста в готовой продукции (муке, хлебе), что приводит к признанию ее нестандартной. Поэтому при очистке зерна она подлежит полному удалению. В зерне, отгружаемом на элеваторы мукомольных заводов, содержание минеральной примеси более 0,3 % не допускается (в том числе гальки до 0,10, шлака и руды до 0,05 %). Зерно, содержащее более 0,10 % минеральной примеси, можно поставлять только в количествах, обусловленных специальными нарядами. Минеральная примесь в зерне, направляемом на размол, не допускается;

3) семена сорных растений — попадают в зерновую массу при обмо- лоте зерна. Одни из них распространены повсеместно, другие характер- ны только для определенных районов или засоряют посевы только оп- ределенных культур. В большинстве случаев они созревают позднее семян основной культуры, поэтому в период уборки содержат влаги на 10...20 % больше, чем зерно основной культуры, и являются олагопри- ятной средой для развития микроорганизмов, самосогревания, порчи зерна. В эту же группу включают и семена всех культурных растений (кроме ржи, ячменя и полбы), которые не могут быть использованы вместе с основным зерном и, так же как и семена сорных растений, ухудшают качество партии. Семена дикорастущих и культурных рас- тений, относимые к этой фракции, могут быть близки по размерам и плотности к зерну засоряемой культуры, поэтому при очистке они трудно удаляются. Для пшеницы такими трудноотделимыми семенами яв- ляются головчатка сирийская, синеглазка, татарская гречиха и др. Во фракции семян сорных растений отдельно учитывают куколь, его семе- на ядовиты. Примесь куколя уменьшает объем и структуру хлеба, при- дает ему голубоватый оттенок, вызывает во рту неприятную сухость и горький привкус. В процессе очистки семена куколя необходимо уда- лять. Содержание куколя строго нормируется: при поступлении на эле- ватор не должно превышать 0,5 %. Особо учитываются также семена донника, так как они содержат кумарин — вещество с сильным запа- хом, который передается зерну и зернопродуктам;

4) органическую примесь — пленки, части листьев, стержней и стеб- лей колоса, полосу и т. д. На этой примеси скапливается много пыли и микроорганизмов. Она относится к мертвому сору и по химическому составу является в основном одревесневшей клетчаткой, поэтому перед помолом подлежит удалению;

5) целиком испорченные зерна пшеницы, полбы, ржи и ячменя (про- плесневевшие, прогнившие, обуглившиеся, поджаренные), все с явно испорченным эндоспермом от коричневого до черного цвета. У таких зерен полностью обеднен эндосперм, кроме того, в них могут содер- жаться вещества с неприятным запахом и вкусом, а также вещества, вредные для человека и животных. Наличие таких зерен может быть причиной порчи зерна при хранении, снижает мукомольные качества зерна, качество и пищевую ценность готовой продукции;

6) вредную примесь — семена некоторых растений и паразитов растительного и животного происхождения. Они резко снижают пище- вые и кормовые достоинства зерна, иногда делая невозможным его ис- пользование. Вредную примесь в зависимости от происхождения делят на группы:

а) грибки — паразиты (микозы), к которым относятся склероции спорыньи, мешочки и споры головни. Употребление в пищу хлеба, полу- ченного из зерна со значительной примесью спорыньи, вызывает забо- левание — эргодизм. Проявляется оно в головокружениях, слабости и

судорогах, может привести к смерти в результате паралича дыхательного центра. При отравлении ядовитыми веществами спорыньи может развиваться гангрена конечностей. Алкалоиды спорыньи ядовиты также для животных и птиц. Содержание спорыньи и головни строго нормируется: вместе или в отдельности не должно превышать 0,15 %. Зерна, в бородке которых скапливается много спор головни, называются синегузовыми (бородка приобретает синий оттенок). Споры головни могут прилипать также к сырым зернам. Такие зерна называют маранными. Мука из головневых (маранных и синегузовых) зерен имеет неприятный запах, вкус и синеватый оттенок. Хлеб из муки, содержащей споры головни, также имеет сероватый или синеватый оттенок. При заражении зерна вонючей головней мука и хлеб приобретают неприятный запах триметиламина (запах селедочного рассола).

В зерне, направляемом на мукомольные заводы, примесь маранных и синегузовых зерен не должна превышать 10 %. Пшеницу, содержащую свыше 10 % маранных или синегузовых зерен, с влажностью не более 15,5 % можно завозить на мукомольные заводы, имеющие мойки и сушилки, а на мукомольные заводы, имеющие мойки, но не имеющие сушилок, влажностью не более 13,5 % — в установленных количествах;

б) примеси животного происхождения (галлы пшеничной нематоды — угрицы). Галлы ухудшают цвет муки и снижают ее качество;

в) ядовитые семена сорняков: вязеля разноцветного, горчица ползучая, софоры лисохвостной, плевела опьяняющего, термопсиса ланцетного. Их учитывают отдельно. Семена софоры лисохвостной содержат ядовитые алкалоиды, которые придают муке горький привкус. Плоды плевела также ядовиты.

К особо вредной примеси относят гелиотроп опушенноплодный, плоды которого содержат ядовитые алкалоиды, которые не разрушаются высокой температурой при выпечке хлеба. Поэтому даже небольшое содержание плодов гелиотропа опушенноплодного в зерне, поставляемом на продовольственные и кормовые цели, не допускается. Орешки триходесмы седой содержат алкалоиды триходесмин, инканин, вызывающие тяжелое заболевание — триходесмотоксикоз. Происходит поражение центральной нервной системы и кровеносных органов. Поэтому семена триходесмы седой относятся к особо ядовитой примеси и содержание их в зерне, заготавливаемом и поставляемом на переработку, не допускается.

В пшенице продовольственной заготавливаемой допускается содержание вредной примеси не более 1 %, в числе вредной примеси спорыньи не более 0,5 %, горчица ползучая, софоры лисохвостной, термопсиса ланцетного (по совокупности) не более 0,1 %, вязеля разноцветного не более 0,1 %, гелиотропа опушенноплодного не более 0,1 %, триходесма седая не допускается.

К пшенице, отгружаемой для переработки в муку и направляемой из элеватора или складов в зерноочистительное отделение мукомоль-

ного завода, предъявляются еще более высокие требования (см. табл. 13). Так как вредная примесь может быть трудноотделимой, в правилах организации и ведения технологического процесса на мельницах это положение оговорено: содержание вредной примеси не должно быть более 0,2 %, в том числе горчача или вязеля вместе или в отдельности до 0,1 %.

В зерне, направляемом в размольное отделение мукомольного завода, содержание вредной примеси не должно быть более 0,05 %, в том числе горчача или вязеля (отдельно или вместе) не более 0,04 %, куколя не более 0,1 %, примесь семян гелиотропа и триходесмы седой не допускается.

§ 3. ЗЕРНОВАЯ ПРИМЕСЬ

К зерновой примеси относят: зерна основной культуры, имеющие дефекты, но сохранившие эндосперм; нормальные и частично поврежденные зерна других культурных растений, которые по своей ценности близки к основному зерну. Зерновая примесь в меньшей степени отражается на качестве зерна, чем сорная, и имеет некоторую пищевую и кормовую ценность.

В зерновой примеси пшеницы выделяют следующие фракции:

зерна битые и изъеденные вредителями, независимо от характера и размера повреждения, в количестве 50 % от их массы (остальные 50 % относят к основному зерну). В этих зернах еще осталась часть эндосперма. Они пригодны для выработки муки, но нестойки при хранении, так как легко увлажняются, легче доступны вредителям хлебных запасов, на них быстро развиваются микроорганизмы;

сильно недоразвитые зерна (щуплые). Появляются в результате неблагоприятных условий при созревании, например при суховеях. Характеризуются небольшим размером, резко складчатой поверхностью, сильно развитыми оболочками и почти полным отсутствием эндосперма. Наличие таких зерен снижает выход продукции;

проросшие зерна с вышедшими наружу или утраченными корешком или ростком, деформированные, с явно измененным цветом оболочек вследствие прорастания зерна. Эти зерна могут появиться при неблагоприятных погодных условиях при уборке или хранении. Зерна нестойки при хранении, имеют пониженные мукомольные свойства и ухудшают хлебопекарные качества полученной из него муки;

зерна, поврежденные самсогреванием в процессе хранения или при неправильном режиме сушки. Характеризуются явно измененным цветом оболочек и затронутым цветом эндосперма от кремового до светло-коричневого;

зерна, раздутые при сушке, характеризуются увеличенными размерами, изменением структуры оболочек и эндосперма, появлением в последнем трещин и полостей. В эту фракцию входят и зерна, заплесневевшие при хранении;

зеленые зерна пшеницы с незаконченным процессом созревания. Появляются в результате неоднородности развития растений в посевах, а также при ранней уборке урожая. В оболочках таких зерен еще имеется хлорофилл. Химический состав их отличается большим количеством водорастворимых веществ, ферменты находятся в очень активном состоянии, поэтому зеленые зерна нестойки при хранении. При переработке они снижают мукомольные свойства зерна и отрицательно влияют на хлебопекарные достоинства муки;

зерна, захваченные морозом, — деформированные, зеленые или белесоватые, сморщенные и сильно потемневшие. На поверхности имеется резкая морщинистость, переходящая в складчатость. Верхние оболочки можно отделить, перетирая зерно между пальцами. Зерно характеризуется незавершенностью процесса созревания, поэтому оно нестойко при хранении. Переработка такого зерна также снижает выход и ухудшает качество продукции;

зерна давленные появляются при уборке и транспортировании. Являются благоприятной средой для развития микроорганизмов и легкодоступной пищей для вредителей;

зерна ржи, ячменя и полбы в пшенице и зерна пшеницы, полбы и ячменя во ржи как целые, так и поврежденные, но не причисляемые стандартом к сорной примеси. По химическому составу и возможности использования близки к основному зерну, после пропуска через зерноочистительные машины в большинстве случаев остаются в полноценном зерне. Поэтому такие зерна, хотя они и менее ценные, относят к основному зерну.

Зерновая примесь влияет на стойкость зерна при хранении и его технологические свойства. Содержание ее нормируется при продаже зерна государству, отгрузке на перерабатывающие предприятия и переработке в муку.

Вопросы для самопроверки. 1. Какие примеси относят к сорной? 2. Какова характеристика вредной примеси? 3. Какие виды зерновой примеси вы знаете? 4. Какие ограничения по засоренности установлены для зерновой массы, поступающей в элеватор, в зерноочистительное отделение мукомольного завода и в размол? 5. Как классифицируют примеси в соответствии с возможностью их удаления на зерноочистительном оборудовании?

Глава III

СОСТАВЛЕНИЕ ПОМОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ЗЕРНА

§ 1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СОСТАВЛЕНИЮ ПОМОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

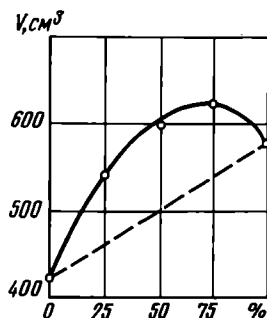
На мукомольные заводы поступают партии зерна из разных районов произрастания, различных типов и сортов, качество и технологи-

ческие свойства которых (зольность, влажность, стекловидность, содержание клейковины и др.) значительно могут колебаться. Раздельная переработка каждой партии пшеницы привела бы к выработке муки с различным качеством, что не позволило бы обеспечить стабильную работу предприятия и выпускать однородную по качеству продукцию. Поэтому важнейшей задачей является создание стабильных помольных смесей по типовому составу, количеству и качеству клейковины, стекловидности и другим показателям.

Формирование помольных смесей позволяет обеспечить устойчивую работу мукомольного завода, увеличение выработки муки высоких сортов, улучшение ее качества, правильно и равномерно использовать имеющееся зерно, в том числе и партии зерна с пониженными технологическими свойствами. Кроме того, при смешивании проявляется смесительная ценность зерна, т. е. способность его сделать качество смеси выше ее средневзвешенной величины. Это связано с тем, что не все технологические показатели подчиняются закону аддитивности. Так, при составлении смеси муки из 50 % сильной пшеницы и 50 % слабой эффект получается наибольший (рис. 6).

Для выпуска продукции высокого и стабильного качества рекомендуется определять рецептуру помольных смесей на возможно большие сроки работы мукомольного завода, но не менее чем на 10 дней. Рецептуру помольной смеси зерна составляют на основе имеющихся данных о количестве и качестве зерна, находящегося на предприятии и подлежащего переработке. Разрабатывают рецептуру главный крупчатник (главный технолог, начальник цеха) и начальник производственно-технологической лаборатории (ПТЛ) при участии начальника элеватора (зернохранилища).

Конечное соотношение составляющих компонентов помольной смеси рекомендуется проверять помолами на лабораторной мельнице и данными лабораторных анализов образцов зерна. Рецептуру утверждает главный инженер предприятия, после чего она является обязательной для работников элеваторов и размольного цеха. На основе качества составленной рецептуры помольной смеси начальник ПТЛ рассчитывает выхода продукции и сообщает их крупчатнику.



При разработке рецептов помольной смеси необходимо учитывать равномерное использование имеющегося на предприятии зерна разных районов произрастания, типов и качества. Важное значение имеет обес-

Рис. 6. Отход от аддитивности удельного объема хлеба при смешивании муки из сильной и слабой пшеницы (по П. М. Конькову)

печение в помольной смеси необходимого количества и качества клейковины, позволяющих выработать муку в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации. При поступлении зерна нового урожая в течение первых двух-трех месяцев его необходимо использовать в смеси с зерном урожая прошлых лет, постепенно увеличивая подсортировку.

В зернохранилищах рекомендуется выделять отдельные силосы для формирования партий зерна, передаваемых мукомольному заводу (если помольная смесь формируется в элеваторе).

Порядок подачи зерна и дозирования перед смешиванием устанавливает начальник производственно-технологической лаборатории с участием главного технолога и начальника зернохранилища.

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: размещение зерна в зернохранилищах по определенным признакам; формирование на элеваторах и в складах первичных исходных партий как компонентов смеси с одновременным отбором мелкой фракции; составление на зерноперерабатывающем предприятии рецептуры смеси по мукомольным и хлебопекарным свойствам; раздельная подготовка в зерноочистительных отделениях компонентов смеси; смешивание предварительно подготовленных партий зерна перед поступлением смеси в размольное отделение (или в зерноочистительное отделение для мукомольных заводов на комплектном оборудовании).

Составлению эффективных и стабильных по показателям качества помольных смесей должно предшествовать правильное размещение поступающих на элеватор партий зерна. Размещение и хранение зерна в элеваторах и складах зерноперерабатывающих предприятий должно обеспечивать сохранение количества и качества принятого зерна до направления его в переработку. Партии зерна с разными технологическими свойствами следует хранить раздельно.

План размещения зерна в зернохранилищах зерноперерабатывающего предприятия должен предусматривать раздельное хранение:

- пшеницы продовольственной и непродуктовой;
- пшеницы мягкой продовольственной по классам, а в пределах класса по зонам произрастания, типовой или сортовой принадлежности, влажности, стекловидности, натуре, засоренности, зольности;
- ржи по зонам произрастания, типовой или сортовой принадлежности, влажности, натуре, засоренности, зольности;
- пшеницы твердой по классам, а в пределах класса по типовой или сортовой принадлежности, влажности, натуре, засоренности, стекловидности, зольности;
- неклассной твердой пшеницы по количеству и качеству клейковины, влажности, засоренности, стекловидности, зольности.

Градации по приведенным показателям устанавливают в соответствии с диапазоном их различий в каждом конкретном случае с учетом фактического качества зерна, наличия зернохранилищ и возможностей оперативной работы элеваторов при формировании помольных смесей.

В связи с тем что рациональное размещение партий зерна в элеваторе обусловлено необходимостью учета важных показателей качества (стекловидности, содержания сырой клейковины, влажности, содержания сорной примеси, типового состава и др.), следует разрабатывать программы с применением ЭВМ.

В элеваторе из зерна, предназначенного для переработки на мукомольном заводе, следует выделять мелкую фракцию. Мелкой фракцией в пшенице считают зерно, прошедшее через сито с отверстиями размером № 2а — 2,0 X 20 или № 2а — 2,2 X 20 и полученное сходом с сита с отверстиями размером № 2а — 1,7 X 20. Рекомендуется отбирать не менее 40 % мелкой фракции от ее содержания в исходном зерне. Отбранную мелкую фракцию зерна используют при производстве комбикормов.

На элеваторах зерно, входящее в состав помольной смеси, смешивают на подсилосных конвейерах с компонентами смеси в заданной пропорции. Смесь после конвейера поступает в оперативные силосы, из которых ее по мере надобности передают в зерноочистительное отделение.

При отсутствии на предприятии элеватора зерно, подлежащее переработке, подают в зерноочистительное отделение из склада в бункера для неочищенного зерна. При этом зерно размещают в зависимости от его технологических свойств и качества. Отдельные потоки смеси по заданной рецептуре регулируют после бункеров для неочищенного зерна, которые должны иметь на выпуске дозаторы для подачи определенного количества зерна.

В процессе подготовки помольной смеси смешивают: зерно, различное по влажности, если расхождение по этому показателю исходных партий не превышает 1,0 %; зерно высокозольное с низкозольным так, чтобы получить смесь зольностью не более 1,85 %; зерно различной стекловидности для получения оптимальной стекловидности около 55 %; зерно, имеющее различные показатели клейковины, с тем чтобы получить муку, соответствующую действующим нормам качества.

Лучший эффект смешивания получается, когда партии зерна с различными технологическими свойствами подготавливают в зерноочистительном отделении мукомольного завода отдельно. Для этого на ряде заводов организованы два-три потока подготовки зерна и для каждого потока устанавливают оптимальный режим. На заводах с комплексным оборудованием организовано четыре потока. На предприятиях с небольшой суточной производительностью может быть рекомендована последовательная подготовка различных партий. Зерно смешивают в процес-

се подготовки его к помолу после бункеров для отволаживания. Твердую и высокостекловидную пшеницу рекомендуется смешивать с другими партиями после увлажнения и отволаживания.

§ 2. МЕТОДЫ СОСТАВЛЕНИЯ ПОМОЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Составление помольных смесей методом обратных связей. К аддитивным показателям качества зерна, подчиняющимся правилам смешивания, относят общую стекловидность, влажность, зольность и содержание сырой клейковины. Первые три показателя будут основными и при расчете выхода продукции.

При составлении помольных смесей зерна нередко предпочтение отдают методу, основанному на личном опыте технолога и информации о количестве и качестве зерна, хранящегося в элеваторе. Однако этот метод субъективен.

Наиболее распространенный прием расчета помольной смеси зерна — метод обратной пропорции, в этом случае количество зерна каждого компонента смеси должно быть обратно пропорционально разности рассматриваемого показателя в данном компоненте и рассчитываемой смеси. Расчет проводят только по одному показателю, подчиняющемуся правилу смешивания (по стекловидности, выходу клейковины, зольности).

Рассмотрим примеры расчета смешивания трех компонентов зерна по показателю стекловидности, который очень важен для технологической и энергетической характеристики зерновой массы, является решающим при определении режимов гидротермической обработки зерна.

Пример 1. Требуется составить помольную смесь зерна массой 300 т со стекловидностью 52 %. В зернохранилищах находятся партии мягкой пшеницы разных сортов: Безостая — I...IV типы, стекловидность 58 % (первая составная часть); Лютеценс 62 — I тип, стекловидность 50 % (вторая составная часть); Альбидум 24 — III тип, стекловидность 40 % (третья составная часть). В основу решения задачи положено правило, согласно которому количество зерна каждой партии берется в обратной пропорции по отношению к разности в величинах стекловидности каждой партии и величине заданной средневзвешенной стекловидности партии.

Примерный расчет помольной смеси зерна из трех компонентов по показателю стекловидности приведен в таблице 14.

14. Расчет помольной смеси

Элементы расчета	Составная часть		
	первая	вторая	третья
Стекловидность, %	58	50	40
Отклонения по содержанию стекловидности от заданной партии при смешивании составных частей, %:			

Элементы расчета	Составная часть		
	первая	вторая	третья
первой и второй	58-52=6	52-50=2	—
первой и третьей	58-52=6	—	52-40=12
Расчетное соотношение компонентов в смеси при наличии составных частей:			
первой и второй	2	6	—
первой и третьей	12	—	6
Расчетное соотношение каждой составной части в смеси	12+2	6	6
Сумма частей помольной смеси	14 + 6 + 6 = 26		

Для определения процентного состава массы каждой составной части смеси (Q_1, Q_2, Q_3) массу помольной смеси зерна умножаем на показатель соотношения его частей в помольной смеси и делим на сумму частей смеси.

В данном случае масса составит:

$$\text{для первой части } Q_1 = \frac{300 \cdot 14}{26} = 161,6 \text{ т,}$$

$$\text{для второй } Q_2 = \frac{300 \cdot 6}{26} = 69,2 \text{ т,}$$

$$\text{для третьей } Q_3 = \frac{300 \cdot 6}{26} = 69,2 \text{ т.}$$

Для проверки правильности произведенного расчета по показателю стекловидности каждую составную часть выражаем в тонно-процентах, затем их суммируем и делим на массу зерна заданной помольной смеси:

тонно-процент:

$$\text{первой части } 161,6 \cdot 58 = 9372,8,$$

$$\text{второй } 69,2 \cdot 50 = 3460,0,$$

$$\text{третьей " } 69,2 \cdot 40 = 2768,0.$$

$$\text{всей помольной смеси } 9372,8 + 3460 + 2768 = 15\,600,8.$$

Средневзвешенная стекловидность помольной партии составит $15\,600/300 = 52\%$.

Соотношение частей в помольной смеси составит:

$$\text{первая } \frac{161,6 \cdot 100}{300} = 53,8\%,$$

$$\text{вторая } \frac{69,2 \cdot 100}{300} = 23,1\%,$$

$$\text{третья } \frac{69,2 \cdot 100}{300} = 23,1\%.$$

При формировании помольной смеси по стекловидности необходимо, чтобы компоненты, из которых формируют смесь, находились в одной технологической группе, установленной на основе многолетнего опыта работы технологов.

В ряде случаев к составлению помольных смесей по стекловидности подходят механически, устанавливая расчетным путем соотношение компонентов помольной партии, с учетом только средневзвешенного показателя стекловидности помольной смеси. Так, например, можно составить помольную смесь зерна средневзвешенной стекловидностью 52 % из двух компонентов, относящихся к разным группам по стекловидности: компонент № 1 стекловидностью 26 % и компонент № 2 стекловидностью 75 %. Тогда согласно расчету для составления такой помольной смеси необходимо на каждые 100 т зерна стекловидностью 26 % подготовить примерно 113,2 т зерна стекловидностью 75 %.

Однако полученная расчетным путем такая помольная партия будет представлять собой неоднородную смесь, состоящую из двух компонентов, обладающих резко различающимися технологическими свойствами. В результате не представляется возможным подобрать оптимальные режимы кондиционирования и измельчения для такой партии зерна, эффективность помола снижается.

Опыт показал, что следует компоновать отдельные помольные смеси по стекловидности из партий пшеницы, имеющих стекловидность до 20 %, 20...40, 40...60, 60 % и выше. Подготовку к помолу указанных партий нужно проводить раздельно, а смешивать после завершения первого или последнего этапа кондиционирования.

П р и м е р 2. Составить помольную смесь зерна массой 250 т со средневзвешенной клейковиной 27 % из трех компонентов: с клейковиной 32 %, 26, 22 %.

В таблице 15 приведен примерный расчет помольной смеси зерна из трех компонентов по количеству сырой клейковины.

15. Расчет помольной смеси

Элементы расчета	Составная часть		
	первая	вторая	третья
Содержание сырой клейковины, %	32	26	22
Отклонение по содержанию сырой клейковины от заданной помольной смеси при смешивании составных частей, %:			
первой и второй	$32 - 27 = 5$	$27 - 26 = 1$	—
первой и третьей	$32 - 27 = 5$	—	$27 - 22 = 5$
Расчетное соотношение компонентов в смеси при наличии составных частей:			
первой и второй	1	5	—
первой и третьей	5	—	5
Расчетное соотношение каждой части смеси	6	5	5

Элементы расчета	Составная часть		
	первая	вторая	третья
Сумма частей помольной смеси	$6 + 5 + 5 = 16$		
Масса каждой части в помольной смеси	$\frac{250 \cdot 6}{16} = 94 \text{ т}$	$\frac{250 \cdot 5}{16} = 78 \text{ т}$	$\frac{250 \cdot 5}{16} = 78 \text{ т}$

Для проверки правильности расчета по показателю клейковины каждую составную часть выражаем в тонно-процентах, затем их суммируем и делим на массу зерна заданной помольной смеси:

тонно-процент:

первой части $94 \cdot 32 = 3008$,

второй $78 \cdot 26 = 2028$,

третьей " $78 \cdot 22 = 1716$,

всей помольной смеси $3008 + 2028 + 1716 = 6752$.

Проверка правильности определения средневзвешенного содержания сырой клейковины в помольной смеси $6752 : 250 = 27 \%$.

Соотношение частей помольной смеси составит:

первая $\frac{94 \cdot 100}{250} = 37,6 \%$,

вторая $\frac{78 \cdot 100}{250} = 31,2 \%$,

третья $\frac{78 \cdot 100}{250} = 31,2 \%$.

П р и м е р 3. Требуется составить помольную смесь зерна массой 200 т средневзвешенной зольностью 1,78 % из двух компонентов: зольностью 1,68 %, 1,90 %.

В таблице 16 приведен примерный расчет помольной партии зерна из двух компонентов по показателю зольности зерна.

16. Расчет помольной смеси

Элементы расчета	Составная часть	
	первая	вторая
Зольность, %	1,68	1,90
Отклонение от зольности заданной партии, %	$1,78 - 1,68 = 0,10$	$1,90 - 1,78 = 0,12$
Расчетное соотношение составных частей пшеницы в партии	0,12	0,10
Сумма частей помольной смеси	$0,12 + 0,10 = 0,22$	

Определяем массу каждой составной части:

$$Q_1 = \frac{200 \cdot 0,12}{0,22} = 109 \text{ т},$$

$$Q_2 = \frac{200 \cdot 0,10}{0,22} = 91 \text{ т}.$$

Проверка расчета:

тонно-процент:

$$\text{первой части } 109 \cdot 1,68 = 183,1,$$

$$\text{второй } 91 \cdot 1,90 = 172,9,$$

всей помольной смеси 356.

Средневзвешенная зольность помольной смеси составит $356 : 200 = 1,78 \%$.

Соотношение частей помольной смеси составит:

$$\text{первая } \frac{109 \cdot 100}{200} = 54,5 \%,$$

$$\text{вторая } \frac{91 \cdot 100}{200} = 45,5 \%.$$

§ 3. ПОДСОРТИРОВКА ЗЕРНА ПОНИЖЕННОГО КАЧЕСТВА

На хлебоприемные и зерноперерабатывающие предприятия, кроме зерна, отвечающего нормам качества стандарта, поступает зерно пониженного качества (поврежденное клопом-черепашкой, морозобойное, проросшее и др.), которое также подлежит использованию для продовольственных целей.

Зерно, поврежденное клопом-черепашкой. Одним из серьезных факторов, ухудшающих качество зерна пшеницы (особенно твердой и сильной), является ее повреждение клопом-черепашкой. Зерна пшеницы, поврежденные в период формирования и созревания, изменяют не только внешний вид, но и строение. Зерно становится сморщенным и шуплым. Поврежденные спелые зерна полностью сохраняют форму и размер, но дают муку с низкими хлебопекарными свойствами.

Зерно, поврежденное клопом-черепашкой, в складах размещают отдельно в зависимости от количества поврежденных зерен до 5 %, от 5 до 10, свыше 10 %. До переработки такое зерно предварительно интенсивно очищают, удаляя шуплые и мелкие зерна, которые в наибольшей степени повреждены клопом-черепашкой.

Отбор мелкого и шуплого зерна улучшает технологические свойства партии. Такое зерно выделяют на сепараторе проходом через сито с отверстиями размером 2 X 20 мм при усиленном аспирационном режиме. Зерно пшеницы в зоне прокола имеет рыхлое строение, и при обработке в обочных машинах с абразивной поверхностью эти части могут разрушаться и отделяться. Такое зерно увлажняют не более чем до 14,5 % и сокращают время отволаживания.

При размоле поврежденного зерна режим измельчения в вальцовом станке I драной системы устанавливают таким, чтобы количество муки

было не более 1,5 %. Муку формируют отдельно, так как она имеет клейковину низкого качества. На следующих системах режим измельчения обычный, предусматриваемый Правилами. Зерно, поврежденное клопом-черепашкой, можно подсортировать на мукомольных заводах к нормальному зерну в количестве, обеспечивающем выработку стандартной продукции. Процентное соотношение зерна нормального и поврежденного клопом-черепашкой, определяют лабораторным помолом.

Морозобойное зерно. В некоторых климатических зонах ~~Северного~~ ~~Сибиря~~, в частности в Сибири, наблюдается повреждение зерна (в основном пшеницы) в поле морозом. Морозобойным считается зерно, физиологически созревшее и бывшее в колосе при наступлении заморозков сырым или влажным или недозревшее зерно, захваченное морозом. Клейковина морозобойного зерна имеет пониженное качество (крошащаяся, липкая, слабая). Хлеб из такой муки имеет низкое качество.

Различают три степени повреждения зерна морозом: первая — зерно с тусклым блеском, но выполненное, нормальной величины и формы, слегка морщинистое; вторая — зерно нормально выполненное, но без блеска, слабо потемневшее, с мелкой поперечной морщинистостью; третья — форма зерна резко изменена, зерно недоразвитое, деформированное, щуплое, окраска измененная — белесоватая или потемневшая, поверхность резко морщинистая.

Зерно первой и второй степени повреждения объединяют и относят к основному зерну, а третьей — к зерновой примеси. Подсортировку такого зерна к нормальному можно проводить, используя лабораторные помолы и учитывая возможность выработки доброкачественной продукции. Расчетные методы подсортировки в этом случае применять нецелесообразно.

Проросшее зерно. Для проросшего зерна характерна повышенная активность ферментов, которая отрицательно проявляется в процессе тестоведения на хлебозаводах. В зависимости от количества примеси проросшего зерна и степени его прорастания меняется качество клейковины муки, мякиш выпеченного хлеба может получиться глинистым, липким, мокрым. Зерна, начавшие прорастать, т. е. только что наклюнувшиеся с лопнувшей над зародышем оболочкой, из которой корешок еще не вышел, относят к основному зерну.

К зерновой примеси относятся проросшее зерно с корешком или ростком, вышедшим за пределы лопнувшей оболочки, а также зерна, утратившие ростки, но деформированные, с явно изменившимся цветом оболочки. Содержание проросших зерен в помольной смеси не должно превышать 3 %. В зависимости от степени повреждения зерно пониженного качества используют для подсортировки к нормальному зерну в количествах, устанавливаемых опытным путем или лабораторным помолом.

Зерно с полынным запахом и горьким вкусом на мукомольных заводах тщательно очищают в зерноочистительных машинах, включая 38

в обязательном порядке моечную машину, а затем подсортировывают к нормальному зерну в количестве, обеспечивающем выработку доброкачественной продукции по запаху.

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МУКОМОЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЗЕРНА

Наиболее объективным методом оценки технологических свойств зерна, включая в это понятие структурно-механические, мукомольные и хлебопекарные свойства, служат лабораторные помолы. На современных мукомольных заводах лабораторные помолы используют для выбора оптимальных параметров построения и ведения технологического процесса, выбора параметров кондиционирования и режимов измельчения зерна для оценки мукомольных и хлебопекарных свойств различных партий пшеницы. Практика проведения лабораторных помолов на московских и других мукомольных заводах показывает, что данные указанных помолов сопоставимы с результатами производственной переработки зерна. В таблице 17 приведены показатели общего выхода муки и ее средневзвешенной зольности, полученные при трехсортном помоле пшеницы в лабораторных и производственных условиях.

17. Выход муки, % от массы зерна на приемном устройстве (числитель), и ее средневзвешенная зольность (знаменатель)

Помолы	Нагрузка на вальцовую линию, кг/ (см · сут)		
	55	75	95
Производственные	<u>77,98</u>	<u>77,39</u>	<u>78,42</u>
	0,71	0,72	0,73
Лабораторные	<u>77,3</u>	<u>77,2</u>	<u>77,0</u>
	0,72	0,73	0,74

Из данных таблицы видно, что в производственных и лабораторных условиях получена мука, очень близкая по средневзвешенной зольности. Несколько меньший (на 0,7...1,4 %) общий выход муки, полученный в лабораторных условиях, объясняется применением менее развитой схемы помола.

При лабораторных помолах удастся более полно выявить потенциальные возможности зерна по выходу и качеству муки, так как в этом случае исключается влияние возмущающих параметров (нестабильность подготовки зерна, затупление рифлей вальцов, снижение севокости рассевов, ослабление натяжения приводных ремней, изменение микроклимата в помещении и др.) и управляемых параметров (преднамеренное изменение условий подготовки зерна, изменение режима измельчения в вальцовом станке, изменение положения различных

заслонок и клапанов). Различают три направления лабораторных сортов помолов пшеницы и ржи: первое — помолы, при которых из зерна получают определенный выход муки (обычно 72—75—78 %); второе — помолы, при которых из зерна получают муку определенного качества по белизне, зольности; третье — помолы, которые ведут для сравнения мукомольных свойств исследуемых партий зерна при постоянных режимах работы валцовых станков (постоянные величины нагрузок и извлечений по системам).

На предприятиях необходимо шире распространять метод определения выхода продукции при помощи лабораторных помолов. Существуют три способа определения выхода продукции при лабораторном помоле: первый — исходя из массы образца сухого неочищенного зерна; второй — исходя из массы зерна, поступившего на I драную (крупочную) систему; третий — на основе сумм общего количества полученной продукции (муки и отрубей).

При лабораторном помоле обязательным условием является выполнение основных требований и рекомендаций для производственных помолов, приведенных в Правилах. Схема лабораторного помола может приближаться к технологической схеме процесса на данном мукомольном заводе, но методика проведения лабораторных помолов должна сохраняться.

Вопросы для самопроверки. 1. Что такое помольная смесь и для чего ее составляют? 2. По каким признакам формируют помольную смесь? 3. Какие этапы процесса формирования помольной смеси вам известны? 4. В чем назначение раздельного размещения зерна при хранении? По каким признакам зерно размещают? 5. Что такое рецептура помольной смеси? Кто ее разрабатывает? 6. Какие требования предъявляют к рецептуре при ее составлении? 7. Как используют зерно пониженного качества?

Глава IV

ОЧИСТКА ЗЕРНА ОТ ПРИМЕСЕЙ ПО АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для удаления из зерновой массы легких примесей, щуплых и недоразвитых зерен, обломков колосьев и минеральной пыли на мукомольных заводах применяют машины, осуществляющие эту операцию при помощи воздушного потока (пневмосепарирование).

Каждая частица, образующая зерновую массу (основная культура, зерновые и сорные примеси и т. д.), имеет свою скорость витания (табл. 18). Под скоростью витания понимается такая скорость воздушного потока, при которой частица удерживается во взвешенном состоя-

18. Скорости витания семян зерновых культур,
сорняков и примесей

Культура и примеси	Скорость витания, м/с	Культура и примеси	Скорость витания, м/с
Пшеница	6,5...11,5	Горчак ползучий	3,5...7,5
Рожь	6,0...9,9	Вьюнок полевой	4,6...8,0
Пшеница:		Куколь	6,9...9,8
шуплая	5,5...7,6	Овсюг	5,5...8,3
битая:		Соломистые части-	5,0...6,0
вдоль	5,8...8,3	цы	
поперек	8,0...8,8	Пыль:	
Колос пшеницы	3,5...5,0	минеральная	До 4,0
(без зерна)		органическая	До 2,5

нии. На скорость витания влияют масса частицы, ее форма и размеры, состояние поверхности, положение частицы в воздушном потоке и другие факторы.

При скорости витания $v = 0$ состояние зерновки можно выразить уравнением $G = P = 0$; при $G > P$ зерновка будет падать, а при $G < P$ подниматься, т. е. будет увлекаться воздушным потоком (G — сила тяжести; P — давление).

Действие воздушного потока на зерновку можно выразить формулой

$$P = kF\gamma \frac{v^2}{2g},$$

где k — коэффициент сопротивления, зависящий от размеров, формы и характера поверхности зерновки; F — миделево сечение (площадь проекции частицы на плоскость, перпендикулярную к направлению воздушного потока), m^2 ; γ — плотность воздуха, kg/m^3 ; v — скорость воздушного потока, m/c ; g — ускорение силы тяжести, m/c^2

По отношению к оси воздушного потока частица может находиться в разных положениях, поэтому сила P остается постоянной только для шарообразной зерновки, имеющей во всех положениях равнозначные k и F . В том случае, когда частица зерновой массы имеет удлиненную форму, сила давления P на частицу зерновой массы будет неравнозначна, так как при различном положении частицы в воздушном потоке давление будет иметь разное значение F .

Способность частицы сопротивляться воздушному потоку называется аэродинамическими свойствами и определяется формулой

$$\Pi = F/Q,$$

где F — площадь наибольшего сечения частицы, m^2 ; Q — масса частицы, kg .

Разность в скоростях витания основной культуры и легких примесей позволяет использовать воздушные потоки для очистки зерна от при-

месей. При этом зерновую массу продувают восходящим воздушным потоком с меньшей скоростью, чем скорость витания основной культуры. Скорость воздушного потока при очистке пшеницы и ржи выбирают не более 6 м/с. Зерно очищают от примесей по аэродинамическим свойствам в пневмосепараторах, аспирационных колонках, воздушно-ситовых сепараторах, обоечных машинах. Машины устанавливают в зерноочистительном отделении мукомольного завода на различных этапах подготовки зерна к помолу.

§ 2. АСПИРАЦИОННЫЕ КОЛОНКИ

В технологической схеме подготовки зерна к помолу аспирационные колонки устанавливают для отбора мелкого зерна в сходах, получаемых с бурата контроля отходов. Аспирационные колонки можно устанавливать после наждачных обоечных и щеточных машин и перед I драной системой.

Аспирационная колонка А1-БКА (рис. 7). Предназначена для отделения зерна злаковых культур примесей, отличающихся аэродинамическими свойствами.

Колонка работает следующим образом. Поступающий через приемное отверстие продукт попадает на питающий валик 12 и равномерной лентой через грузовой клапан 14 поступает на первый неподвижный наклонный скат 15. Далее, перемещаясь с одного ската на другой, продукт каждый раз меняет направление движения, образуя четыре каскада. На всем пути перемещения продукт продувается воздушным потоком, который увлекает и уносит в осадочную камеру легкие примеси (лузгу, пыль, мелкий сор и т. д.).

Зерно (или ядро), пройдя все каскады пневмосепарирования, поступает в нижнюю часть корпуса на наклонную плоскость магнитного устройства 17 и, пройдя по ней, выводится из машины, а металломагнитные примеси удерживаются на полюсных накладках. Эти примеси периодически удаляют, очищая рабочую поверхность магнитов. Легкие примеси осаждаются в осадочной камере 10 и по мере накопления выводятся из машины.

Техническая характеристика аспирационной колонки А1-БКА

Производительность (не более), т/ч	5
Технологическая эффективность, %	80
Питающий валик:	
частота вращения, об/мин	42
диаметр, мм	75
Расход воздуха, м ³ /ч	2900...4800
Мощность электродвигателя, кВт	0,4
Габариты, мм:	
длина	1400
ширина	825
высота	1280
Масса, кг	300

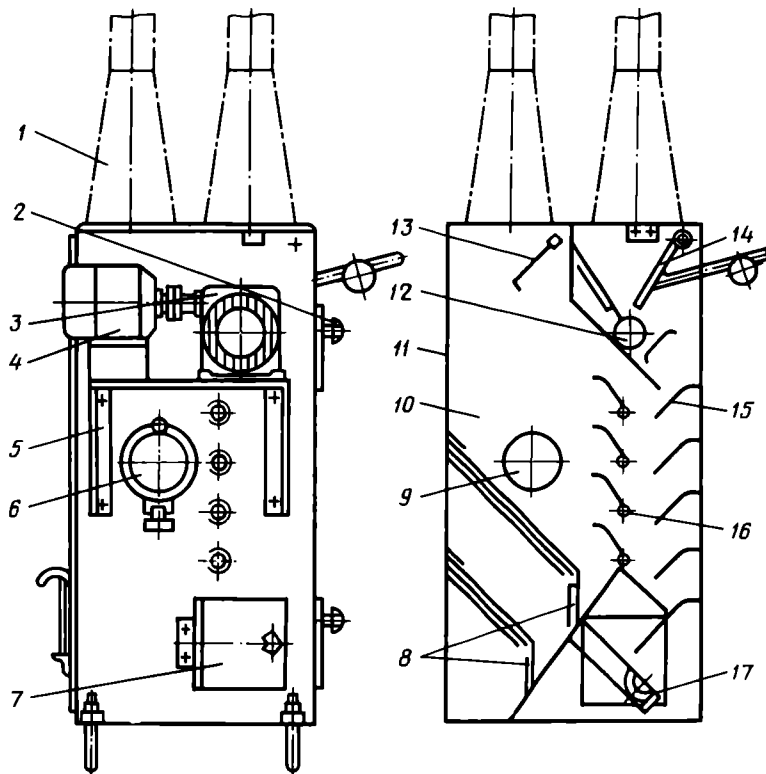


Рис. 7. Аспирационная колонка А1-БКА:

1 – приемный патрубок; 2 – съемная фортка; 3 – редуктор; 4 – электродвигатель; 5 – кронштейн; 6, 7, 9 – смотровые окна с лючками; 8 – клапаны для вывода отходов; 10 – осадочная камера; 11 – корпус; 12 – питающий валик; 13, 16 – поворотные клапаны; 14 – грузовой клапан; 15 – неподвижный скат; 17 – устройство для выделения металломагнитных примесей

Аспирационная колонка У1-БКА. Аспирационная колонка У1-БКА по принципу действия аналогична колонке А1-БКА. Ее применяют в подготовительных отделениях при подаче зерна на второе отволаживание на мукомольных заводах. Режим технологического процесса пневматического сепарирования зерновой массы – непрерывный. В отличие от колонки А1-БКА аспирационная колонка У1-БКА не имеет приводных узлов, что делает ее более простой и надежной.

Техническая характеристика аспирационной колонки У1-БКА

Производительность, т/ч	11,8
Технологическая эффективность, %	55...60

Расход воздуха, м³/ч
 Габариты, мм:
 длина
 ширина
 высота
 Масса, кг

1200...1250
 630
 485
 707
 38

§ 3. АСПИРАТОРЫ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОЗДУХА

На мукомольных заводах широко применяют aspirаторы А1-БДА, А1-БДЗ, А1-БВЗ. Они работают на постоянном объеме воздуха, что очень важно, так как не нужно устройства специальных аспирационных сетей, а в помещении не образуется вакуума.

В технологической схеме подготовки зерна к помолу aspirатор может быть установлен после обоечных и щеточных машин, перед I дражной системой.

Аspirатор А1-БДА (рис.8, табл. 20). Работает по следующей схеме. Продукт, подлежащий очистке, поступает из бункера 5 в приемный клапан 4, заполняет его почти доверху и, открывая своей массой грузовой клапан 3, равномерным слоем падает на подвижный отражательный щиток 2 и затем в выпускной клапан 1. Продукт в aspirаторе продвигается дважды — при его выходе из канала на отражательный щиток и при падении со щитка в выпускной канал. Легкие примеси, захваченные воздушным потоком, по аспирационному каналу поступают в осадочную камеру 6, в которой они под действием центробежной силы прижимаются к наружной металлической стенке камеры, теряют скорость, опускаются и шнеком 7 удаляются из машины. В выходной трубе для отсосов после шнека установлен клапан для предотвращения подсоса воздуха. Воздух, освобожденный в осадочной камере от пыли и отсосов, засасывается по трубе 8 в вентилятор 9 и из него снова нагнетается в рабочую камеру машины для повторного продувания продукта. Скорость воздушного потока регулируют клапаном, рукоятка которого вынесена наружу.

Эффективность работы aspirатора по выделению легких примесей достигает 90 %. Технологическая эффективность работы снижается с увеличением насыщенности воздушной среды в aspirаторе пылью. При установке после обоечной машины aspirатор улавливает частицы оболочек, волоски бородки, отбитые в обоечных машинах, при этом снижается зольность зерновой массы на 0,02...0,03 %. При установке aspirаторов на первом этапе подготовки зерна к помолу (до кондиционирования) зольность отходов колеблется от 10 до 18, а на третьем этапе (после кондиционирования) — от 6 до 7,0 %.

Аspirатор А1-БДЗ (рис. 9). Принцип работы aspirатора заключается в следующем. Исходная смесь через приемный патрубок самотеком поступает в приемную камеру, в которой по наклонным скатам равномерно распределяется по всей ее длине. Затем по наклонной скатной

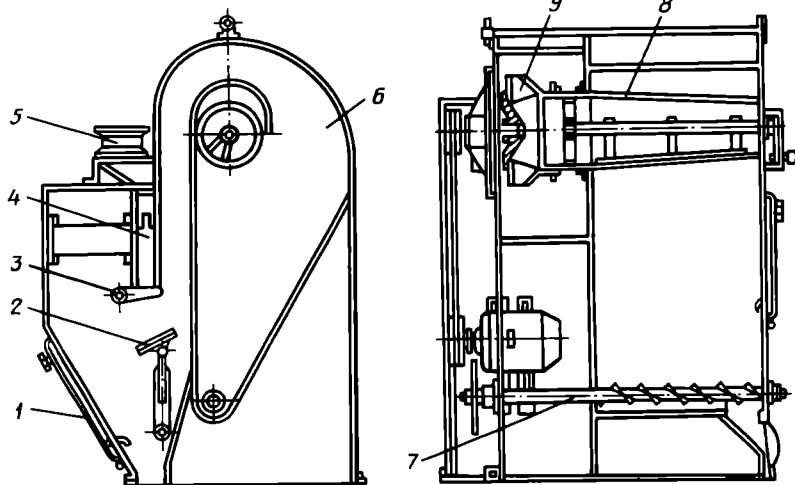


Рис. 8. Аспиратор А1-БДА с замкнутым циклом воздуха:

1 – выпускной клапан; 2 – отражательный щиток; 3 – грузовой клапан; 4 – приемный клапан; 5 – приемный бункер; 6 – осадочная камера; 7 – шнек; 8 – воздушная труба; 9 – вентилятор

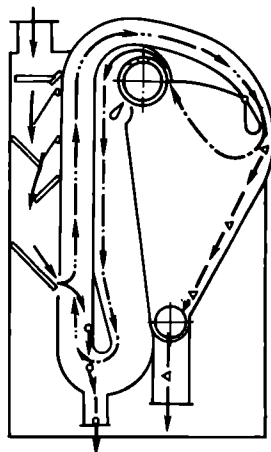


Рис. 9. Технологическая схема аспиратора А1-БДЗ

← Исходный продукт ← --- Смесь воздуха с пылью
 ← ○ Очищенное зерно ← --- Относы
 ← - - - Очищенный воздух

плоскости продукт поступает в пневмосепарирующий канал, где продувается восходящим потоком воздуха, создаваемым диаметральной вентилятором.

Легкие примеси захватываются воздухом и поступают в осадочную камеру. Очищенный продукт выводится из машины через выпускной патрубок. Относы, осажаясь в осадочной камере, выводятся из машины шнеком. Воздух, освобожденный от примесей, вновь засасывается ротором вентилятора и через рециркуляционный канал поступает в

пневмосепарирующий канал. Таким образом, воздушный поток движется по замкнутому циклу. Техническая характеристика этих сепараторов приведена в таблице 19.

19. Техническая характеристика aspirаторов типа А1-БДЗ

Показатели	А1-БДЗ-12	А1-БДЗ-6
Производительность, т/ч	12	6
Технологическая эффективность, %	60	60
Размеры пневмосепарирующего канала, мм:		
длина	1200	600
ширина	140	140
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	1,1
Габариты, мм:		
длина	1600	1000
ширина	1300	1300
высота	1860	1860
Масса, кг	600	430

Воздушный сепаратор А1-БВЗ с замкнутым циклом воздуха (рис. 10). Предназначен для очистки зерна злаковых и крупяных культур от примесей, отличающихся аэродинамическими свойствами, для отделения лузги из продуктов шелушения пленчатых культур, а также для контроля крупы и отходов. Продукт, поступающий самотеком в приемное устройство 1, равномерно распределяется по всей длине зернового канала 2, через грузовой клапан 5 попадает на планки 6 рабочей камеры 7. Пересыпаясь с одной планки на другую, продукт подвергается четырехкратному провеиванию воздушным потоком. При вращении рабочего колеса вентилятора воздух попадает на его лопасти и под действием центробежной силы нагнетается в кожух. Далее, пройдя через гребенку 4, воздушный поток выравнивается и поступает в рабочую камеру. Здесь он пересекает струю продукта, уносит легкие примеси, пыль и через сепарирующий канал 3 поступает в осадочную ка-

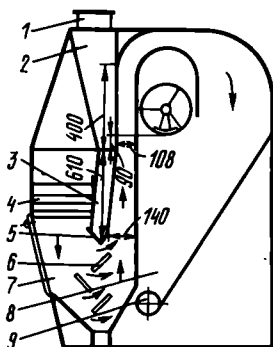


Рис. 10. Схема воздушного сепаратора А1-БВЗ:

1 - приемное устройство; 2 - зерновой клапан; 3 - сепарирующий канал; 4 - гребенка; 5 - грузовой клапан; 6 - планка; 7 - рабочая камера; 8 - осадочная камера; 9 - шнек

меру 8, где примеси осаждаются и шнеком 9 выводятся из машины.

Техническая характеристика аспиратора А1-БДА и воздушного сепаратора А1-БВЗ приведена в таблице 20.

20. Техническая характеристика

Показатели	А1-БВЗ	А1-БДА
Производительность, т/ч	10	5
Длина пневмосепарирующего канала, мм	1200	500
Диаметр ротора вентилятора, мм	606	420
Частота вращения ротора вентилятора, об/мин	1100	1600
Частота вращения шнека, об/мин	180...200	150
Расход воздуха, м ³ /ч	5040	2880...4320
Мощность электродвигателя, кВт	3,0	2,2
Габариты, мм:		
длина	1860	1300
ширина	1550	1100
высота	1962	1660
Масса, кг	830	450

§ 4. ПНЕВМОАСПИРАТОРЫ И ВОЗДУШНЫЕ СЕПАРАТОРЫ

Пневмоаспираторы применяют главным образом на предприятиях с пневматическим транспортом, где они выполняют две задачи — выделение основного продукта (зерна) из пневмосети и отделение воздушным потоком примесей, отличающихся от зерна аэродинамическими свойствами.

Пневмоаспираторы в технологической схеме подготовки зерна к помолу устанавливают после обоечных и щеточных машин с пневматическим забором зерна из машины. Если в зерноочистительном отделении устанавливают обычные обоечные и щеточные машины, то их подключают к материалопроводу пневмосети, по которому транспортируется зерно с нижних этажей на верхние.

На предприятиях с пневматическим транспортом нашли применение пневмоаспираторы типа БПС.

Пневмоаспиратор БПС (рис. 11). В этих пневмоаспираторах зерно с примесями, поступая по приемному патрубку 1, по инерции продолжает двигаться и при помощи отражателя 4 направляется в разгрузочную камеру 3. Воздух, изменив направление, проходит по обводному каналу 2 под наклонным дном разгрузочной камеры и поступает в пневмосепарирующий канал 5 переменного сечения. Ширину канала и отвод воздуха можно регулировать, перемещая подвижную стенку 6.

Разгрузочная камера снабжена питающим механизмом, который автоматически поддерживает постоянный уровень зерна в камере в зависимости от количества поступающего зерна.

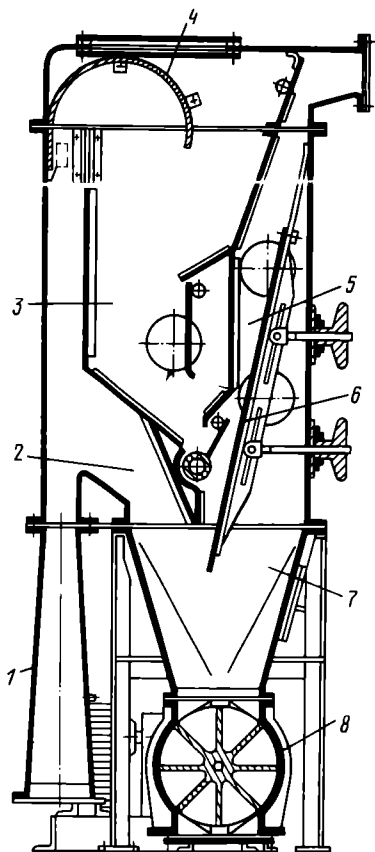


Рис. 11. Пневмоаспиратор БПС-10:

1 — приемный патрубок; 2 — обводный канал; 3 — разгрузочная камера; 4 — отражатель; 5 — пневмосепарирующий канал; 6 — регулируемая подвижная стенка; 7 — бункер; 8 — шлюзовой затвор

Восходящий поток воздуха, поступающий в пневмосепарирующий канал, извлекает из зерна легкие примеси и уносит их в циклон-разгрузитель. Очищенное зерно поступает в бункер 7 и выводится через шлюзовой затвор 8.

Выпускаемые промышленностью пневмоаспираторы типа БПС различаются производительностью соответственно 2,5; 5 и 10 т/ч. Недостатком в работе пневмоаспираторов является их недостаточная технологическая эффективность вследствие неравномерного распределения слоя зерна (по толщине и длине) в пневмосепарационном канале, а также высокой скорости ввода зерновой массы в пневмокана́л под неблагоприятным углом навстречу воздушному потоку.

В ряде случаев в осадочных камерах сепараторов и аспирационных колонок обнаруживают наряду с небольшим количеством отходов нормальное зерно основной культуры.

Воздушный сепаратор РЗ-БАБ (рис. 12). Конструкция воздушного сепаратора РЗ-БАБ обеспечивает предварительное расслоение зерновой массы, равномерное распределение зерна по длине пневмосепарирующего канала, возможность изменения поля скоростей в канале и регулирование подачи воздуха. Широкие возможности настройки режимов процесса воздушного сепарирования с удобством визуального контроля процесса и высокая эффективность отличают воздушный сепаратор РЗ-БАБ от других типов сепараторов аналогичного назначения.

Технологический процесс в воздушном сепараторе проходит следующим образом (рис. 13). Исходное зерно поступает в приемную камеру и затем на вибрлоток 7. На нем выравнивается слой зерна по всей длине пневмосепарирующего канала 14 и происходит всплывание легких примесей в верхний слой. Подготовленная таким образом зерновая смесь поступает в зону действия воздушного потока. При этом легкие приме-

си не испытывают сопротивления зернового слоя, что повышает эффективность их выделения в пневмосепарирующем канале. Основное количество воздуха проходит под вибрлотком, объединяется с воздухом, поступающим через жалюзи 18, и пронизывает слой зерна. Дополнительное поступление воздуха через жалюзи препятствует оседанию пыли на стенках пневмосепарирующего канала. Очищенное зерно II выводится через конус 9, а воздух III с легкими примесями — в систему аспирации.

В типовой схеме подготовки зерна к помолу на мукомольных заводах, оснащенных комплектным высокопроизводительным оборудованием, сепаратор РЗ-БАБ устанавливают в конце технологической схе-

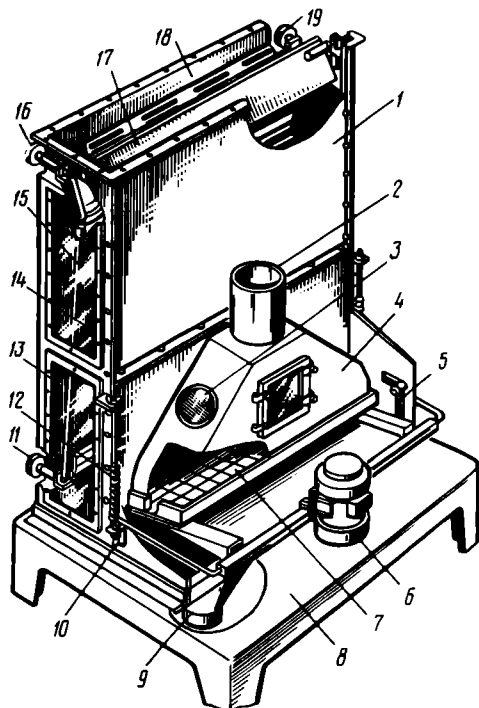


Рис. 12. Воздушный сепаратор РЗ-БАБ:

1 — корпус; 2 — приемный патрубок; 3 — отверстие для аспирации; 4 — приемная камера; 5 — подвеска; 6 — вибратор; 7 — вибрлоток; 8 — станина; 9 — выпускной конус; 10 — ограничитель хода; 11, 16, 19 — штурвалы; 12 — пружина; 13 — окно; 14 — пневмосепарирующий канал; 15 — подвижная стенка; 17 — дроссельная заслонка; 18 — жалюзи

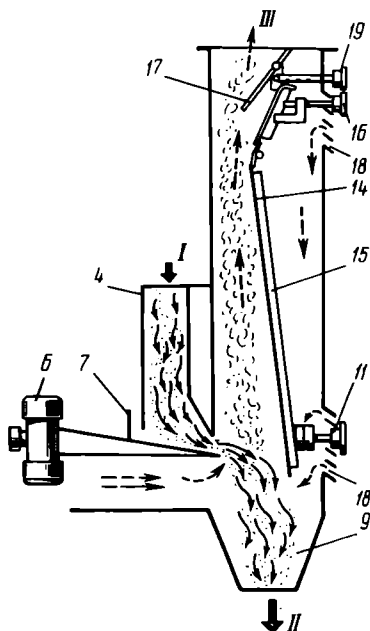


Рис. 13. Технологическая схема сепаратора РЗ-БАБ:

I — исходное зерно; II — очищенное зерно; III — воздух с легкими примесями (наименование позиций см. рис. 12)

мы перед последним этапом увлажнения для окончательного выделения примесей, которые образовались в результате обработки зерна в обочной машине и энтолейторе-стерилизаторе.

При этом одним из важных условий является предварительная очистка зерновой массы от крупных посторонних примесей, размеры которых могут быть больше предельного размера щели вибропитателя сепаратора РЗ-БАБ. Конструктивные особенности машины РЗ-БАБ позволяют размещать над ее приемной камерой объемный разгрузитель зерна типа У2-БРО или центробежного типа, что практически не увеличивает габариты устройства по высоте.

Техническая характеристика воздушного сепаратора РЗ-БАБ

Производительность, т/ч	8,9...11,8
Частота колебания вибrolотка, колеб/мин	1420
Амплитуда колебаний вибrolотка, мм	1,5...3,5
Расход воздуха, м ³ /ч	4800
Мощность, кВт:	
электровибратора	0,12
светильника	0,04
Габариты, мм:	
длина	1130
ширина	950
высота	1450
Масса, кг	270

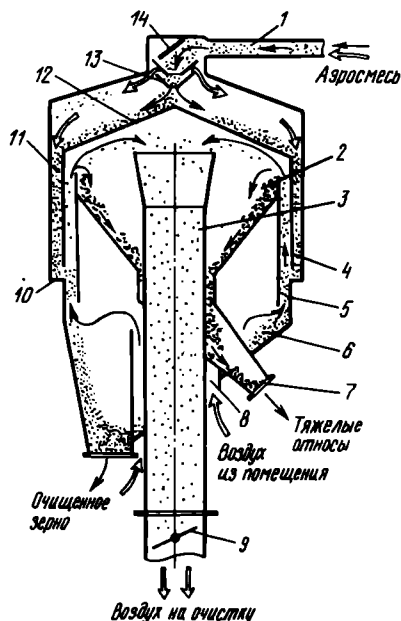


Рис. 14. Технологическая схема пневмоаспиатора РЗ-БСД:

1 — горизонтальный участок материалапровода подачи аэросмеси; 2 — осадочная камера; 3 — вертикальный воздухопровод вывода воздуха из пневмоаспиатора; 4 — пневмосепарирующий кольцевой канал; 5 — нижняя часть кольцевого пневмосепарирующего канала; 6 — конус сбора и вывода зерна; 7 — патрубок вывода тяжелых отходов; 8 — кольцевая щель подсоса воздуха в пневмоаспиатор; 9 — регулятор расхода воздуха; 10 — направляющее кольцо; 11 — кольцевой канал поступления зерна; 12 — распределительный конус; 13 — направляющая воронка; 14 — наклонный отражатель

Цилиндрический пневмоаспиратор РЗ-БСД (рис. 14). Одновременно выделяет легкие примеси и отделяет транспортирующий воздух от зерна. Пневмоаспиратор РЗ-БСД работает в системе нагнетающего пневмотранспорта, где выполняет функции циклона разгрузителя. Состоит из цилиндрического корпуса, внутри которого установлен распределитель, пневмосепарирующего канала, приемных и выпускных устройств.

Технологический процесс осуществляется следующим образом. Воздушный поток с зерном поступает в приемный патрубок и меняет направление, ударяясь об отражатель. Зерно падает на распределитель, скатывается вниз и проходит через кольцевой пневмосепарирующий канал.

Воздух уносит легкие примеси в осадочную камеру, а очищенное зерно выводится через выпускной конус. В осадочной камере легкие примеси разделяются на тяжелые и легкие отходы. Последние воздухом уносятся в центральный отсасывающий патрубок, а тяжелые отходы выпадают вниз и выводятся через боковой выпускной патрубок. Таким образом, пневмоаспиратор разделяет зерновоздушную смесь на три части: зерно, тяжелые отходы, воздух с легкими отходами.

Сепаратор РЗ-БСД обеспечивает эффективность выделения легких примесей 93,5 %.

Техническая характеристика пневмоаспиратора РЗ-БСД

Производительность, т/ч	7
Расход воздуха, м ³ /ч	3240
Габариты, мм:	
длина	1174
ширина	1174
высота	2182
Масса, кг	385

§ 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ АСПИРИРУЮЩИХ МАШИН

Технологическую эффективность работы аспирирующих машин оценивают отделением легких примесей (пыли, сорной примеси, сечки, лузги, мучки, изъеденных и щуплых зерен и т. д.) от зерна и определяют (%) по формуле

$$T = \frac{a - b}{a} 100,$$

где a – содержание легких примесей в зерне до поступления в машину, г; b – содержание легких примесей в зерне после прохождения машины, г.

Общее количество выделенных легких примесей должно быть после каждого прохода машины 75 %, в том числе семян сорных растений 20...30, битых зерен 20...30, щуплых 20...30 % от содержания их в зерновой массе. Содержание полезного зерна в отходах не должно быть более 2 %. После пропуска зерна через пневмоаспиратор в результате

уменьшения запыленности зольность его должна снизиться на 0,01...0,02 %.

Для обеспечения высокой технологической эффективности очистки производительность оборудования не следует устанавливать выше паспортной. Об эффективности работы воздушного сепаратора можно судить по следующим данным:

Скорость воздуха в пневмосепарирующем канале (м/с)	7,4	6,05
Содержание примесей в зерновой массе:		
до РЗ-БАБ	0,01...0,06	0,05...0,09
после РЗ-БАБ	0,0	0,01...0,02
Коэффициент очистки от примесей, %	100	80

При скорости воздуха в пневмосепарирующем канале 5,7 м/с количество легких примесей до очистки в пневмосепараторе РЗ-БСД 0,96...0,73 %, после очистки: 0,002...0,004, коэффициент очистки 8,78...99,3 %.

Вопросы для самопроверки. 1. Расскажите, как действует сила воздушного потока на зерновку. 2. Что называется аэродинамическими свойствами частицы? 3. Что такое скорость витания? 4. Где устанавливают аспирационную колонку и аспиратор с замкнутым циклом воздуха? 5. В чем заключаются принципы работы пневмоаспираторов? 6. Чему равна технологическая эффективность работы оборудования, отделяющего примеси по аэродинамическим свойствам?

Глава V

ОЧИСТКА ЗЕРНА ОТ ПРИМЕСЕЙ ПО РАЗМЕРАМ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Зерно удлинённой формы характеризуется длиной, шириной и толщиной (рис. 15). Разные зерновки культурных и семена сорных растений имеют различные размеры. Так, зерновки овса и овсяга имеют удлинённую форму, причем длина превышает толщину и ширину в несколько раз, куколя — укороченную, гороха — шарообразную. Эти особенности зерна используют для очистки основной культуры в зерноочистительных машинах. Зная размеры зерен и примесей (табл. 21), из зерновой массы на ситах можно выделить зерно или примеси, отличающиеся по толщине или ширине, а при помощи ячеистой поверхности — по длине.

Для сортирования зерновой массы по толщине применяют сита с продолговатыми (рис. 16), по ширине — с круглыми отверстиями (рис. 17), по длине — с ячеистой поверхностью (рис. 18). В ячейку рабочего органа из зерновой массы всегда попадают короткие компоненты.

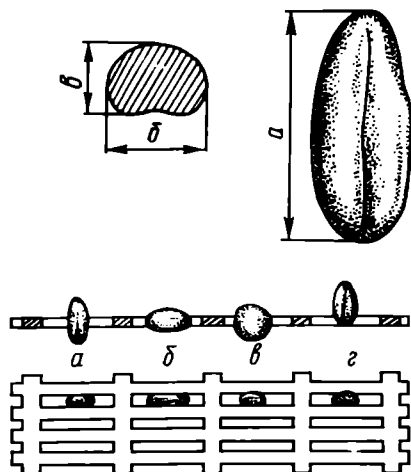


Рис. 16. Разделение зерна на ситах с продолговатыми отверстиями:

а, б, в – зерна проходят через сито (толщина зерен меньше ширины отверстия); *г* – зерно не проходит через сито (толщина больше ширины отверстия)

Рис. 15. Размеры зерна пшеницы:

а – длина; *б* – ширина; *в* – толщина

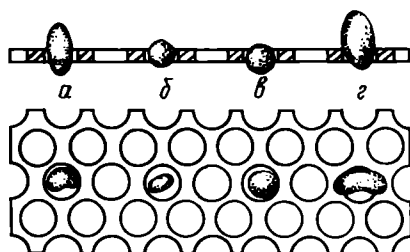


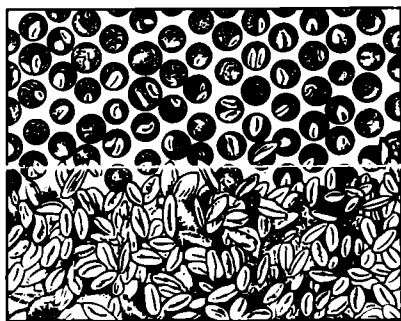
Рис. 17. Разделение зерна на ситах с круглыми отверстиями:

а, в – зерна проходят через сито (ширина зерен меньше диаметра отверстия); *б, г* – зерно не проходит через сито (толщина зерна больше диаметра отверстия)

21. Размеры зерен разных культур, мм

Культура и примеси	Длина	Ширина	Толщина
Пшеница	4,8...8,6	1,8...4,0	1,6...3,8
Рожь	5,0...9,8	1,4...3,4	1,0...3,4
Овес	8,0...18,6	1,4...4,0	1,0...4,0
Ячмень	7,0...14,6	2,0...5,0	1,2...4,5
Просо	1,8...3,2	1,5...2,0	1,5...1,7
Горох		φ 3,5...9,0	
Куколь	2,7...3,8	2,0...3,5	1,5...3,0
Овсяг	15,0...25,0	1,4...3,2	1,2...3,0

Сита – основные рабочие органы просеивающих машин. Сита характеризуются формой и размером отверстия и коэффициентом живого сечения. Размер отверстия взаимосвязан с номером сита. Коэффициент живого сечения характеризует севкость сита. Его определяют как отношение площади отверстий ко всей рабочей площади сита. Чем больше коэффициент живого сечения, тем выше севкость. В зерноочистительном отделении мукомольного завода применяют пробивные (штампованные) и металлотканые сита. Пробивные сита изготовляют из листовой стали толщиной 0,8...2,0 мм. Отверстия пробивных сит бывают круглой, продолговатой и треугольной формы. Сита с круглыми отверстия-



a



б

Рис. 18. Триерная (ячеистая) поверхность:

a — куколеотборочной машины (в ячейках куколки); *б* — овсягоотборочной машины (в ячейках зерно)

ми изготавливают $\phi 0,7...20$ мм по варианту типа I (рис. 19). Расположение круглых отверстий на листе таково, что центр каждого из них находится в центре правильного шестиугольника, в вершинах которого расположены центры соседних отверстий, причем две стороны шестиугольника перпендикулярны длине стального листа.

Сита с продолговатыми отверстиями изготавливают двух типов: с отверстиями, расположенными одинаковыми рядами, и с отверстиями, расположенными смещенными рядами (рис. 20). Размеры отверстий по ширине $0,5...10$, по длине $10...50$ мм.

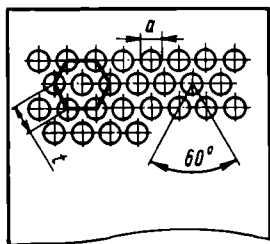
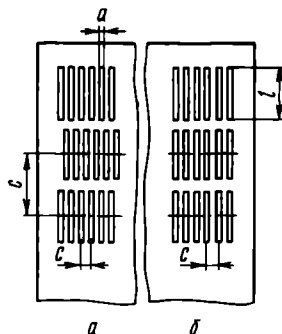


Рис. 19. Расположение отверстий на сите типа I:

t — шаг отверстий; *a* — диаметр отверстия



a

б

Рис. 20. Расположение продолговатых отверстий на сите:

a — отверстия расположены смещенными рядами; *б* — отверстия расположены одинаковыми рядами

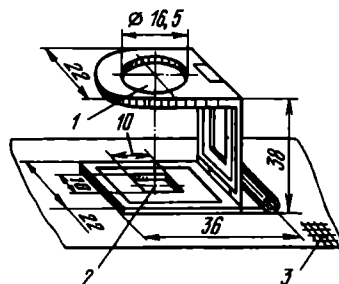
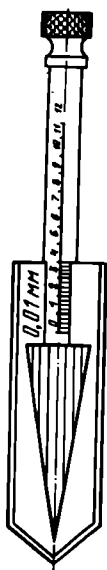


Рис. 21. Конический дыромер

Рис. 22. Переплетение нитей проволоочного сита

Рис. 23. Текстильная лупа ЛТ-1:

1 – линза; 2 – измерительное окно размером 10×10 мм;
3 – сито

Номер пробивного сита, разделенный на 10, соответствует рабочему отверстию в миллиметрах. Например, для пробивного сита № 14 с продолговатыми отверстиями ширина отверстия 1,4 мм ($a = 1,4$ мм; см. рис. 20), для сита № 19 с круглыми отверстиями диаметр отверстия 1,9 мм (см. рис. 17). Размеры отверстий штампованных сит измеряют коническим дыромером (рис. 21).

Металлотканые сита (сетки проволоочные) изготавливают из стальной низкоуглеродистой отоженной проволоки. Сетки представляют собой проволоочную ткань простого полотняного переплетения с квадратными ячейками размером в свету 0,4...5,0 мм (рис. 22). Номер металлотканого сита равнозначен размеру ячейки проволоочного сита в свету.

Для определения номера металлотканого сита следует использовать текстильную лупу ЛТ-1 (рис. 23), при помощи которой можно подсчитать, сколько нитей размещается по ширине окна, равной 1 см, затем эту величину надо увеличить в 2,5 раза. При помощи справочной таблицы можно определить номер сита (см. Правила).

§ 2. СЕПАРАТОРЫ

Для очистки основной массы зерна от посторонних примесей, различающихся размерами и аэродинамическими свойствами, применяют зерноочистительные машины с цилиндрическими или плоскими ситами.

Конструкция рабочих органов и параметры рабочего процесса соответствуют особенностям конкретных технологических операций.

Предварительная очистка от самых крупных примесей производится в машинах — скальператорах с медленно вращающимся ситовым цилиндром. Более тщательная очистка зерна от примесей осуществляется в сепараторах, где плоские сита установлены в два яруса и образуют простую технологическую схему. Здесь обеспечивается выделение крупных и мелких примесей.

Для более сложных задач используют машины с развитой технологической схемой. Это сепараторы-фракционеры с многоярусными горизонтальными ситами, которые делят зерно на крупную и мелкую фракции, а также очищают мелкую фракцию от примесей.

Сита для сепараторов подбирают на основании результата просеивания образца очищаемого зерна в лабораторных условиях при пропуске через сепаратор пробной партии зерна.

Производительность сепаратора определяют по площади или ширине сита:

$$Q = q_b b l = F q_F,$$

где q_b — удельная нагрузка по ширине сита, т/(ч·м); q_F — удельная нагрузка по площади сита, т/(ч·м²); b — ширина сита, м; l — длина сита, м; F — площадь сита, м².

Скальператор А1-Б30. Для очистки зерна от крупных примесей (камней, крупных стеблей растений и др.), попавших в зерно во время уборки, хранения и транспортирования, используют барабанный скальператор А1-Б30. Его устанавливают в элеваторе или механизированном складе перед сепараторами.

В корпусе 2 установлен ситовый цилиндр 3 (рис. 24) с горизонталь-

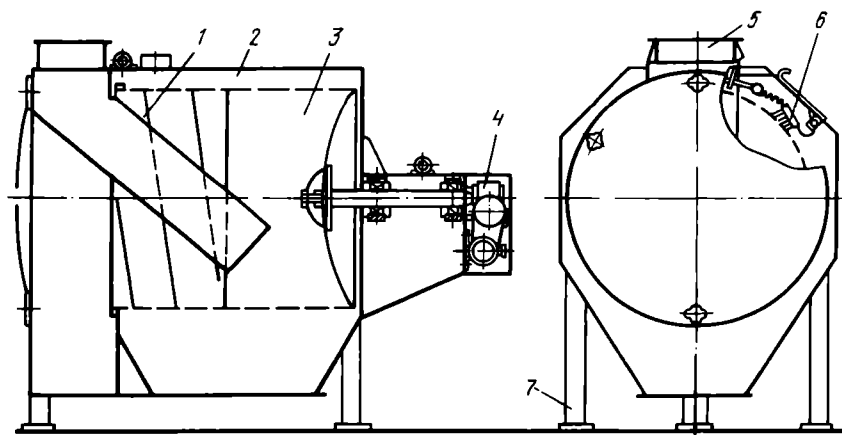


Рис. 24. Барабанный скальператор А1-Б30:

1 — лопасть; 2 — корпус; 3 — ситовый цилиндр; 4 — привод; 5 — приемное устройство; 6 — щетка-очиститель; 7 — стойка

ной осью вращения, который закреплен с одной стороны на приводном валу. Он служит основным рабочим органом машины и выполнен в виде металлочугунной цилиндрической сетки с размерами отверстий в приемной части 25 X 25 мм и сходовой — 10 X 10 мм. На внутренней поверхности сходовой части ситового цилиндра установлена винтообразная лопасть 1 для ускорения вывода примесей из машины.

Принцип действия скальператора. Исходная зерновая смесь поступает равномерно через приемный патрубок по лотку внутрь приемной части ситового цилиндра. Проходя через отверстия, очищенное от примесей зерно через выпускной патрубок выводится из машины и подается на последующую очистку. Примеси, постепенно перемещаясь в открытой части ситового цилиндра, сбрасываются винтовой лопастью в выпускной патрубок для отходов. Эффективность очистки зерна от крупных примесей в скальператоре достигает 100 %.

Техническая характеристика скальператора А1-БЗО

Производительность, т/ч	100
Размеры ситового цилиндра, мм:	
диаметр	950
длина	1078
Частота вращения ситового цилиндра, об/мин	21
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	720
Мощность электродвигателя, кВт	0,37
Габариты, мм:	
длина	2150
ширина	1130
высота	1665
Масса, кг	400

Сепараторы типа А1-БИС и А1-БЛС. В них зерно на ситах очищают от примесей, отличающихся от него шириной и толщиной, а в пневмосепарирующем канале — скоростью витания.

Сепаратор типа А1-БИС. Выпускают в двух вариантах исполнения с различной производительностью: 100 и 12 т/ч, предназначенные для очистки зерна соответственно на элеваторе и мукомольном заводе. Принцип действия сепараторов одинаков. Сепаратор состоит из закрытого ситового кузова 4, подвешенного к станине на гибких подвесках, и блока из двух пневмосепарирующих каналов 11 (рис. 25). В кузове расположены две параллельно работающих секции, в каждой из которых в два яруса установлены выдвижные ситовые рамы 22. Они продольными и поперечными брусками разделены на ячейки, где находятся по два резиновых шарика ϕ 35 мм для очистки сит от застрявших частиц. Ситовой кузов совершает круговое поступательное движение.

Патрубки, установленные на станине, и патрубки ситового кузова соединены матерчатыми рукавами. В пневмосепарирующие каналы 11 зерно поступает из соответствующей секции ситового кузова.

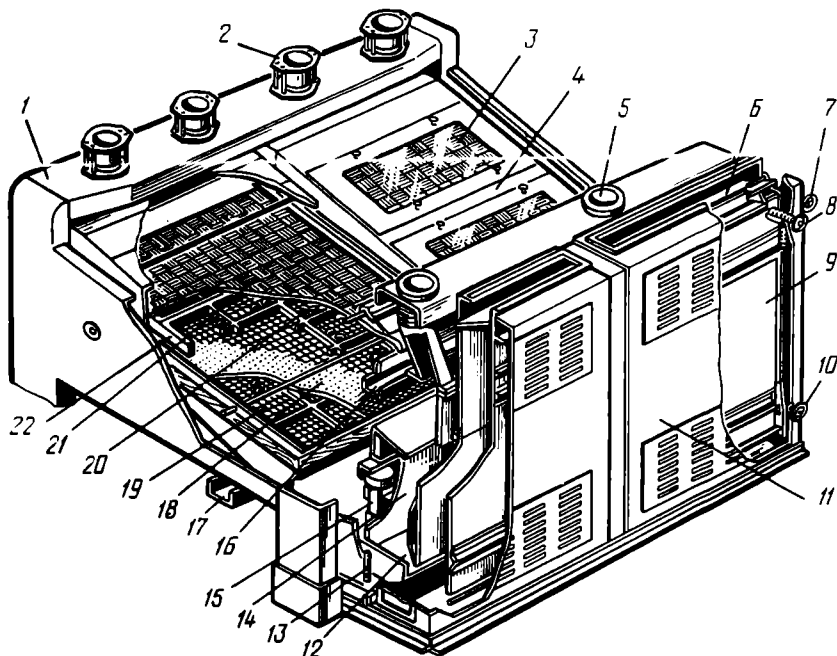


Рис. 25. Сепаратор типа А1-БИС:

1 — станина; 2 — приемные патрубки; 3 — смотровое окно; 4 — ситовой кузов; 5 — аспирационные патрубки; 6 — дроссельная заслонка; 7, 8, 10 — штурвалы; 9 — подвижная стенка; 11 — стенки пневмосепарирующих каналов; 12 — виброток; 13 — пружина; 14 — приемная коробка; 15 — вибратор; 16, 17 — лотки для крупных и мелких примесей; 18, 21 — подсеивное и сортировочное сита; 19 — поддон; 20 — шарик-очиститель; 22 — ситовая рама

В пневмосепарирующем канале расположены приемная коробка 14, виброток 12, подвешенный к стенкам пневмосепарирующего канала на резиновых подвесках и пружинах 13 и совершающий колебательные движения в горизонтальной плоскости от электромеханического вибратора 15. Внутри пневмосепарирующего канала установлена подвижная стенка 9. Перемещение верхней и нижней ее частей обеспечивается поворотом рукояток штурвала 8 и 10. Расход воздуха регулируют поворотом дроссельной заслонки 6 с помощью штурвала 7. Между пневмосепарирующими каналами установлен светильник, благодаря которому через смотровые окна в каналах можно визуально контролировать процесс выделения легких примесей.

Исходное зерно подается делителем в каждую секцию отдельно, поэтому в сепараторе можно очищать зерно разного качества. Делитель направляет зерно равными потоками в два приемных патрубка,

расположенных по ширине кузова. Этим обеспечивается равномерное распределение зерна по ширине сита (рис. 26).

Крупные примеси *V* (сход с сортировочных сит) выводятся из сепаратора лотком 16 (см. рис. 25), а смесь зерна с мелкими примесями проходит через сортировочное сито и поступает на подсевное сито 3. Мелкие примеси *IV* (проход подсевного сита) направляются в лоток 17 и выводятся из сепаратора.

Очищенное в ситах от крупных и мелких примесей зерно *III* поступает в приемную коробку 6 пневмосепарирующего канала 5 и на вибrolоток 7. Уровень зерна в приемной коробке можно регулировать с помощью пружин. Наличие определенного уровня зерна в приемной коробке способствует более равномерному распределению его по ширине пневмосепарирующего канала и предотвращает подсос воздуха в этой зоне.

Под действием массы зерна образуется щель между вибrolотком и стенкой приемной коробки, через которую зерно поступает в зону действия воздушного потока. Поступление воздуха в зону

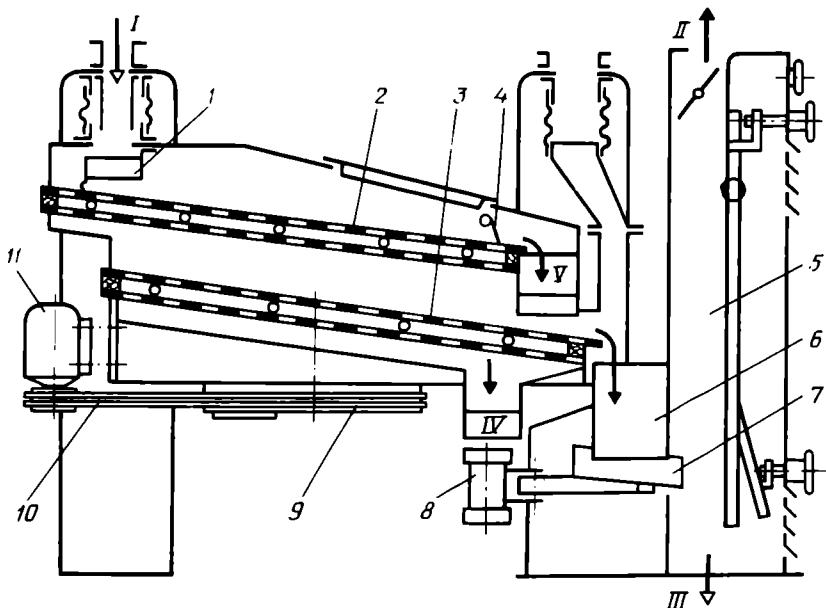


Рис. 26. Технологическая схема сепаратора А1-БИС:

1 — распределительное днище; 2 — сортировочное сито; 3 — подсевное сито; 4 — фартук; 5 — пневмосепарирующий канал; 6 — приемная коробка; 7 — вибrolоток; 8 — вибратор; 9 — шкив с дебалансом; 10 — клиноременная передача; 11 — электродвигатель; *I* — исходная смесь; *II* — легкие примеси; *III* — очищенное зерно; *IV* — мелкие примеси; *V* — крупные примеси

пневмосепарирования осуществляется в основном под вибролотком. При проходе потока воздуха через слой зерна легкие примеси уносятся воздухом через канал в осадочное устройство — горизонтальный циклон А1-БЛЦ. Четкость сепарирования в пневмосепарирующем канале регулируют установкой положения подвижной стенки, а расход воздуха — поворотом дроссельной заслонки. Скорость воздушного потока в пневмосепарирующем канале устанавливают с учетом требований, предъявляемых к уровню очистки зерновой массы и содержанию зерна в отходах на основе результатов контроля работы сепараторов.

Обычно при очистке пшеницы средняя скорость воздушного потока должна быть 5,5...6,5 м/с, при очистке ржи 5,0...6,0 м/с.

В отличие от сепаратора А1-БИС-12 в каждом ярусе у сепаратора А1-БИС-100 установлено по две ситовых рамы и шире пневмосепарирующий канал.

Сепараторы типа А1-БЛС. Эти сепараторы выпускают в нескольких вариантах исполнения с различной производительностью, т/ч: 12, 16, 100, 150, причем два последних предназначены в основном для использования на элеваторе, остальные — на мукомольном заводе. Они отличаются от сепараторов типа А1-БИС в основном конструкцией пневмосепарирующего канала. Регулируемая перегородка выполнена из оргстекла триплекс, она же служит внешней стенкой канала. Лампа установлена в верхней части канала горизонтально и освещает его по всей площади. Благодаря этому можно наблюдать, как происходит очистка зерна от легких примесей, и оперативно регулировать процесс. Имеются также отличия в исполнении ситового кузова. Ситовой кузов сепаратора А1-БЛС-12 односекционный, остальные модели имеют двухсекционный кузов.

Характеристика рабочих органов сепараторов и их технические показатели приведены в таблицах 22 и 23. Размеры отверстий сит, сортировочного и подсеивного, в сепараторах А1-БИС-100, А1-БЛС-100, А1-БЛС-150 соответственно ϕ 8 и 3,5 мм, а в сепараторах А1-БИС-12, А1-БЛС-12, А1-БЛС-16 соответственно 4,25×25 и ϕ 2 мм.

22. Характеристика рабочих органов сепараторов

Сепараторы	Число секций	Число ситовых рам		Размеры ситовых рам, мм	Площадь сит, м ²
		в ярусе	общее		
А1-БИС-12	2	1	4	1000×1000	4
А1-БИС-100	2	2	8	1000×750	6
А1-БЛС-12	1	2	4	1000×750	3
А1-БЛС-16	2	1	4	1000×1000	4
А1-БЛС-100	2	2	8	1000×750	6
А1-БЛС-150	2	2	8	1500×750	9

23. Техническая характеристика сепараторов

Показатели	А1-БИС		А1-БЛС			
	12	100	12	16	100	150
Производительность, т/ч	12	100	12	16	100	150
Технологическая эффективность очистки от сорной примеси, %	80	28	80	75	20...60	20...60
Частота круговых колебаний ситового кузова, об/мин	325	304	325	325	375	340
Радиус круговых колебаний ситового кузова, мм	9	9	9	9	11	11
Расход воздуха, м ³ /мин	100	142	103	180	180	270
Установленная мощность, кВт:	1,38	1,38	1,24	1,38	1,78	1,82
электродвигателя привода	1,1	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5
электровибратора	0,24	0,24	0,12	0,24	0,24	0,24
светильников	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,08
Габариты, мм:						
длина	1950	2550	2590	2085	2590	2630
ширина	2525	2525	1360	2510	2510	3590
высота	1510	1510	2075	2075	2150	2260
Масса, кг	1450	1650	910	1600	1820	2140

Примечание. Установленная мощность электродвигателей сепараторов типа А1-БЛС приведена с учетом мощности электродвигателей затворов горизонтальных циклонов, а габариты – с делителями зерна без учета горизонтальных циклонов. Технологическая эффективность и производительность даны для пшеницы влажностью до 15 % и содержанием сорной примеси до 3 %.

Сепаратор А1-БСФ-50. Предназначен для разделения исходной зерновой смеси на две фракции, отличающиеся размерами, и очистки мелкой фракции зерна от мелких примесей (подсева). Выделение мелкой фракции пшеницы – технологический прием, позволяющий существенно повысить потенциальные возможности зерновой массы, улучшить условия процесса кондиционирования вследствие более равномерного увлажнения зерен различной крупности. Создание однородных по размерам партий зерна способствует более эффективному выделению эндосперма.

О качестве мелкой фракции можно судить по массе 1000 зерен (18,1...18,47 г, в то время как масса 1000 зерен крупной фракции составляет 28...36 г). Сепаратор А1-БСФ-50 устанавливается в элеваторе после сепаратора А1-БИС-100 или А1-БЛС-100(150).

Сепаратор (рис. 27) представляет собой машину пакетного типа разборной конструкции. Он состоит из четырех секций, системы крепления, подвески, привода с балансирным механизмом, приемных и выпускных устройств. Корпус сепаратора приводится в круговое посту-

пательное движение в горизонтальной плоскости от привода с баланси́рным механизмом 12. На упругих подвесках 2 корпус подвешивается к потолочной раме.

В пакетную раму 5 вкладывают два пакета ситовых рам 7 по десять штук в каждом пакете. Ситовые рамы сепаратора имеют одинаковое устройство и состоят из двух рам: основной и вкладной. Основная рама — квадратная, имеет поддон и перепускные каналы. Поддон предназначен для сбора проходовой фракции зерна данной рамы и направления этой фракции в соответствующий перепускной канал основной рамы. Вкладная рама имеет деревянный каркас, на который монтируют металлоштампованное сито и металлотканую сетку с ячейками размером 10X10 мм. Между ситом и сеткой помещены пластинчатые очистители треугольной формы (6 шт.).

Балансирный механизм состоит из верхнего и нижнего подшипниковых узлов и балансира. Для регулирования радиуса колебаний корпуса сепаратора в горизонтальной плоскости балансир имеет съемные свинцовые грузы.

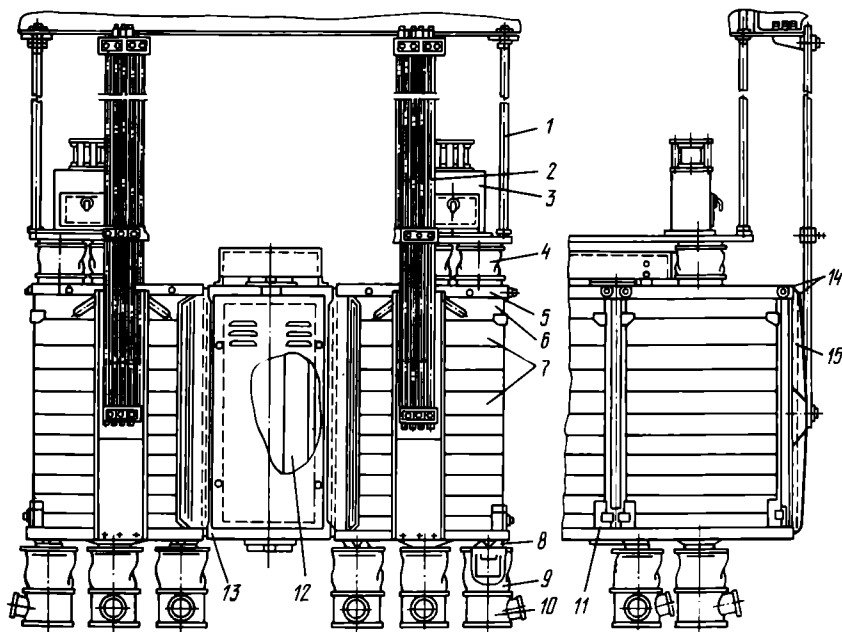


Рис. 27. Сепаратор А1-БСФ:

1 — штанга; 2 — подвески; 3 — приемное устройство; 4, 9 — рукава; 5 — пакетная рама; 6 — приемная коробка; 7 — ситовые рамы; 8 — выпускной патрубок; 10 — напорный патрубок; 11, 14 — зажимные устройства; 12 — баланси́рный механизм; 13 — центральная рама; 15 — вертикальная балка

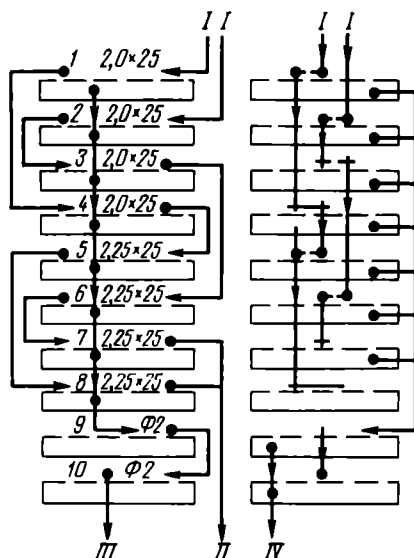
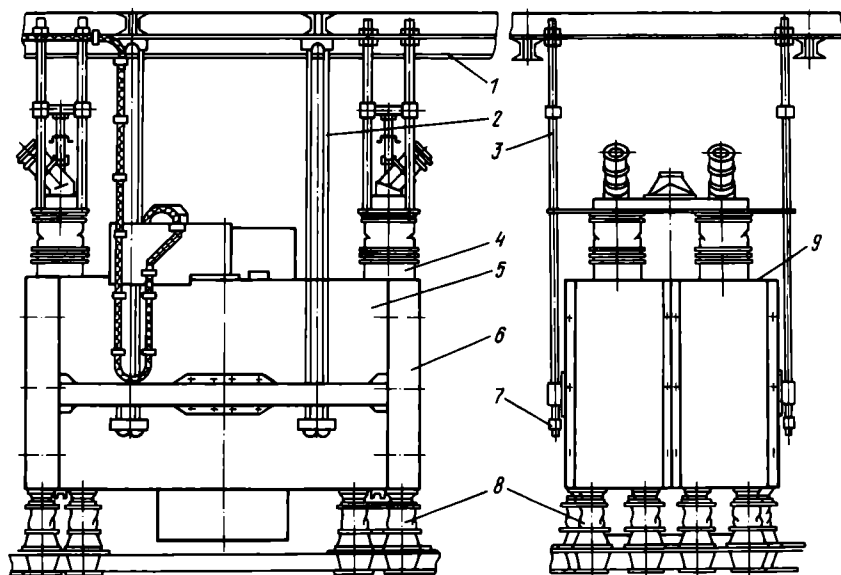


Рис. 28. Технологическая схема сепаратора А1-БСФ:

I – исходное зерно; *II* – крупная фракция зерна; *III* – мелкая фракция зерна; *IV* – мелкие примеси

Рис. 29. Сепаратор А1-БСШ:

1 – потолочная рама; *2* – трос; *3* – штанга; *4* – приемное устройство; *5* – шкаф; *6* – дверь; *7* – винт; *8* – рукава; *9* – крышка



Принцип работы сепаратора заключается в последовательном движении двух параллельных потоков зерна пшеницы по плоским горизонтальным ситам, совершающим круговое поступательное движение в горизонтальной плоскости.

При движении зерновой смеси по ситам происходит процесс ее самосортирования, вследствие чего более мелкое зерно и мелкие примеси оказываются в нижних слоях, а крупное — в верхних. Крупная фракция зерна сходит с сит с ячейками размером $2,25 \times 25$ мм, мелкая — с сит с отверстиями $\phi 2$ мм (рис. 28). Мелкие примеси — это проход сит с отверстиями $\phi 2$ мм.

Сепаратор А1-БСШ. Предназначен для очистки и фракционирования зерна. Он представляет собой разборную конструкцию. Сепаратор состоит из металлического шкафа 5 (рис. 29), системы поддерживающих, приемных 4 и выпускных устройств, привода с балансирующим механизмом. На стальных тросах 2 шкаф сепаратора подвешивают к потолочной раме 1.

Внутри шкафа установлена крестообразная несущая рама, образующая четыре секции. Каждая секция с одной стороны закрыта дверью 6, внутри которой перегородками образованы перепускные каналы, а с

другой стороны установлены распределительные коробки с каналами аналогичной конструкции. Перепускные каналы дверей и распределительных коробок предназначены для сбора и направления сходовых фракций в соответствии со схемой. Вдоль двух продольных боковых сторон каждой секции образованы перепускные каналы для сбора и направления проходных фракций. В каждой секции установлены 16 выдвигаемых рам. Рама сепаратора включает цельнометаллический поддон и деревянную вкладную раму. Она состоит из деревянного каркаса, разделенного внутренними перегородками на шесть равных по размеру

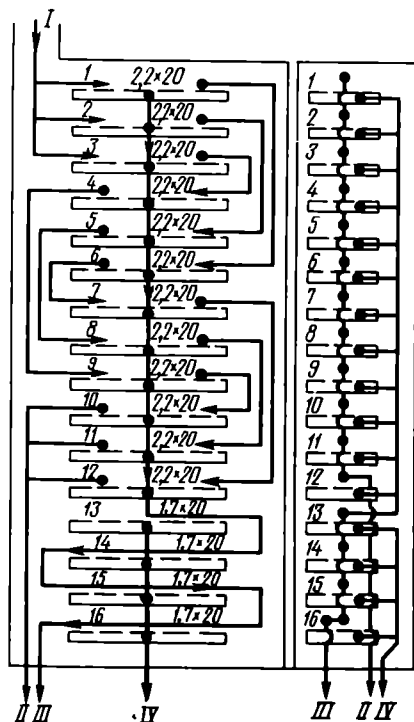


Рис. 30. Технологическая схема сепаратора А1-БСШ:

I — исходное зерно; *II* — крупная фракция зерна; *III* — мелкая фракция зерна; *IV* — мелкие примеси

ячеек. Сверху каркаса закреплено сито, а снизу – сварная опорная сетка. Очистка сита осуществляется треугольными очистителями из полиуретана, находящимися между ситом и сеткой, по одному в каждой ячейке рамы. В группе верхних 12 рам каждой секции сепаратора установлены сита с размерами отверстий 2,2×20 мм. 12-я рама сделана без поддона. В группе нижних четырех (подсевных) рам применены сита с отверстиями размером 1,7×20 мм. 16-я рама выполнена без поддона.

Принцип работы сепаратора (рис. 30) заключается в параллельном и последовательном перемещении обрабатываемой зерновой смеси по набору сит, совершающих круговое поступательное движение в горизонтальной плоскости. В результате колебаний ситовой поверхности происходит процесс самосортирования обрабатываемой смеси, вследствие чего мелкое зерно и мелкие примеси оседают на ситовую поверхность и просеиваются, а крупная фракция зерна после четырехкратного последовательного прохождения по верхним 12 рамам каждой секции сходом выводится из сепаратора. Мелкая фракция зерна и мелкие примеси, объединенные в один поток, по боковым каналам каждой секции поступают на четыре нижние подсевные рамы, где мелкая фракция сходом, а мелкие примеси проходом раздельно выводятся из сепаратора.

Техническая характеристика сепараторов А1-БСФ-50 (А1-БСШ)

Производительность, т/ч	50
Технологическая эффективность выделения мелкой фракции зерна*, %	30...40 (50...60)
Число:	
секций	4
ситовых рам в секции	10 (16)
Размеры (длина × ширина), мм:	
ситовой рамы с перепускным каналом	830×830
вкладной рамы	730×685 (940×530)
Общая площадь ситовой поверхности, м ²	20 (32)
Радиус колебаний корпуса, мм	31 (35...40)
Частота колебаний ситового кузова, об/мин	12
Установленная мощность электродвигателя, кВт	5,5
Габариты, мм:	
длина	2800
ширина	2200
высота	2150
Масса, кг	2850 (2950)

* Проход сита с размерами отверстий 2,2×20 мм.

§ 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ВОЗДУШНО-СИТОВЫХ СЕПАРАТОРОВ

Очистка зерна в сепараторах должна обеспечить максимальное отделение сорной и зерновой примесей. Для этого нужно правильно подобрать сита, наладить работу аспирационной сети и обеспечить нормальную загрузку машины. Разделение зерновой массы на крупную и мелкую фракции и дальнейшую очистку каждой фракции широко используют на элеваторах и мукомольных заводах, что повышает эффективность очистки. Очистку зерна от примесей следует считать эффективной, если на этапе обработки до кондиционирования из зерна будет удалено не менее (%) :

сорной примеси	80
в том числе:	
легкой	90
длинной	70
короткой	80
мелкой	70
минеральной	95
зерновой примеси, всего	30

Сорную и зерновую примеси на первом этапе подготовки зерна отделяют в сепараторе, триере, камнеотделительной машине. Но ведущей машиной в этой группе является сепаратор, от его эффективности работы во многом зависит качество очистки зерна. Содержание полноценных зерен в крупных примесях не допускается, а в отходах мелких и легких примесей может быть не более 2 % массы отходов. Технологическую эффективность (%) работы сепараторов определяют по количеству примесей, содержащихся в зерне до и после машины, по формуле

$$\eta = \frac{a-b}{a} 100,$$

где a – содержание примесей в зерне до поступления в машину, г; b – содержание примесей в зерне после машины, г.

На технологическую эффективность работы сепаратора влияют следующие основные факторы: правильный подбор сит, фактическая удельная нагрузка на сито, равномерное распределение зерна по ширине сит и сечению аспирационного канала, количество и характер примесей в массе зерна, расход воздуха, герметичность осадочных и аспирационных камер, наклон сит и их очистка, правильная работа приводных механизмов, приемно-питающих устройств. На технологическую эффективность работы сепаратора также влияет правильный выбор скорости воздуха в аспирационном канале, она должна составлять до 6 м/с.

Обслуживающий персонал в процессе работы сепаратора контролирует эффективность технологического режима органолептически, сравнивая пробы продукта до и после машины (по содержанию в них посторонних примесей), а также пробы отходов, полученных после сепарато-

ра и взятых из аспирационных осадочных камер (по наличию в них нормального зерна).

Вопросы для самопроверки. 1. В каких машинах отбирают примеси по длине, ширине и толщине? 2. Что означает номер штампованных и металлотканых сит? 3. Как определить размер отверстия штампованного и металлотканого сита? 4. В каком месте технологической схемы подготовки зерна устанавливают воздушно-ситовые сепараторы? 5. В чем заключаются назначение и технологическая эффективность работы сепаратора? 6. Как правильно подбирать сита для сепаратора? 7. Каково назначение скальператора А1-БЗО и особенности его конструкции? 8. Назовите основные узлы сепараторов типа А1-БИС и А1-БЛС. 9. Какие фракции получают после обработки зерна в сепараторе А1-БСФ-50?

Глава VI

ОЧИСТКА ЗЕРНА ОТ ПРИМЕСЕЙ ПО ДЛИНЕ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Очистка зерна на ситах и при помощи воздушного потока не позволяет получить должную эффективность отделения примесей, имеющих такое же поперечное сечение, как и зерно, но отличающихся от него длиной. К таким примесям относят шаровидные короткие зерна (куколь, полевой горошек, гречишку, битое зерно основной культуры и т. д.) или длинные зерна с большей длиной, чем очищаемая культура (овсюг, овес, ячмень и т. д.). Для выделения из зерновой массы коротких и длинных примесей применяют машины с ячеистой вращающейся рабочей поверхностью — триеры.

Конструкции триеров различаются следующими признаками: устройством основного рабочего органа (дисковый, цилиндрический), видом движения (круговое, комбинированное), скоростью (тихоходный, быстроходный), технологической схемой, комплектностью цилиндра (целые, разборные), а также способом питания и перемещения слоя зерна в цилиндре. На мукомольных заводах, как правило, применяют дисковые триеры и реже цилиндрические.

Цилиндрический триер состоит из цилиндра, на внутренней поверхности которого имеются ячеи, и шнека, расположенного в желобе. Короткие частицы, отобранные ячейками при вращении цилиндра, при его повороте выпадают в желоб и шнеком удаляются из машины, а длинные частицы скользят по внутренней поверхности цилиндра к выходу.

Основными параметрами цилиндрической поверхности с ячейками, определяющими ее производительность и эффективность, являются диаметр цилиндра, его длина, размеры и форма ячеек.

Рабочим органом дискового триера является набор установленных на горизонтальном валу чугунных дисков с ячейками на боковых поверхностях.

Наиболее распространены две формы ячеек: с плоским дном — форма для овальных зерен и полукруглым дном — форма для шаровидных зерен. Рабочий размер ячейки — длина l . Стандарт предусматривает три типоразмера дисков по диаметру: 380, 460 и 630 мм. Наружный диаметр дисков отечественных триеров 630 мм, внутренний — 380 мм, шаг дисков на валу 64,5 мм.

Производительность (т/ч) дискового триера определяют по формуле

$$Q = \frac{\pi}{500} (R_1^2 - R_2^2) q n,$$

где R_1 — радиус диска по внешним ячейкам, мм; R_2 — радиус дисков по внутренним ячейкам, мм; q — удельная нагрузка, кг/(м²·ч); n — число дисков.

Как видно из формулы, число дисков определяет производительность триеров. Ячейки на дисках располагают по концентрическим окружностям. Дисковые триеры однороторные. Для сокращения занимаемой площади их комбинируют в двух- и четырехроторные агрегаты, включающие триеры для выделения длинных и коротких примесей. Дисковые триеры для выделения коротких примесей снабжают контрольными дисками. На мукомольных заводах устанавливают в основном дисковые и реже цилиндрические триеры.

При вращении основного рабочего органа триера короткие частицы попадают в ячей и, поднимаясь, вычерпываются из зерновой массы. При дальнейшем повороте (подъеме) ячеек короткие частицы выпадают в сборный лоток триера, а затем шнеком или другим устройством выводятся из машины. Длинные частицы смеси, которые не умещаются в ячейках, перемещаясь по днищу вдоль триера, идут сходом и выводятся из машины.

Триеры, которые используют для отделения от пшеницы и ржи коротких примесей, называют куколеотборочными машинами. В этих машинах куколь, горошек, битые зерна и другие мелкие частицы попадают в ячей и затем выводятся из машины через сборные лотки, а очищенное зерно идет сходом.

Зерно от длинных примесей очищают в триерах, которые называют овсюгоотборочными машинами. В этих машинах зерно пшеницы или ржи попадает в ячей и выводится из машины через сборные лотки, а длинные примеси (овсюг, овес) идут сходом.

Когда триер работает как куколеотборочная машина, ячеек его рабочей поверхности выбирают около 2...5 % от всей зерновой массы, когда же триер работает как овсюгоотборочная машина, ячеек выбирают из зерновой массы основную культуру, составляющую не менее 95 %.

Поэтому производительность куколеотборочной машины значительно выше, чем овсюгоотборочной.

Разделение зерновой смеси по длине зерен при помощи ячеистой поверхности является важной операцией, которая включена в технологический процесс очистки зерна. Такую операцию проводят на первом этапе подготовки зерна к помолу после первого сепаратора и камнеотборочной машины. Причем устанавливают вначале куколеотборочную, а затем овсюгоотборочную машину.

Для повышения технологической эффективности работы триеров, особенно в том случае, когда зерновая масса имеет повышенное содержание куколя или овсюга, на сепараторах зерновую массу разделяют по крупности, направляя крупную фракцию, как наиболее засоренную овсюгом, в триер для отбора овсюга, а мелкую — в триер для отбора куколя.

Дисковый триер А9-УТК-6. Триер состоит из следующих основных узлов: корпуса, приемно-распределительного устройства, аспирационного диффузора, выпускных устройств и привода.

В корпусе машины на горизонтальном валу установлены 22 кольцеобразных ячеистых диска, образующих дисковый ротор. Триер разделен на три последовательно работающих отделения: рабочее, накопительное и контрольное. В рабочем отделении установлено 15 дисков, в накопительном — ковшовое колесо, а в контрольном — 7 дисков, снабженных гонками для транспортирования зерна к накопительному отделению.

Параллельно валу с дисками в нижней части корпуса установлен винтовой шнек для перемещения примесей, отобранных дисками рабочего отделения, в контрольное.

Технологический процесс в триере-куколеотборнике (рис. 31) осуществляется следующим образом. Зерно *I* из приемно-распределительного устройства тремя равными потоками поступает в рабочее отделение.

Короткие примеси попадают в ячейки, поднимаются дисками и, выпадая из ячеек, лотками *8* направляются в шнек. Основная масса зерна захватывается вращающимися дисками и попадает на лотки *7*, которые выводят очищенное зерно *II* из машины через сборник *5*.

Смесь зерна с короткими примесями шнеком подается в контрольное отделение, где происходит окончательное разделение зерна и коротких примесей. Последние собираются в бункере *6* и выводятся из машины. Зерно по мере накопления в контрольном отделении через регулируемое отверстие с заслонкой *1* направляется в накопительное отделение. Там оно подхватывается ковшовым колесом и через сливной лоток снова направляется в рабочее отделение для дополнительной очистки.

Уровень зерна в контрольном отделении регулируют положением заслонки, что существенно влияет на эффективность работы машины. Минеральные примеси удаляются через люки. Чтобы отключить триер

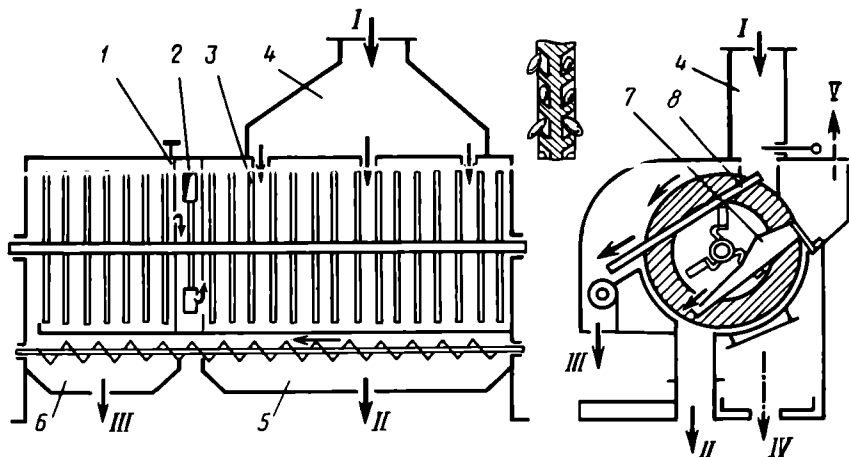


Рис. 31. Технологическая схема дискового триера А9-УТК-6:

I – регулирующая заслонка; 2 – ковшовое колесо; 3 – диск; 4 – приемно-распределительное устройство; 5 – сборник; 6 – бункер; 7, 8 – лотки; *I* – зерно; *II* – очищенное зерно; *III* – короткие примеси; *IV* – минеральные примеси; *V* – воздух

при подпоре его зерном, на отводящих коммуникациях устанавливают мембранный сигнализатор уровня. Его поставляют в комплекте с триером.

Дисковый триер А9-УТО-6 (рис. 32). Используют для очистки зерна от примесей более длинных, чем зерно. Устройство этой машины аналогично устройству триера А9-УТК-6.

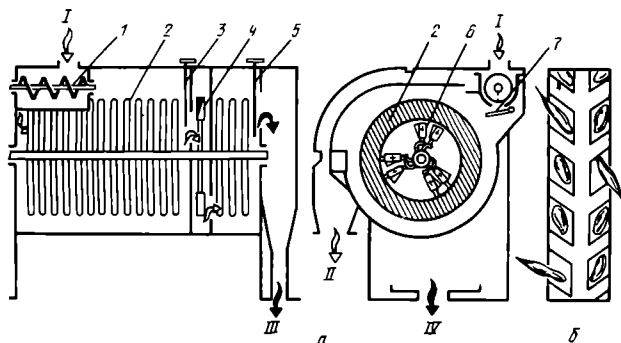


Рис. 32. Триер А9-УТО-6:

a – технологическая схема; *б* – разрез диска; 1 – шнек; 2 – диск; 3, 5, 7 – заслонки; 4 – ковшовое колесо; 6 – гонок; *I* – исходное зерно; *II* – очищенное зерно; *III* – длинные примеси; *IV* – минеральные примеси

Триер разделен на три последовательно работающих отделения: рабочее, перегружающее и контрольное. В рабочем отделении установлено 13 дисков 2, которые выполняют функции приемно-рабочих, а в контрольном – три диска. Гонки 6 на спицах дисков предназначены для транспортирования зерновой смеси вдоль оси триера. В перегружающем отделении смонтировано ковшовое колесо 4, вращающееся на том же валу, что и диски.

В верхней части желоба параллельно валу с дисками установлен распределительный шнек 1. Привод центрального вала с дисками осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и редуктор. Распределительный шнек 1 приводится во вращение от центрального вала триера через цепную передачу. Частота вращения шнека – 110 об/мин.

Технологический процесс в триере происходит следующим образом. Зерновая смесь подается через приемное отверстие в верхней крышке корпуса в шнек 1, который равномерно распределяет ее по длине желоба. Распределение зерновой смеси по приемно-рабочим дискам производится регулирующей заслонкой 7. Исходная зерновая смесь поступает одновременно на семь приемно-рабочих дисков, в ячейки которых попадает зерно. Зерно поднимается ячейками и выбрасывается в сборно-выводящий патрубок.

Длинные примеси вместе с оставшимся зерном перемещаются гонками 6 вдоль триера к перегружающему отделению, в которое они поступают через специальное отверстие в перегородке. Количество зерна регулируют заслонкой 3 с рычажно-винтовым приводом. Ковшовое колесо 4 подхватывает зерно с длинными примесями и передает его в контрольное отделение, где происходит окончательная очистка. Овсюг и другие длинные примеси выводятся из машины через отверстие в торцевой стенке корпуса, в котором установлена заслонка 5.

Положение заслонок 3, 5 и 7 влияет на эффективность работы триера, ими регулируют уровень зерна в рабочем и контрольном отделении.

24. Техническая характеристика триеров А9-УТК-6 и А9-УТО-6

Показатели	А9-УТК-6	А9-УТО-6
Производительность, т/ч	6	6
Технологическая эффективность, %	80...90	80...85
Частота вращения дискового ротора, об/мин	50	55
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	600	500
Мощность электродвигателя, кВт	3,0	2,2
Габариты, мм:		
длина	2425	2000
ширина	960	960
высота	1500	1065
Масса, кг	1000	800

ях. Для вывода минеральных примесей из триера в нижней части корпуса сделано отверстие, закрываемое крышкой.

В таблице 24 приведена техническая характеристика триеров А9-УТК-6 и А9-УТО-6.

§ 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТРИЕРОВ

Эффективность очистки в триерах характеризуется выделением не менее 80 % содержащихся в зерне примесей, отличающихся длиной (куколь, овсюг, овес и т. д.). При этом количество полноценных зерен в отходах триеров куколеотборников не должно быть больше 2 %, а в отходах триеров-овсюгоотборников — 5 % от массы отходов.

Технологическую эффективность работы триера определяют по той же формуле, что и эффективность работы сепаратора. На величину технологической эффективности работы триеров влияют следующие факторы: степень засоренности зерновой массы; величина удельных нагрузок на ячеистую поверхность (табл. 25); скорость рабочей поверхности. Диаметр ячеек триеров выбирают согласно данным таблицы 26.

25. Удельные нагрузки на триеры, кг/(м²·ч)

Операции	Триер	
	цилиндрический	дисковый
Очистка пшеницы:		
от коротких примесей	750...850	800...900
от длинных примесей	550...650	600...700
Контроль отходов:		
куколеотборочной машины	300	—
овсюгоотборочной " "	200	—

26. Рекомендуемый диаметр ячеек триеров, мм

Культура	Куколеотборочная машина		Овсюгоотборочная машина	
	основная	контрольная	основная	контрольная
Пшеница:				
мягкая	4,25...5,0	3...4	8...10	9...11
твердая	4,5...5,0	3...4	8...10	11...13
Рожь	4,5...6,3	—	8,5...9,5	10...13

Содержание полноценного зерна в отходах не должно превышать нормы, а в зерновой массе не должно быть сорной примеси, подлежащей удалению.

Вопросы для самопроверки. 1. Где устанавливают триер в технологической схеме? 2. Какие существуют триеры? 3. Каковы размеры ячеек рабочих и контрольных триеров? 4. Как рассчитать производительность дискового триера? Эффективность работы триеров? 5. Каковы требования, предъявляемые к работе триеров для повышения их технологической эффективности?

Глава VII

ОЧИСТКА ЗЕРНА ОТ ПРИМЕСЕЙ ПО ПЛОТНОСТИ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В зерновой массе встречаются минеральные и другие примеси, которые по своим размерам и аэродинамическим свойствам близки к зерну основной культуры. Такие примеси (мелкие камни, галька, песок, осколки стекла, кусочки немагнитных металлов и др.) не могут быть выделены в обычных воздушно-ситовых сепараторах, поэтому их относят к трудноотделимым. Попадание в готовую продукцию даже небольшого количества этих примесей приводит к выпуску нестандартной продукции по наличию хвоста. Указанные примеси отделяют в камнеотделительных машинах. Правила предусматривают устанавливать камнеотделительные машины на первом этапе подготовки зерна к помолу после сепаратора. В основу процесса очистки зерна от минеральных примесей положено различие плотностей и коэффициентов трения зерна и минеральных примесей.

Плотность минеральных примесей составляет $1,9...2,7 \text{ г/см}^3$, т. е. примерно вдвое выше, чем у зерна ($1,3...1,4 \text{ г/см}^3$). Разные коэффициенты трения этих компонентов способствуют их разделению.

Процесс выделения из зерна минеральных примесей на рабочем органе — наклонной сортирующей поверхности (деке) в условиях восходящего воздушного потока (без просеивания) условно показан на рисунке 33 как три одновременно протекающих явления. При совместном воздействии вибраций сортирующей поверхности и потока воздуха происходит разрыхление слоя зерна, при этом снижается коэффициент внутреннего трения и зерновая смесь

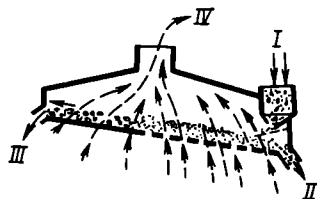
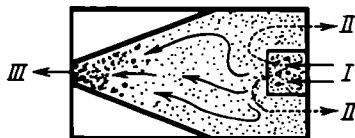


Рис. 33. Вибропневматический принцип разделения компонентов зерновой смеси:

I — зерно исходное; *II* — зерно очищенное; *III* — примеси минеральные; *IV* — воздух с легкими примесями



переходит в состояние псевдооживления. В таком слое создаются условия для эффективного самосортирования разнородных компонентов: тяжелые частицы опускаются в нижние слои, достигая сортирующей поверхности, а частицы с меньшей плотностью стремятся в верхние слои. В расслоенной смеси происходит процесс вибрационного перемещения разнородных компонентов в противоположных направлениях.

§ 2. КАМНЕОТДЕЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Камнеотделительные машины применяют следующих марок: РЗ-БКТ, РЗ-БКТ-100 и РЗ-БКТ-150, отличающиеся в основном производительностью и конструкцией отдельных элементов.

Камнеотделительная машина РЗ-БКТ (рис. 34) предназначена для очистки зерна от минеральных примесей в зерноочистительном отделении мукомольного завода. В основу рабочего процесса камнеотделительной машины положено сочетание восходящего воздушного потока с колебаниями сортирующей поверхности — вибропневматический принцип разделения сыпучих смесей.

Камнеотделительная машина состоит из следующих основных узлов: приемного устройства, вибростола с декой, вибратора, станины, вытяжного диффузора. Вентилятор установлен отдельно, причем он работает на всасывание, создавая разрежение внутри вибростола. Такие камнеотделительные машины называются вакуумными и требуют герметичного исполнения.

Под приемным устройством находится распределитель для равномерного разделения зерна на две части. Вибростол установлен на трех опорах. Со стороны выхода зерна нижний конец вибростола опирается на четыре цилиндрические пружины, установленные попарно под углом 90° одна к другой, а со стороны выхода минеральных примесей установлена стойка с шарниром и винтовым регулятором угла наклона деки в пределах $6...7^\circ$.

Колебательное движение вибростолу сообщает вибратор, размещенный в середине горизонтальной стальной трубы, концы которой опираются на цилиндрические пружины. Вибратор представляет собой электродвигатель с двумя свободными концами вала ротора, на которых закреплены неуравновешенные грузы — дебалансы. Амплитуду колебаний регулируют изменением положения грузов относительно вала в пределах $2,0...2,5$ мм.

Сверху вибростол закрыт крышкой, под которой установлена дека — основной рабочий орган камнеотделительной машины. Дека состоит из 3-х частей: опорной рамы, сетки и днища. Сверху к раме крепится металлотканая сетка с отверстиями размером $1,5 \times 1,5$ мм, изготовленная из проволоки ϕ 1 мм. Снизу крепится днище с отверстиями ϕ 3,2 мм, через которые проходит снизу вверх засасываемый вентилятором воздух.

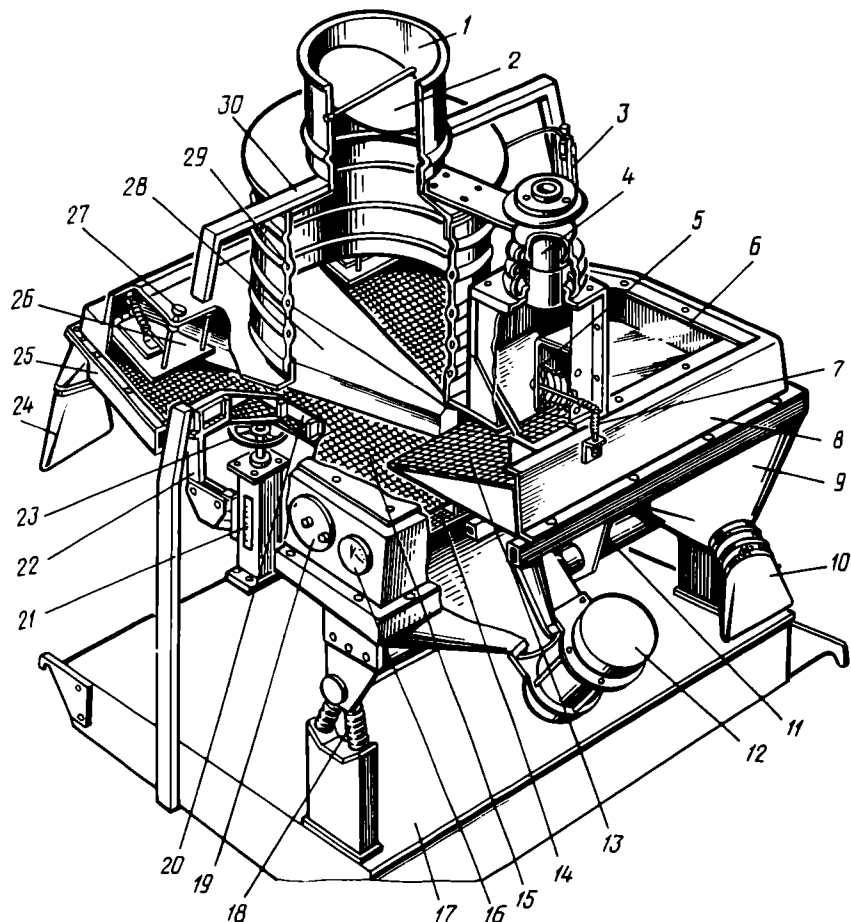


Рис. 34. Камнеотделительная машина РЗ-БКТ:

1 – патрубок аспирационный; 2 – заслонка дроссельная; 3 – манометр; 4 – питатель; 5 – приемник; 6 – крышка вибростола; 7 – пружина клапана; 8 – корпус вибростола; 9 – патрубок выпускной; 10, 24 – рукава резиновые; 11 – вал; 12 – вибратор; 13 – распределитель; 14 – воздуховыравнивающее днище; 15 – сортирующая поверхность; 16 – регулировочный диск; 17 – опорная плита; 18 – пружина-амортизатор; 19 – окно; 20 – рама; 21 – шкала; 22 – стойка вибростола; 23 – штурвал; 25 – несущая рама; 26 – пластина; 27 – регулировочный винт; 28 – делитель; 29 – аспирационный рукав; 30 – стойка станины.

Рама образована продольными и поперечными перегородками с размером клеток 55X58 мм.

Для выхода очищенного зерна и минеральных примесей установлено с противоположных сторон по два выпускных патрубка с резиновыми противоподсосными насадками. Выход минеральных примесей в верхней части корпуса регулирует пластиной из органического стекла. Положение пластины изменяется регулировочным винтом.

Разделение зерна и минеральных примесей происходит следующим образом. Зерно из приемного устройства попадает на сетчатую поверхность распределителя, продуваемую воздухом, а затем на сетку деки. Здесь исходное зерно делится на два равных потока. Под действием колебаний сортирующей поверхности и аэрации воздухом зерновая смесь разрыхляется, при этом снижается коэффициент внутреннего трения зерновой смеси. Зерно переходит в состояние псевдооживления. В таких условиях происходит интенсивное самосортирование: тяжелые минеральные частицы опускаются вниз на сортирующую поверхность деки, а зерно остается в верхних слоях.

Кинематические параметры, угол наклона и коэффициент трения сортирующей поверхности, нагрузка подобраны так, что нижний слой, имеющий наибольшее сцепление с сортирующей поверхностью, движется вверх против наклона деки. Если отключить воздух, вся зерновая смесь движется вверх по деке. При наличии аэрации верхний слой, не подверженный транспортирующему воздействию деки, "течет", как жидкость, под уклон и разгружается в нижней широкой части деки, преодолевая сопротивление резинового клапана.

Минеральные примеси с зерном выводятся через верхний суженный конец деки. Здесь увеличивается слой минеральных примесей, а остатки зерна всплывают на поверхность и скатываются вниз. Легкие примеси уносятся воздухом и отделяются в фильтре.

В промышленности в настоящее время применяют камнеотделительные машины РЗ-БКТ-100 и РЗ-БКТ-150. Эти машины работают по тому же принципу, что и камнеотделительная машина РЗ-БКТ, но различаются по производительности и габаритам (табл. 27).

27. Техническая характеристика камнеотделительных машин

Показатели	РЗ-БКТ	РЗ-БКТ-100	РЗ-БКТ-150
Производительность, т/ч	6	6...9	12
Технологическая эффективность очистки зерна от минеральных примесей, %	98...99	98...99	98...99
Содержание зерна в отходах, %	0,05	0,05	0,05
Площадь ситовой поверхности, м ²	1,0	1,0	1,5

Показатели	РЗ-БКТ	РЗ-БКТ-100	РЗ-БКТ-150
Угол наклона деки, град	5...10	5...10	5...10
Частота колебаний, колеб/мин	960	960	960
Амплитуда колебаний, мм	2...2,5	2...2,5	2...2,5
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	4800	4800	7200
Мощность электродвигателя (без вентилятора), кВт	0,3	0,3	0,3
Габариты, мм:			
длина	1700	1750	1750
ширина	1410	1420	2020
высота	1960	1530	1530
Масса, кг	500	275	400

§ 3. КОНЦЕНТРАТОРЫ

Концентратор предназначен для очистки зерна от мелких и низкостатурных примесей; поврежденных, неполноценных зерен, посторонних легких примесей, в том числе овсюга. Одновременно очищенное зерно делится на две фракции по плотности.

Концентраторы – это машины вибропневматического принципа действия. В концентраторах зерно и примеси просеиваются через сито, продуваемое восходящим потоком воздуха. Поэтому принцип действия концентратора сходен с работой ситовеечных машин. Применяют их для разделения компонентов смеси, отличающихся от зерна меньшей плотностью, а также семян некоторых сорных растений (овсюга, части стеблей, колоса и т. п.). Основной рабочий орган – плоское сито, разделенное на две части с различными размерами отверстий. Сита очищаются резиновыми шариками. В концентраторе сита приводятся в колебательное движение под углом $15 \pm 0,5^\circ$ к горизонтальной плоскости электро-механическим вибратором. Над ситом установлены аспирационные камеры с регуляторами настройки воздушного потока под каждым участком сита.

Слой зерновой смеси, движущийся по ситу, аэрируется воздушным потоком. При этом происходит его разрыхление и самосортирование компонентов смеси. В результате зерно и примеси одинаковой крупности будут находиться в разных слоях: легкие всплывают, а тяжелые опускаются вниз и достигают сита.

Последовательное просеивание расслоенной зерновой смеси позволяет не только выделить мелкие и легкие примеси, но и разделить очищенное зерно на две фракции по плотности для их последующей очистки. Учитывая, что во фракцию примесей, имеющих небольшую объемную

массу, попадает практически весь овсюг, концентратор в значительной мере выполняет функции овсюгоотборочной машины.

Концентраторы устанавливают в технологической схеме зерноочистительного отделения после камнеотделительных машин. Концентраторы выпускают двух типоразмеров: А1-БЗК-9 и А1-БЗК-18, различающихся производительностью и габаритами.

Концентратор А1-БЗК-9 приведен на рисунке 35. Технологический процесс в концентраторе проходит следующим образом. Исходное зерно *I* через приемный патрубок и приемное устройство равномерным слоем поступает на первую ситовую раму. Вследствие направленных колебаний корпуса и аэрации зерно при движении его по первой раме (сита с отверстиями ϕ 2 мм) псевдоожижается и самосортируется по толщине слоя: тяжелая фракция *II* концентрируется в нижней части слоя, а легкая фракция *IV* — в его верхней части. Тяжелая фракция отличается от легкой большей объемной массой и массой 1000 зерен. На первой ситовой раме проходит через сито отделяется подсев *V* (мелкие примеси). Он состоит из песка и битых зерен. При движении зерна по второй раме (сита с отверстиями ϕ 9 мм) просеивается сначала тяжелая

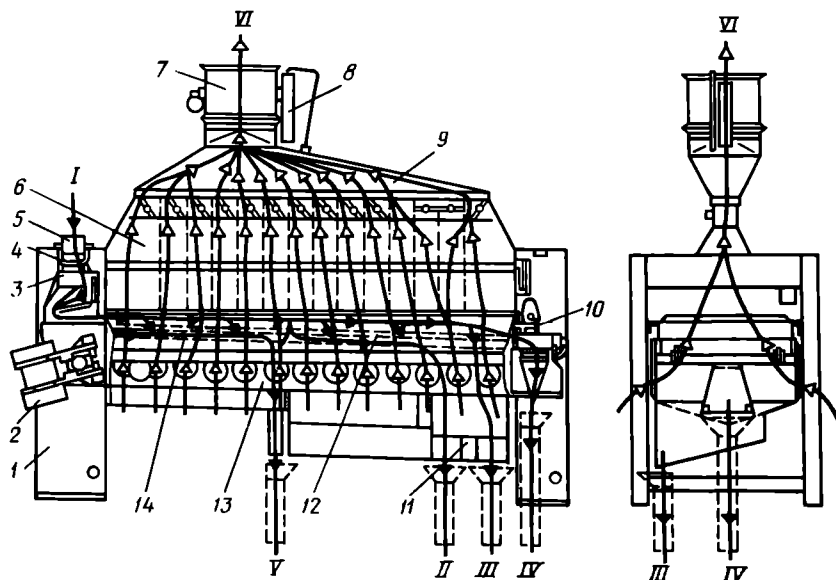


Рис. 35. Концентратор А1-БЗК-9:

I — станина; 2 — электровибратор; 3 — приемное устройство; 4 — рукав; 5 — приемный патрубок; 6 — аспирационная камера; 7 — патрубок; 8 — манометр; 9 — переходник; 10 — рукоятка; 11 — регулировочный клапан; 12, 14 — ситовые рамы; 13 — ситовой корпус; *I* — исходное зерно; *II* — тяжелая фракция; *III* — смешанная фракция; *IV* — легкая фракция; *V* — подсев; *VI* — воздух

фракция зерна из нижнего слоя, а затем более легкая из верхнего слоя. Тяжелую и легкую фракции зерна разделяют регулировочным клапаном 11. Он расположен в сборнике под второй ситовой рамой. Сходом с сит идет фракция отходов — поврежденные легковесные зерна и трудноотделимые низконатурные примеси. Отходы, выделенные проходом первой ситовой рамы и сходом со второй рамы, направляют для подработки. Тяжелая фракция поступает в триеры для отбора коротких примесей, а легкая — в обочные машины для очистки. Концентратор А1-БЗК-18 отличается от концентратора А1-БЗК-9 наличием сдвоенного кузова.

Техническая характеристика концентраторов А1-БЗК-9 и А1-БЗК-18 приведена в таблице 28.

**28. Техническая характеристика концентраторов
А1-БЗК-9 (А1-БЗК-18)**

Производительность, т/ч	6,3 (12,7)
Эффективность разделения зерна пшеницы по фракциям, %:	
тяжелая	60...80
смешанная	40...20
выделение отходов и щуплого зерна	0,2...3,0
Аэродинамическое сопротивление, Па:	
без учета заслонки	600
с учетом заслонки	2400
Колебания ситового корпуса:	
частота, колеб/мин	920
амплитуда, мм	1...3
Ситовые рамы:	
число	2 (4)
площадь, м ²	1,35 (2,70)
размеры, мм	1000×680
Мощность вибратора, кВт	0,37 (2×0,37 = 0,74)
Расход воздуха (не более), м ³ /ч	2500 (9000)
Габариты, мм:	
длина	2800
ширина	960 (1830)
высота	2150
Масса, кг	670 (1200)

**§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ,
ОТДЕЛЯЮЩЕГО ПРИМЕСИ ПО ПЛОТНОСТИ**

Технологическая эффективность работы камнеотделительных машин. На эффективность и производительность камнеотделительных машин вибропневматического принципа действия оказывают влияние следующие факторы: частота, амплитуда и направление колебаний, скорость воздушного потока, угол наклона деки и коэффициент трения ее поверхности, различие в плотности зерна и минеральных примесей, нагрузка и

влажность зерна. Эффективность очистки зерна от минеральных примесей составляет не менее 97 %. Содержание зерна в отходах не более 0,05 %. Технологическую эффективность работы камнеотделительной машины определяют по той же формуле, что и сепаратора.

Камнеотделительные машины РЗ-БКТ имеют высокую эффективность выделения минеральных примесей при производительности 6,0...6,3 т/ч. При содержании минеральной примеси 0,12...0,13 % коэффициент извлечения ее составил 98,85...99,00 %. Содержание нормального зерна в отходах в среднем не превышало 0,05 %. Запыленность воздуха в рабочей зоне машины РЗ-БКТ составила 0,3 мг/м³, что ниже норм по стандарту.

Технологическая эффективность работы концентраторов. На эффективность процесса разделения зерновой смеси в концентраторе оказывают влияние: скорость воздуха, кинематические параметры ситового кузова, различие в плотности разделяемых компонентов, удельная нагрузка на сито и влажность зерна.

Скорость воздушного потока v_B (м/с), проходящего через сито и слой зерна, определяют по формуле

$$v_B = Q_B / F_c,$$

где Q_B – расход воздуха, м³/с; F_c – площадь сита, м²

Скорость воздуха в концентраторах $v_B = 1,2...1,8$ м/с. На основе результатов испытаний и эксплуатации установлено, что удельная нагрузка для концентраторов $q = 11,2$ т/ч на 1 м² ситовой поверхности, а удельная мощность привода ситового кузова $N_{уд} = 0,040$ кВт·ч/т. Отсюда можно определить производительность машины Q (т/ч), потребную мощность N (кВт) и расход воздуха Q_B (м³/с) по формулам

$$Q = qF_c; N = N_{уд}Q; Q_B = v_B \cdot F_c.$$

В концентраторе А1-БЗК-9 при содержании в зерне сорной примеси 0,46...0,50 % и зерновой 1,2...1,86 % эффективность разделения зерна по фракции составила: "тяжелой" – 61,4 %, "легкой" – 37,85 и отходов – 0,75 %. При этом натура и масса 1000 зерен выделенных фракций имели соответственно следующие значения: "тяжелой" фракции 824 г/л и 35 г, "легкой" 663 г/л и 26,2 г. "Легкая" фракция по данным показателям незначительно отличалась от "тяжелой" фракции (817 г/л и 33,5 г). Эффективность очистки "тяжелой" фракции от сорной примеси составила 74 %, от зерновой примеси 62,6 %, а извлечение длинных примесей в отходы 47,3, коротких – 6,2 %.

Учитывая, что концентраторы чувствительны к изменению нагрузки, необходимо исключить колебания в подаче исходного зерна. Для этого перед каждым кузовом концентратора устанавливают регулятор потока, в который зерно поступает, как правило, из небольшого накопительного бункера вместимостью 1,5 м³

В сходовой фракции концентрация сорной и зерновой примесей

выше в 20...30 раз, чем до обработки в машине (табл. 29). Эффективность очистки второй проходовой фракции от сорных примесей составляет около 90 %, а от зерновой примеси 70...75 %.

29. Эффективность обработки зерна в концентраторах А1-БЗК-9

Фракции зерновой массы	Количество фракций, %	Количество примесей, %			
		всего	сорная		
			длинная	короткая	прочая
Исходная	100	0,31	0,18	0,06	0,07
II проход ("тяжелая" фракция)	70,3	0,08	0,015	0,035	0,03
III проход ("легкая" фракция)	28,9	0,62	0,41	0,1	0,20
Сход	0,8	9,6	6,3	0,8	1,5
Исходная	100	0,17	0,13	0,011	0,029
II проход	76,05	0,021	0,017	0,004	0
III проход	23,79	0,498	0,430	0,028	0,040
Сход	0,16	24,42	10,30	0,76	13,33

Продолжение

Фракции зерновой массы	Количество примесей, %				Масса 1000 зе- рен, г
	всего	зерновая			
		мелкая	ячмень	прочая, в том числе овес	
Исходная	1,86	0,46	0,27	1,13	31,5
II проход ("тяжелая" фрак- ция)	1,33	0,33	0,18	0,82	32,8
III проход ("легкая" фрак- ция)	8,2	0,4	0,3	1,5	28,4
Сход	36,0	14,2	1,7	20,1	19,1
Исходная	1,62	0,76	0,094	0,764	33,2
II проход	0,614	0,30	0,053	0,26	34,0
III проход	4,340	2,08	0,218	2,04	30,3
Сход	75,57	22,42	0,588	50,56	18,6

В результате обработки зерна в концентраторе выделяют фракцию в количестве 65...75 %, которая может быть направлена на следующий этап подготовки зерна к помолу без обработки в обоечных машинах. Вследствие этого уменьшается количество битых и травмированных

зерен, снижаются энергозатраты на сухую очистку поверхности зерна, так как необходимо обрабатывать только 35...25 % зерновой массы. Технические возможности концентратора позволяют более эффективно использовать зерно пшеницы при подготовке зерна к макаронным помолам, когда необходимо с особой тщательностью очистить зерновую массу, не повреждая поверхности зерен твердой пшеницы

Вопросы для самопроверки. 1. Каков принцип действия камнеотделительных машин? 2. Каковы места установки камнеотделительных машин в технологической схеме? 3. Какие требования предъявляют к работе камнеотделительной машины? 4. Каково назначение и место в технологической схеме машин типа РЗ-БКТ и А1-БЗК? 5. В чем сходство и различие рабочих процессов этих машин? 6. Какие технологические операции выполняет машина А1-БЗК? 7. Перечислите регулируемые параметры машины РЗ-БКТ. 8. Куда направляются фракции зерна и отходов после машины А1-БЗК? 9. Какие факторы влияют на технологическую эффективность и производительность этих машин?

Глава VIII

ОЧИСТКА ЗЕРНА И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ОТ МЕТАЛЛОМАГНИТНЫХ ПРИМЕСЕЙ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В зерне, поступающем на переработку, могут быть металломагнитные примеси, которые попадают в зерновую массу при уборке зерна в поле, при его транспортировании и размещении. Кроме того, эти примеси могут попасть в зерно и в зерноочистительном отделении мукомольного завода, особенно при неудовлетворительном техническом содержании технологического и транспортного оборудования, а также при плохом санитарном состоянии производственных помещений.

Металломагнитные примеси надо обязательно выделять из зерна и муки, так как наличие их в муке может вызвать тяжелые травматические повреждения пищеварительных органов человека. Крупные металломагнитные примеси, попадая в машины зерноочистительного и размольного отделений мукомольного завода, могут разрушить рабочие органы машин или образовать искры, способные вызвать загорание и аварию. Особенно опасно попадание металломагнитных примесей в обочные, щеточные и другие машины ударного действия. Для выделения металломагнитных примесей на мукомольных заводах применяют магнитные сепараторы, которые в зависимости от способа получения магнитного поля делят на сепараторы со статическими (постоянными) магнитами и электромагнитами, обмотки которых питаются постоянным током.

Основной принцип процесса сепарирования в магнитных сепарато-

рах заключается в различии магнитных свойств зерновых продуктов и примесей. Для извлечения металломагнитных частиц необходимо, чтобы сила притяжения магнита, действующая на них, была бы не менее проекции на ее направление равнодействующей всех механических сил, испытываемых частицами. Силу притяжения магнита P (Н) определяют по формуле

$$P = 4 \cdot 10^5 TS,$$

где T – магнитная индукция, Тл; S – площадь сечения полюса, м²

Производительность магнитного сепаратора Q (кг/ч) зависит от толщины слоя h (м), плотности j (кг/м³) и скорости транспортирования v (м/ч) зерна, а также от ширины рабочей зоны B (м) магнитного экрана, т. е.

$$Q = Bhvj$$

Установка и обслуживание магнитов регламентируются нормами в соответствии с Правилами организации и ведения технологического процесса на мельницах и Правилами технической эксплуатации.

Не рекомендуется применять отдельные магнитные подковы. Гораздо эффективнее использовать магнитные подковы, собранные в блоки. Это увеличивает грузоподъемную силу единичного магнита. Устанавливать магнитные блоки в аппаратах или колонках следует в два-три последовательных ряда с общей длиной магнитов согласно нормам, приведенным в таблице 31. При сборке в блоки подковы должны быть обращены друг к другу одноименными полюсами. Торцы крайних подков необходимо тщательно изолировать. Наличие не менее трех рядов блоков особенно важно для магнитов, установленных для муки, так как выделить из нее металломагнитные примеси значительно труднее, чем из зерна.

30. Временные нормы установки магнитов из сплава "Магнико" на мукомольных заводах

Основные места установки	Единица измерения, т/сут	Общая длина магнитов, м
После первого пропуска зерна через сепаратор	Магниты устанавливают блоками по всей ширине выходного отверстия сепаратора	
Перед каждым пропуском зерна через обочечные и другие машины ударного действия, щеточные машины, бичевые вымольные машины	Перед каждой машиной	0,3...0,4
Перед вальцовыми станками I драной системы	100	0,4...0,5
Перед вальцовыми станками всех других систем	На 1 м длины	0,3...0,4

Основные места установки	Единица измерения, т/сут	Общая длина магнитов, м
Для контроля:		
сортовых помолов	100	0,7...0,8
обойных "	100	0,8...1,0
манной крупы	10	0,8...1,0
отрубей и отходов I и II категорий	10	0,2...0,3

Для предотвращения срыва с магнитных полюсов металлической примеси и уноса ее движущимся продуктом следует со стороны схода с каждого полюса (по всей длине блока) сделать ступеньку, под которую будут смещаться частицы примеси и удерживаться до очистки полюса. Конструкция магнитных аппаратов и колонок должна исключать возможность подсора и пропыливания в рабочее помещение как во время работы, так и при очистке магнитных подков.

При размещении магнитных заграждений должен быть обеспечен удобный и безопасный подход к ним. Располагать магниты на высоте можно только в исключительных случаях. При обслуживании таких магнитов используют стремянки или лестницы.

Постоянные магниты контролируют, пользуясь измерителем магнитной индукции ИМИ/МС (миллitesламетр). Результат измерения в миллitesлах (мТл) оценивают следующими параметрами магнитной индукции: магниты, имеющие уровень магнитной индукции ниже 100 мТл, подлежат перемагничиванию. Если их магнитная индукция не достигает 100 мТл, магниты снимают с эксплуатации. В результате намагничивания некоторые магниты приобретают магнитную индукцию 150...170 мТл и более.

§ 2. МАГНИТНЫЕ КОЛОНКИ

Выпускают три типа магнитных колонок: БКМА2-300А, БКМА2-500А и БКМА3-750А.

Станина магнитной колонки типа БКМА (рис. 36) представляет собой сборную конструкцию из алюминиевых стенок 11, соединенных между собой посредством деревянных брусков 1. Магнитный блок состоит из магнитов 7, набранных одноименными полюсами в ряд в крышке 14 и зажатых посредством распорной косынки 6 винтовым устройством 5.

На кронштейне 9 к крышке прикреплен немагнитный экран 4. На экране установлены ферромагнитные пластины, с помощью которых экран притягивается к полюсам магнитов. Клапан подвешен шарнирно. Направляющие продукта жестко прикреплены к стенкам корпуса.

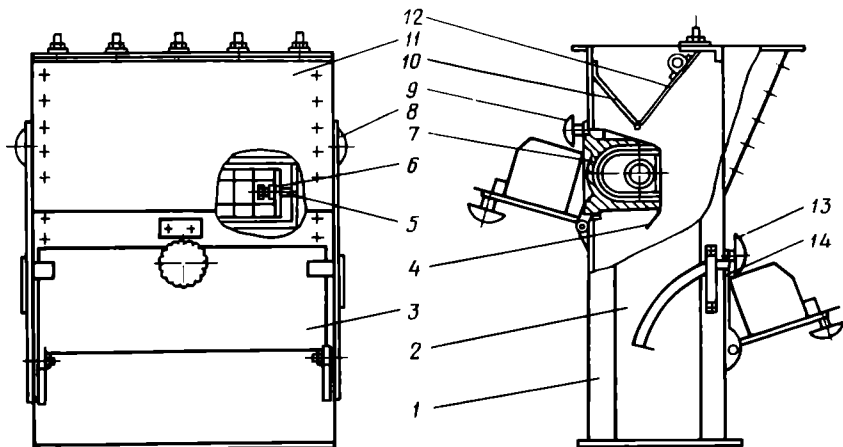


Рис. 36. Магнитные колонки типа БКМА:

1 – деревянные бруски; 2 – станина; 3 – набор магнитов; 4 – немагнитный экран; 5 – винтовое устройство; 6 – распорная косынка; 7 – магниты; 8 – регулировочное устройство; 9 – кронштейн; 10 – направляющая продукта; 11 – стенка; 12 – клапан; 13 – ручка; 14 – крышка

В верхней части корпуса расположены отверстия для подвода продукта и отверстие для подсоединения аспирации.

В нижней части колонки расположено выпускное отверстие. Толщина слоя регулируется положением клапана при помощи регулировочного устройства.

Из приемного устройства продукт самотеком проходит по экрану в верхней его части, при этом очищаемый продукт просыпается мимо экрана, а металломагнитные примеси притягиваются магнитным полем к экрану. Экран очищается от металломагнитных примесей при выведенном из корпуса магнитном блоке поворотом экрана вокруг своей оси. После очистки экран возвращается в исходное положение и набор магнитов устанавливается в рабочее положение. Техническая характеристика магнитных колонок представлена в таблице 31.

31. Техническая характеристика магнитных колонок

Показатели	БКМА2-300А	БКМА2-500А	БКМА3-750А
Производительность, т/ч, на:			
муке пшеничной	13,0	15,0	18,0
отрубях пшеничных	5,0	8,0	12,0
крупе манной	20,0	25,0	32,0
зерне	24,0	34,0	42,0

Показатели	БКМА2-300А	БКМА2-500А	БКМА3-750А
Длина магнитной линии в каждом блоке, мм	300	500	750
Число:			
магнитных линий (блоков)	2	2	3
магнитов	24	40	90
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	180	240	280
Габариты, мм:			
длина	424	676	932
ширина	332	332	332
высота	555	555	675

§ 3. МАГНИТНЫЕ СЕПАРАТОРЫ

В технологическом процессе переработки зерна на мукомольных заводах с комплектным оборудованием предусмотрена установка магнитной защиты на следующих этапах: после силосов для неочищенного зерна и дозаторов; перед обоечными машинами (первого и второго проходов); перед триерами; перед вторым этапом холодного кондиционирования; до увлажнения перед I драной системой; перед вальцовыми станками; перед бичевыми машинами; на контроле готовой продукции.

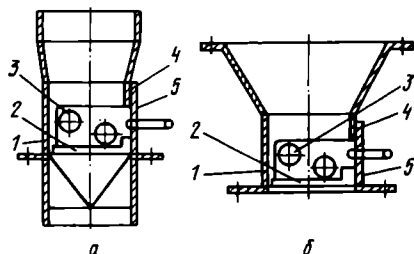
На заводах с комплектным оборудованием используют магнитные сепараторы с постоянными магнитами контактного типа, т. е. очищаемая зерновая масса непосредственно соприкасается с магнитным экраном. В комплект оборудования входят три типа магнитных сепараторов: У1-БМЗ — с дисковыми магнитами, У1-БМП — с плоскими магнитами и У1-БММ — с кольцевыми магнитами. Магнитный сепаратор У1-БМЗ-01 предназначен для выделения металломагнитных примесей из зерна. В частности, такой сепаратор установлен после силосов для неочищенного зерна и непосредственно перед первым подъемом пневмотранспортом. Магнитный сепаратор У1-БМЗ предназначен для извлечения металломагнитных примесей из аспирационных отсосов, промежуточных продуктов размола и муки.

Магнитные сепараторы У1-БМЗ и У1-БМЗ-01 (рис. 37) имеют идентичное устройство и состоят из следующих основных сборочных единиц: корпуса, заслонки, магнитных блоков. Корпус 1 представляет собой сварной короб с отверстиями для приемки и выпуска продукта. В зависимости от технологического назначения и места установки корпус изготавливают в двух исполнениях (а и б).

В передней стенке корпуса сделан люк, через который по направляющим 2 вставляют магнитную заслонку 5. Она служит основным рабо-

Рис. 37. Магнитные сепараторы:

а – У1-БМЗ; *б* – У1-БМЗ-01: 1 – корпус; 2 – направляющая; 3 – блок магнитов; 4 – прокладка; 5 – магнитная заслонка



чим органом сепаратора, выполнена в виде сварного кронштейна, в котором горизонтально установлены два цилиндрических блока магнитов 3. Каждый блок магнитов состоит из десяти постоянных дисковых магнитов с вставками, собранными в цилиндрический стержень, закрытый кожухом.

Магнитный сепаратор У1-БМП-01 предназначен для выделения металломагнитных примесей из зерна. В частности, такой сепаратор установлен после силосов для отволаживания. Магнитный сепаратор У1-БМП используют для выделения металломагнитных примесей из промежуточных продуктов размола зерна.

Магнитные сепараторы У1-БМП и У1-БМП-01 (рис. 38) имеют идентичное устройство и состоят из следующих основных сборочных единиц: корпуса, магнитодержателя, блока плоских магнитов, заслонки (для сепаратора У1-БМП-01). Корпус 5 сепараторов представляет собой сварной короб с отверстиями для приема и выпуска продукта. Он изготовлен в двух исполнениях в соответствии с технологическим назначением и местом установки.

В передней стенке корпуса сделан люк, закрываемый крышкой 3. Внутри корпуса смонтированы: оси 9, 11, на которых установлен магнитодержатель 7, направляющие накладки 1, ограничители 6, ребро 4 для направления потока продукта на плоскость блока магнитов 8.

Магнитодержатель 7 представляет собой сварной кронштейн из нержавеющей стали с вставленным в него блоком из шести магнитов 8. Для удобства очистки магнитов весь магнитодержатель вынимают через люк корпуса. После очистки его снова устанавливают в корпус по направляющим накладкам 1.

Отличительная особенность магнитного сепаратора У1-БМП-01 – заслонка 12. Это сварной кронштейн, свободно висающий на осях 11 с закрепленными на нем грузами 10. Заслонка обеспечивает равномерную подачу продукта. В зависимости от его количества положение заслонки (угол наклона) регулируют грузом 10.

Магнитный сепаратор У1-БММ (рис. 39) состоит из следующих основных узлов: корпуса, дверки, колонки с блоками магнитов, приемного патрубка, подставки и выпускного конуса.

Корпус 3 представляет собой полый вертикальный цилиндр, имею-

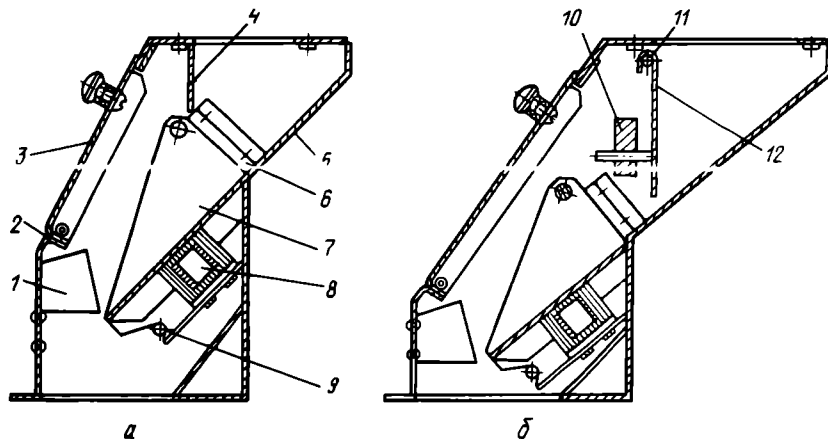


Рис. 38. Магнитные сепараторы:

а – У1-БМП; *б* – У1-БМП-01; 1 – накладка; 2 – прокладка; 3 – крышка; 4 – ребро; 5 – корпус; 6 – ограничитель; 7 – магнитодержатель; 8 – блок магнитов; 9, 11 – оси; 10 – груз; 12 – заслонка

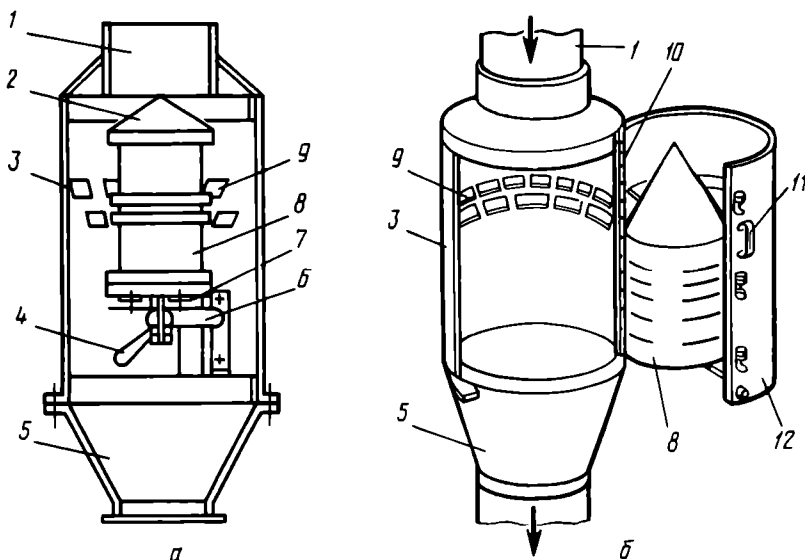


Рис. 39. Магнитный сепаратор У1-БММ:

а – разрез; *б* – общий вид; 1 – приемный патрубок; 2 – конус; 3 – корпус; 4, 11 – ручки; 5 – выпускной конус; 6 – подставка; 7 – шариковая опора; 8 – блок магнитов; 9 – козырьки; 10 – петля; 12 – дверка

щий в верхней части приемный патрубок 1. Внутри корпуса приварены козырьки 9, направляющие поток продукта на блоки магнитов 8 колонки.

Дверка 12 связана одной стороной с корпусом шарнирной петлей 10, а другой – при помощи двух замков, герметично закрывающих люк корпуса во время работы. На верхней стороне дверки так же, как и на корпусе, приварены направляющие козырьки.

Магнитная колонка – это основной рабочий орган сепаратора. Она состоит из двух блоков 8, разделенных между собой диском из диамагнитного материала. В верхней части колонки установлен конус 2, предназначенный для равномерного распределения муки. В нижней части находятся шариковые опоры 7, на которых вся колонка может поворачиваться для удобства очистки магнитов от металломагнитных примесей.

Продукт по конусу 2 поступает в кольцевой канал сепаратора, где при помощи козырьков направляется на блоки магнитов. Металломагнитные примеси притягиваются к магнитам, а очищенный продукт выводится через выпускной конус 5.

Техническая характеристика магнитных сепараторов приведена в таблице 32.

32. Техническая характеристика магнитных сепараторов

Показатели	У1-БММ	У1-БМП	У1-БМП-01	У1-БМЗ-01	У1-БМЗ
Производительность, т/ч	8	11	11	11	2
Число:					
блоков магнитов	2	1	1	2	2
магнитов в одном блоке	7	6	6	10	10
Магнитная индукция, не менее, мТл:					
на расстоянии 2,5 мм от наружной поверхности обечайки одного блока	100	—	—	—	—
в центре рабочих зазоров	—	510	510	—	—
на расстоянии 15 мм от оси магнитного блока	—	—	—	100	100
Габариты, мм:					
длина	700	355	455	300	295
ширина	340	370	370	290	215
высота	340	380	380	200	300

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ ЗЕРНА ОТ МЕТАЛЛОМАГНИТНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Эффективность извлечения металломагнитных примесей зависит от притяжения металломагнитных частиц к магнитному экрану и от удержания их в магнитном поле, т. е. от способности частиц противостоять "смывающей" силе потока продукта. Эффективность выделения металломагнитных примесей определяют так же, как и эффективность работы других зерноочистительных машин, т. е. по содержанию примесей в зерне и готовой продукции до и после очистки.

Обработка зерна и готовой продукции в магнитных сепараторах должна обеспечить по стандарту содержание металломагнитных примесей в 1 кг муки не более 3 мг; наибольший размер отдельных частиц примеси не должен превышать 0,3 мм, а масса их не должна быть более 0,4 мг. Для нормальной работы сепараторов поверхность магнитных блоков очищают не реже одного раза в смену. Периодичность очистки зависит от количества металломагнитных примесей и производительности сепаратора.

Вопросы для самопроверки. 1. Где, с какой целью и в каком количестве устанавливают магнитные заграждения на мукомольном заводе? 2. Какие нормы металломагнитных примесей допустимы в продуктах переработки зерна? 3. Какие существуют типы магнитных сепараторов? 4. Где и для чего устанавливают магнитные сепараторы? 5. Какие способы определения грузоподъемности магнитов известны?

Глава IX

ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕРНА И ЕГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ

§ 1. ОБОЕЧНЫЕ МАШИНЫ

В массе зерна, очищенного от примесей в камнеотделительных машинах и триерах, остается большое количество пыли, которая собирается в основном в бороздке и на волосках бороздки, а также комочков земли, песка и микроорганизмов. В подготовительном отделении мукомольного завода для очистки поверхности зерна, частичного удаления бороздки, зародыша, а также для снятия верхних плодовых оболочек применяют обоечные машины. Обработка в обоечных машинах должна обеспечить "сухую" очистку поверхности зерна и снижение зольности при минимальном его дроблении.

На мукомольном заводе, оснащенном комплектным оборудованием, обоечные машины используют в подготовительном отделении дважды. Вертикальные обоечные машины РЗ-БМО-6 завершают первый этап

”сухой” очистки зерна, когда зерно уже прошло через сепараторы, камнеотделительные машины и триеры. После обоечных машин зерно вместе с продуктами шелушения поступает в пневмосепаратор РЗ-БСД. Затем оно направляется на мокрое шелушение. Вторая обработка поверхности зерна осуществляется в вертикальных обоечных машинах РЗ-БМО-12 после отволаживания. Далее зерно поступает для обеззараживания в машину ударного действия — энтолейтор РЗ-БЭЗ, а продукты шелушения и частицы зерен выделяются в воздушном сепараторе РЗ-БАБ. Непосредственно перед обоечными машинами устанавливают магнитные сепараторы У1-БМП-01 во избежание искрообразования и преждевременного изнашивания рабочих органов.

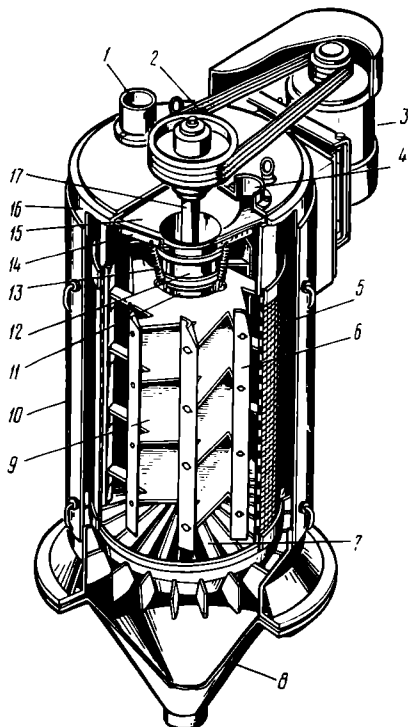
Аналогично используют горизонтальные обоечные машины РЗ-БГО-6 и РЗ-БГО-8: машины РЗ-БГО-6 устанавливают на первом проходе, а машины РЗ-БГО-8 — на втором.

Вертикальная обоечная машина РЗ-БМО-6 (рис. 40). Она состоит из следующих основных узлов: приемного устройства, корпуса, ситового цилиндра, бичевого ротора, привода, выпускного устройства. Приемное устройство включает приемный патрубок, загрузочную воронку, питающий цилиндр и распределительный стакан, нижняя часть которого установлена на крышке корпуса, а к верхней прикреплен гибкий рукав для соединения с самотечной трубой, подающей зерно. Загрузочная воронка состоит из двух конусов 14, 15, концентрично установленных один над другим. Такая конструкция воронки обеспечивает равномерную подачу зерна и отсос пыли во время перепада с верхнего конуса на нижний.

Питающий цилиндр 12 приварен к нижнему конусу воронки. К нижней части цилиндра примыкает распределительный диск 11, подвешенный к конусу на трех пружинах 13.

Рис. 40. Вертикальная обоечная машина РЗ-БМО-6:

1, 4 — патрубки; 2 — клиноременная передача; 3 — электродвигатель; 5 — ситовый цилиндр; 6 — бич; 7 — ребро; 8 — выпускной конус; 9 — крестовина; 10 — дверь; 11 — диск; 12 — питающий цилиндр; 13 — пружина; 14, 15 — нижний и верхний конусы; 16 — корпус; 17 — вал



жинах 13. Причем натяжение пружин регулируют так, чтобы при отсутствии зерна обеспечивалось прижатие диска к цилиндру. Цилиндрический корпус 16 служит остовом машины.

Вертикальный ситовой цилиндр 5 собран из трех секций, соединенных между собой. Для предотвращения преждевременного изнашивания верхняя часть ситового цилиндра с внутренней стороны по высоте 250 мм закрыта сплошным металлическим листом. Цилиндр выполнен из металлотканой сетки специального плетения.

Бичевой ротор смонтирован на вертикальном валу 17 при помощи четырех крестовин 9. На них вертикально установлены восемь плоских стальных бичей 6. Верхние их концы отогнуты в направлении вращения ротора. На бичах сделаны прорезы для крепления их болтами к крестовинам и регулирования зазора (в пределах 22...28 мм) между рабочей кромкой бичей и ситовым цилиндром.

Выпускное устройство выполнено в виде конуса 8 с патрубком, куда поступают совместно очищенное зерно и проходовая фракция. Обоечная машина аспирируется через нижнее выпускное устройство перед шлюзовым затвором или через верхний аспирационный патрубок 4.

Вертикальная обоечная машина РЗ-БМО-12. Ее конструкция аналогична конструкции машины РЗ-БМО-6. Отличается только исполнением бичевого ротора, имеющего пять крестовин. Выпускное устройство машины РЗ-БМО-12 выполнено в виде двух конических воронок – большой и малой, обеспечивает отдельный выпуск очищенного зерна и проходовой фракции.

Технологический процесс обработки поверхности зерна происходит следующим образом. Исходное зерно самотеком подает через патрубок и загрузочную воронку в питающий цилиндр. Здесь оно распределяется равномерно по всей окружности цилиндра и через кольцевой зазор попадает в рабочую зону, где подхватывается отогнутыми концами бичей и движется по спирали вниз между ситовым цилиндром и кромками бичей.

Под действием центробежной силы инерции, создаваемой ротором, зерно многократно отбрасывается к внутренней поверхности ситового цилиндра. В результате интенсивного трения зерновок между собой и о ситовой цилиндр поверхность зерна очищается от пыли, надорванных оболочек и частично от зародыша и бородки.

В обоечной машине частицы зерна и оболочек, прошедшие через отверстия ситового цилиндра, падают вниз и вместе или отдельно с очищенным зерном через разгрузочную воронку выводятся из машины. Далее зерновую смесь дополнительно обрабатывают в пневмосепараторах, где легкие примеси уносятся воздухом. Машина аспирируется отсосом воздуха из верхней части корпуса.

Отличительная особенность этой обоечной машины – вертикальное расположение корпуса, что обеспечивает лучшее использование произ-

водственной площади. Ситовая поверхность производит более мягкое воздействие на зерно, чем наждачная, но более интенсивное, чем стальная. Соответственно снижение зольности в обоечной машине РЗ-БМО-6, по данным испытаний, составляет 0,015 %, что несколько ниже, чем в наждачных обоечных машинах, и выше, чем в мягких. Увеличение содержания битых зерен не превышает 0,38 %, т. е. ниже установленных норм. Аналогичные результаты получены при испытании обоечной машины РЗ-БМО-12.

Горизонтальная обоечная машина РЗ-БГО-6 (рис. 41). Она состоит из следующих основных узлов: приемного устройства, корпуса, бичевого ротора, ситового цилиндра, привода, выпускных устройств.

Приемное устройство включает верхний и нижний патрубки. Между ними установлен магнитный аппарат с грузовым клапаном. Приемное устройство установлено со стороны привода машины. Блок магнитов расположен в лотке, который можно легко снять и удалить металломагнитные примеси.

Корпус 2 является остоном для крепления всех узлов обоечной машины. Он установлен на станине. С одной стороны корпус закрыт дверкой 11. В корпусе предусмотрены отверстия для приемного устройства, аспирационного патрубка 5 и выпуска прохода. Бичевой ро-

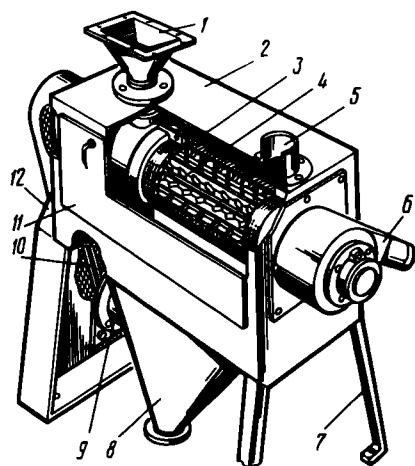


Рис. 41. Горизонтальная обоечная машина РЗ-БГО-6:

1, 5, 6 – патрубки; 2 – корпус; 3 – ситовый цилиндр; 4 – бичевой ротор; 7 – стойки; 8 – выпускная воронка; 9 – электродвигатель; 10 – клиноременная передача; 11 – дверка; 12 – опора

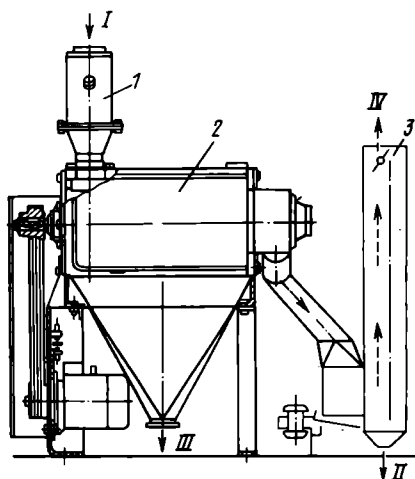


Рис. 42. Комплект установки горизонтальной обоечной машины РЗ-БГО-6:

1 – магнитный аппарат; 2 – обоечная машина РЗ-БГО-6; 3 – пневмоаспиратор; I – исходное зерно; II – очищенное зерно; III – продукты шелушения; IV – воздух с легкими примесями

тор 4 — основной рабочий орган машины. Он представляет собой пустотелый вал, с торцов которого приварены полуоси, установленные в шарикоподшипниках. К пустотелому валу по образующей закреплены восемь бичей. К каждому бичу приварены короткие гонки. Причем на четырех бичах гонки установлены под углом 80° , а на остальных (через один) — под углом 60° к оси ротора. В результате такого расположения гонков и бичей зерно в различных зонах имеет неодинаковую скорость. Относительное движение потоков увеличивает интенсивность трения и соответственно повышает эффективность очистки зерна.

Ситовой цилиндр 3 состоит из двух половин, соединенных в вертикальной плоскости. Сито представляет собой сетку, выполненную из проволоки граненого профиля и специального плетения. Ситовой цилиндр закреплен на цилиндрических частях питателя и выходного патрубка. Продукты шелушения зерна выводятся проходом через сито, а очищенное зерно — сходом с него.

Очищенное зерно выводится через выпускной патрубок 6 типа улитки, который подает зерно на вибrolоток вертикального пневмосепарирующего канала, работающего в комплексе с обоечной машиной (рис. 42).

Горизонтальная обоечная машина РЗ-БГО-8. Устройство ее аналогично устройству машины РЗ-БГО-6, отличие состоит в компоновке, расположении приемных и выпускных устройств, размерах и производительности.

Бичевой ротор отличается от рассмотренного длиной и соответственно числом бичей. К ротору машины РЗ-БГО прикреплено 16 бичей, по восемь на каждой его половине (исполнение зеркальное). Устройство каждой половины ротора аналогично устройству ротора машины РЗ-БГО-6, за исключением угла наклона гонков, которые на четырех левых и четырех правых бичах приварены под углом 70° , а на остальных — под углом 60° к оси ротора.

Выпускные воронки для продуктов шелушения установлены под каждой половиной ситового цилиндра, а для очищенного зерна — улитки с обоих концов машины. Устройство их аналогично рассмотренному выше.

Технологический процесс обработки зерна в горизонтальных обоечных машинах происходит следующим образом. Исходное зерно поступает через приемное устройство и равномерно распределяется в зазоре между ситовым цилиндром и бичевым ротором. Зерно подхватывается бичами и подвергается интенсивному трению о бичи, о внутреннюю поверхность сита цилиндра и взаимному трению.

Продукты шелушения проходят через ситовой цилиндр и выводятся из машины через воронки, установленные под ним. Очищенное зерно выходит из машины через торцевые патрубки и поступает на дальнейшую обработку в соответствии с технологической схемой.

Отличительная особенность машин такого типа та, что полный вал

бичевого ротора занимает до четверти рабочего объема ситового цилиндра. В кольцевом зазоре, заполненном зерном, под действием гонков бичей, имеющих различные угол наклона и высоту, возникает сложная циркуляция зерна с различной скоростью. Техническая характеристика обоечных машин приведена в таблице 33.

33. Техническая характеристика обоечных машин

Показатели	РЗ-БМО-6	РЗ-БМО-12	РЗ-БГО-6	РЗ-БГО-8
Производительность, т/ч	6	12	6...9	8...12
Размеры ситового цилиндра, мм:				
диаметр	650	650	300	300
длина (высота)	1080	1380	635	1500
Частота вращения ротора, об/мин	480	480	1130	1130
Мощность электродвигателя, кВт	11	15	5,5	15
Габариты, мм:				
длина	1530	1530	1430	2530
ширина	1075	1075	878	878
высота	1855	2105	1943	2443
Примечание. Расход воздуха – 6 м ³ /мин.				

§ 2. ЩЕТОЧНЫЕ МАШИНЫ

Зерно, прошедшее через обоечные машины, имеет на поверхности надорванные, неотделенные частицы оболочек и зародыша. Для их отделения, а также для удаления пыли из бороздки зерна на мукомольных заводах применяют щеточные машины.

К основным расчетным параметрам щеточной машины относят производительность, окружную скорость щеточного барабана и потребляемую мощность. Производительность щеточных машин с горизонтальной осью вращения определяют в зависимости от нагрузки на единицу внутренней поверхности щеточной деки, соприкасающейся с наружным диаметром щеточного барабана, по формуле

$$Q = k\pi RLq,$$

где k – коэффициент, учитывающий длину пути деки; R – внутренний радиус деки, м; L – длина деки, м; q – удельная нагрузка на деку, т/(м²·ч).

В щеточных машинах типа БЩМ дуга деки имеет центральный угол 201°, соответственно $k = 1,1$. В этом случае формулу можно записать, как

$$Q = 3,5RLq.$$

Потребную мощность N (кВт) для привода щеточного барабана ориентировочно можно определить по формуле

$$N = nQ,$$

где n — удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т; Q — производительность, т/ч.

Щеточная машина А1-БЩМ-12 предназначена для очистки поверхности и бороздок зерна пшеницы и ржи от пыли, отделения надорванных оболочек и выделения легких и металломагнитных примесей.

Горизонтальный щеточный барабан является основным рабочим органом машины и состоит из восьми колодок, набранных щеточным волокном и закрепленных на ступицах, установленных на валу (рис. 43). Щеточная дека включает три колодки, набранные щеточным волокном и шарнирно соединенные между собой с помощью петель. Радиальный зазор между щеточными поверхностями барабана и дека регулируется механизмом прижима дека, червячная передача которого

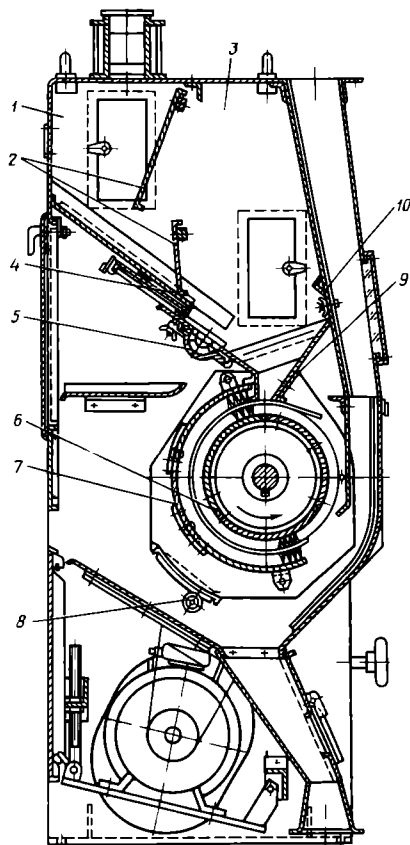
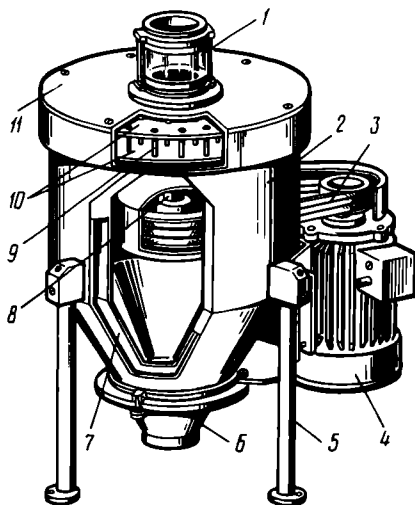


Рис. 43. Щеточная машина А1-БЩМ-12:

1 — станина; 2 — питающее устройство; 3 — аспирационный канал; 4 — заслонка; 5 — магнитный аппарат; 6 — щеточный барабан; 7 — щеточная дека; 8 — механизм прижима дека; 9, 10 — шиберы

Рис. 44. Энтолейтор РЗ-БЭЗ:

1, 6 — патрубки; 2 — корпус; 3 — клиноременная передача; 4 — электродвигатель; 5 — стойка; 7 — полость; 8 — вал; 9 — втулка; 10 — диски; 11 — крышка



передает усилие двум парам зубчатых передач, закрепленным на одном валу с червячным колесом.

Техническая характеристика щеточной машины А1-БЩМ-12

Производительность, т/ч	12
Снижение зольности зерна, %	0,02
Увеличение битого зерна, %	0,9
Частота вращения щеточного барабана, об/мин	325
Диаметр щеточного барабана, мм	362
Длина щеточного барабана, мм	1575
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /ч	3500
Мощность электродвигателя, кВт	4,0
Габариты, мм:	
длина	1930
ширина	200
высота	2020
Масса, кг	855

§ 3. ЭНТОЛЕЙТОРЫ

Энтолейторы — это машины ударно-стирающего действия. Их используют для различных технологических операций: обеззараживания (стерилизация) зерна (РЗ-БЭЗ) и муки (РЗ-БЭМ). В соответствии с назначением энтолейторы устанавливают в подготовительном отделении и в отделении готовой продукции. Конструктивное исполнение и правила эксплуатации всех энтолейторов идентичны. Основные узлы энтолейтора РЗ-БЭЗ (рис. 44) : ротор, корпус и привод.

Ротор состоит из двух стальных горизонтально расположенных дисков 10 ϕ 430 мм, расстояние между ними 35 мм. Между дисками concentрично установлены два ряда втулок 9 — по 40 шт. в каждом ряду в машине РЗ-БЭЗ и 20 шт. в машине РЗ-БЭМ.

Ротор установлен на валу 8 энтолейтора. Вращение ротору передается электродвигателем 4 через клиноременную передачу 3 (РЗ-БЭЗ) или непосредственно (РЗ-БЭМ). В зависимости от места установки энтолейтора и качества зерна можно изменить окружную скорость ротора, заменяя шкив электродвигателя.

Корпус 2 энтолейтора состоит из внутренней и наружной цилиндрических обечаек, которые в нижней части сведены на конус. Полость 7 в корпусе энтолейтора между внутренней и внешней обечайками служит для прохода зерна. Зерно выводится через патрубок 6. Отличительная особенность привода энтолейтора РЗ-БЭМ заключается в установке ротора непосредственно на валу электродвигателя.

Зерно или мука поступают в энтолейтор через приемный патрубок 1 и подвергаются ударному воздействию вращающегося ротора. В результате уничтожаются живые вредители, кроме того, разрушаются изъеденные и поврежденные зерна, а личинки погибают, что приводит к снижению скрытой формы зараженности зерна.

Энтолейтор не имеет оперативно регулируемых параметров. Техническая характеристика энтолейтора приведена в таблице 34.

34. Техническая характеристика энтолейторов

Показатели	ЭЭ-БСЗ	ЭЭ-БСМ
Производительность, т/ч	9...15	8...10
Диаметр ротора, мм	430	430
Зазор между ротором и корпусом машины, мм	40	40
Частота вращения ротора, об/мин	1500	3000
Мощность электродвигателя, кВт	5,5	5,5
Габариты, мм:		
длина	1000	664
ширина	668	650
высота	1239	989
Масса, кг	260	210

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕРНА

Технологическая эффективность работы обоечных машин. Обработка зерна считается эффективной, если его зольность снизилась менее чем на 0,02 % и количество битых зерен увеличилось не более чем на 1,0 %.

Технологическую эффективность работы обоечных машин определяют по формуле

$$\eta = z_1 - z_2,$$

где z_1 и z_2 — зольность зерна до и после обоечной машины, %.

При очистке зерна в обоечной машине, установленной до увлажнения зерна, количество продуктов шелушения составляет 0,1 % от поступившей зерновой массы зольностью 4,05...4,90 %, а количество битых зерен увеличивается на 0,60...0,95 %. На втором этапе очистки после основного отволаживания зерновую массу объединяют в один поток и обрабатывают в одной машине более высокой производительности. Количество продуктов шелушения составляет 0,10...0,08 % зольностью 3,70...4,0 %. Зольность зерна снижается на 0,01...0,02 %, количество битых зерен увеличивается на 0,3...0,5 %. Эффективность обработки в обоечных машинах приведена в таблице 35 (по данным ВНПО "Зерно-продукт").

К основным факторам, влияющим на эффективность и производительность обоечных машин, относят физические свойства зерна — их деформативные и прочностные свойства, пластично-вязкие особенности оболочек; прочность связей оболочек с эндоспермом; влажность и массу зерен; кинематический режим работы бичевого ротора, характеризуемый окружной скоростью его вращения; радиальный зазор

35. Технологическая эффективность работы обоечных машин РЗ-БМО-6, РЗ-БГО-8

№ пробы	Продолжительность отволаживания пшеницы, ч	Влажность, %	Зольность, %	Продукты шелушения		Снижение зольности зерна, %	Битые зерна, %		Количество травмированных зерен, %	
				количество, кг/ч	зольность, %		до обработки	прирост	до обработки	после обработки
Обочная машина РЗ-БМО-6										
1	—	11,8	1,98	5,62	4,59	0,0047	—	0,96	14	26
2	—	11,8	1,75	5,14	4,86	0,0046	—	0,81	18	32
3	—	12,0	1,76	15,5	4,71	0,0110	—	0,38	12	18
4	—	12,1	1,84	11,4	4,80	0,0100	—	0,56	16	23
5	—	12,3	1,69	11,8	4,06	0,0092	—	0,52	16	20
6	—	11,9	1,81	10,6	4,49	0,0090	—	0,78	18	23
7	—	11,6	1,79	10,1	4,51	0,0086	—	0,98	21	29
Обочная машина РЗ-БГО-8										
1	18	15,8	1,73	13,1	4,18	0,0043	1,82	0,38	29	36
2	24	15,6	1,73	13,9	4,26	0,0046	1,82	0,32	29	38
3	20	16,1	1,86	12,8	4,32	0,0040	1,60	0,36	21	27
4	25	16,0	1,86	13,2	4,30	0,0044	1,60	0,36	21	330
5	18	15,4	1,78	13,8	3,94	0,0043	2,1	0,51	38	42
6	22	15,4	1,78	14,2	3,88	0,0044	2,1	0,46	38	46
7	20	16,0	1,68	15,1	4,11	0,0049	2,4	0,50	22	46
8	24	15,9	1,68	15,5	4,06	0,0049	2,4	0,46	22	46

между наружными кромками бичей и ситовым цилиндром; размеры рабочей поверхности ситового цилиндра и бичей; интенсивность, равномерность и непрерывность загрузки рабочей зоны зерном; эффективность обработки зерна в пневмосепарирующем канале.

Окружную скорость бичевого ротора следует выбирать в зависимости от обрабатываемой культуры. Например для ржи, обладающей более вязкой структурой, чем пшеница, скорость должна быть 15...18 м/с, для мягкой пшеницы 13...15, для твердой 10...11 м/с. При уменьшении рабочего зазора интенсивность воздействия увеличивается, так как возрастает сила удара и взаимного трения.

Удельная нагрузка, определяемая как отношение производительности (кг/ч) к площади поверхности ситового цилиндра (м^2), зависит от особенностей обрабатываемой культуры, от режима работы обоечной машины, типа бичевого ротора и материала ситового цилиндра. Рекомендуются следующие удельные нагрузки $[\text{кг}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)]$ при обработке пшеницы в обоечных машинах:

- горизонтальных с абразивной поверхностью обечайки 1000...1200;
- горизонтальных со стальной поверхностью обечайки 4000...4500;
- вертикальных с металлотканой поверхностью обечайки 1500...3000;
- горизонтальных с металлотканой поверхностью обечайки 5000...8000.

Технологическая эффективность работы щеточных машин. Она характеризуется снижением зольности зерна и состоянием его поверхности после обработки (определяют органолептически). При нормальной работе снижение зольности должно быть 0,01...0,04 %. Зольность отходов, получаемых со щеточных машин, должна быть 5,0...6,5 %.

Для повышения эффективности работы щеточных и обоечных машин необходимо периодически контролировать не только количество прироста битых зерен, но и количество отделенных оболочек, состояние наружной поверхности обработанных зерновок.

Наличие непрочных оболочечных частиц на поверхности зерна приводит к отделению их на первых системах драного процесса, в результате чего они попадают в муку, крупки и дунсты, что ухудшает их качество и осложняет организацию процесса обогащения в ситовеечных машинах.

На технологическую эффективность работы щеточных машин влияют фактическая производительность, величина окружной скорости щеточного барабана, величина рабочего зазора, качество щеток, работа аспирации.

Технологическая эффективность работы энтолейторов. Эффективность энтолейтора РЗ-БЭЗ по уничтожению живых долгоносиков составляет 95,0 %, по разрушению изъеденных зерен – 73,0 %. Увеличение содержания битых зерен не превышает 1 %. Технологическая эффективность уничтожения вредителей в муке составляет 99,9 %, скрытой зараженности (яйца, куколка, личинка) – 94,0 %.

Вопросы для самопроверки. 1. В чем заключается обработка поверхности зерна сухим способом? 2. Назовите место установки обоечной, щеточной машин и энтолейторов? 3. Каковы показатели технологической эффективности обоечной и щеточной машин? 4. Какие факторы влияют на технологическую эффективность работы обоечной и щеточной машин? 5. Какие неисправности при работе обоечной и щеточной машин встречаются? Как их устранить?

Глава X

ОБРАБОТКА ЗЕРНА ВОДОЙ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К основным процессам подготовки зерна к помолу, качественно улучшающим его продовольственное использование, относят увлажнение и мойку зерна. В процессе увлажнения и последующего отволаживания в зерне происходят физико-биологические изменения, в результате которых облегчается отделение оболочек от зерна при незначительных потерях эндосперма. При мойке очищается поверхность зерна, выделяются тяжелые и легкие примеси, щуплые зерна, удаляются микроорганизмы. Обычно в моечную машину направляют зерно, предварительно прошедшее через сепаратор, камнеотделительную машину, триеры и обоечную машину. Зольность зерна после моечных машин снижается. По Правилам моечную машину устанавливают при сортовых помолах пшеницы на втором этапе подготовки зерна к помолу перед бункерами для отволаживания при холодном кондиционировании, перед воздушно-водяным кондиционером при горячем, перед влагоснимателем при скоростном кондиционировании.

§ 2. МОЕЧНАЯ МАШИНА Ж9-БМА

Моечная машина Ж9-БМА (рис. 45) состоит из ванны, сплавной камеры и отжимной колонки. В моечной ванне расположены две пары шнеков: два верхних 13 — для зерна и два нижних 14 — для осевших минеральных примесей. Сплавная камера 4 служит для отделения легких, всплывающих примесей, гидравлического транспортирования зерна после моечной ванны в отжимную колонку. Для гашения пены в ванне установлены две форсунки. Транспортирование происходит под давлением воды, подаваемой насосом в сопло на дне камеры. Излишки воды и примеси из сплавной камеры удаляются через сливное устройство.

Отжимная колонка 2 включает основание и верхнюю коробку, соединенные стойками. Внутренняя цилиндрическая обечайка 18 выполнена из металлических чешуйчатых сит. Внутри обечайки расположен вертикальный бичевой ротор 17. На вертикальных бичах ротора уста-

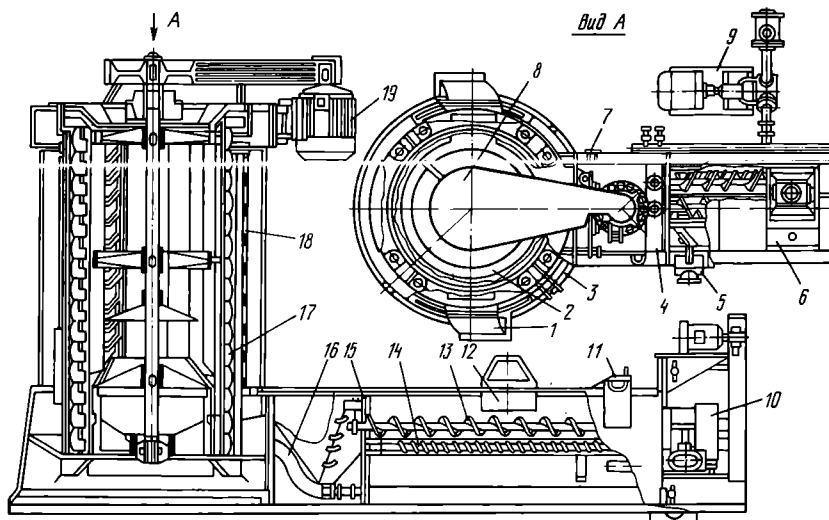


Рис. 45. Моечная машина Ж9-БМА:

1 – выпускной патрубок; 2 – отжимная колонка; 3 – ороситель; 4 – сплавная камера; 5 – штуцер; 6 – моечная ванна; 7 – патрубок; 8 – ограждение привода; 9 – насосная установка; 10 – редуктор; 11 – камнеотделитель; 12 – приемное устройство; 13, 14 – шнеки; 15 – промежуточная стенка; 16 – трубка; 17 – бичевой ротор; 18 – ситовая обечайка; 19 – электродвигатель

новлены гонки под углом 60° к вертикали, которые служат для перемещения зерна снизу вверх.

Принцип действия моечной машины основан на перемещении зерна шнеками в потоке воды. Зерно поступает в машины через приемное устройство 12. Приближая или удаляя его от отжимной колонки 2, можно сокращать или удлинять время пребывания зерна в моечной ванне. Задвижку приемного устройства устанавливают так, чтобы была предотвращена возможность завала машины при увеличенном поступлении зерна. Внутри приемного устройства установлен делитель, направляющий поток зерна равномерно на оба зерновых шнека 13. Самотечную трубу, подающую зерно в приемное устройство, делают телескопической, чтобы она не мешала его перемещению.

Из моечной ванны верхние шнеки направляют зерно в сплавную камеру, где вследствие снижения скорости воды оно тонет, а легкие примеси всплывают и периодически удаляются из машины через воронку и патрубок 7. Из сплавной камеры 4 зерно под давлением воды, поступающей в сопло на дне камеры, подается в отжимную колонку 2. В это время происходит дополнительное ополаскивание зерна чистой водой. Из отжимной колонки зерно выводится через выпускные патрубки 1.

Моечные воды направляют в машины для обработки мокрых отходов. При движении зерна в моечной ванне из него выделяются и оседают минеральные примеси, которые нижними шнеками 14 транспортируются в противоположном направлении. Привод шнеков — от электродвигателя через клиноременную передачу и редуктор 10. Бичевой ротор отжимной колонки 2 приводится в движение от электродвигателя 19 через клиноременную передачу.

В комплект моечной машины входит насосная установка 9, которую применяют при недостаточном давлении воды. Моечную машину устанавливают в водонепроницаемой кафельной ванне с устройством смыва мокрых отходов. На входной водопроводной трубе должен быть установлен ротаметр для определения расхода воды на мойку зерна.

Техническая характеристика моечной машины Ж9-БМА

Производительность, т/ч	10
Частота вращения, об/мин:	
зерновых шнеков	310
камнеотборочных шнеков	123
Частота вращения бичевого ротора, об/мин	400
Расход воды (не более), л/кг	0,86
Давление воды в транспортирующих форсунках (не менее), 10 ⁵ Па	21
Увлажнение зерна, %	2,0...2,5
Снижение зольности, %	0,02...0,03
Расход воды на аспирацию, м ³ /мин	1,7
Габариты, мм:	
длина	4200
ширина (с насосной установкой)	2195
высота	2550
Масса, кг	3180

Пр и м е ч а н и е. Мощность электродвигателей составляет (кВт): отжимной колонки — 13; привода шнека — 1,5; привода насоса — 5,5.

§ 3. МАШИНА А1-БМШ

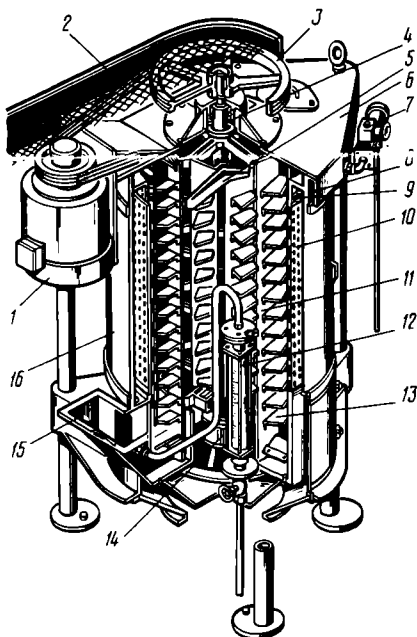
Машина предназначена для очистки поверхности, частичного снятия оболочки и увлажнения зерна. Машину устанавливают в начале первого этапа холодного кондиционирования перед распределительными шнеками, направляющими зерно в бункера для отволаживания. Машина заменяет моечную машину Ж9-БМА.

Машина А1-БМШ (рис. 46) для мокрого шелушения зерна представляет собой разборную металлическую конструкцию и состоит из следующих основных узлов: корпуса, ротора, ситового цилиндра, привода, приемных и выпускных устройств.

Цилиндрический корпус установлен на трех металлических стойках. В нем размещаются основные рабочие органы машины. Бичевой ротор состоит из вала и пяти розеток. К розеткам прикреплены десять бичей 11. На каждом биче расположены 15 гонков под углом 40° к гори-

Рис. 46. Машина А1-БМШ для мокрого шелушения зерна:

1 — электродвигатель; 2 — клиноременная передача; 3 — шкив; 4, 14 — верхний и нижний подшипниковые узлы; 5 — чугунная лопатка; 6 — крышка; 7 — командный прибор; 8 — траверса; 9 — трубчатое кольцо; 10 — ситовой цилиндр; 11 — бич; 12 — ротаметр; 13 — гонок; 15 — приемный патрубок; 16 — кожух



зонтали. Гонки четырех нижних рядов выполнены из нержавеющей стали. Вверху на пяти бичах прикреплены чугунные гонки, которые сбрасывают зерно в выпускной патрубок. Остальные гонки, изготовлены из стали Ст. 45. Нижняя часть ротора расположена в кольцевом канале между стенками внутреннего и среднего цилиндров корпуса машины, образующего моечную зону.

Ситовой цилиндр 10 включает две половины, соединенные болтами через две регулировочные планки. Его устанавливают так, чтобы выходная часть чешуйчатых отверстий была обращена по направлению вращения ротора. Ротор приводится в движение электродвигателем 1 с помощью клиноременной передачи 2. Снаружи ситовой цилиндр закрыт кожухом, а в кольцевое пространство между ними попадают оболочки зерна и отработавшая вода, которые затем удаляются из машины.

Для удаления проходных частиц с поверхности ситового цилиндра и кожуха служит смывающее устройство, состоящее из трубчатого пластмассового кольца с двумя рядами отверстий, мембранного вентиля с электромагнитным приводом, фильтра и запорного вентиля. Периодичность и продолжительность включения воды для смыва устанавливают с помощью командного прибора.

Принцип действия машины заключается в следующем. Зерно равномерно через приемный патрубок 15 подается в моющую зону машины. Одновременно туда поступает вода. Расход воды контролируют ротаметром 12. Зерно, поданное в нижнюю часть машины, подхватывается гонками и поднимается вверх, проходя зону мойки, отжима, шелушения и камеры выброса. Уровень воды в зоне мойки можно изменять, поставив съемную крышку с отверстиями. Избыток воды из моющей зоны отводится через верхний край внутреннего цилиндра или через отверстия в съемной крышке. Зерно в процессе подъема под действием центробеж-

ной силы, создаваемой ротором, многократно отбрасывается к поверхности ситового цилиндра. В результате трения зерновок между собой и о поверхность сита происходит очистка поверхности зерна от надорванных оболочек и частично от зародыша и бородки. При этом с поверхности зерна удаляется избыточная влага.

Из зоны шелушения зерно поступает в верхнюю камеру, откуда гонками выводится из машины через патрубок. Проходовые частицы, пройдя отверстия в ситовом цилиндре, падают вниз, а осевшие на внешней поверхности цилиндра и внутренней поверхности кожуха периодически смываются водой и вместе с основной массой отходов через кольцевой конусный канал выводятся из машины.

Техническая характеристика машины А1-БМШ

Производительность, т/ч	5,2
Снижение зольности, %	0,03...0,04
Увлажнение (не более), %	2
Увеличение содержания битых зерен (не более), %	1
Размеры ситового цилиндра, мм:	
диаметр	800
высота	900
Зазор между гонками и ситовым цилиндром, мм	13...16
Частота вращения ротора, об/мин	450
Мощность электродвигателя, кВт	11
Расходы воды, л/ч:	
на мойку	1200
на смывание оболочек	300
Габариты, мм:	
длина	1900
ширина	1300
высота	2350
Масса, кг	1700

§ 4. ОБРАБОТКА ОТХОДОВ МАШИН ДЛЯ МОЙКИ И МОКРОГО ШЕЛУШЕНИЯ ЗЕРНА

Оборудование линии обработки отходов моечных машин и машин мокрого шелушения позволяет с небольшими затратами утилизировать отходы и использовать их при производстве комбикормов. В то же время очистка моечных вод и своевременное удаление из нее отходов и микрофлоры способствуют улучшению условий охраны окружающей среды.

Схема обработки отходов моечных машин (рис. 47) включает последовательно установленные: сепаратор А1-БСТ, шнековый пресс Б6-БПО и сушилку У2-БСО. Исходный продукт *I* (отходы всех моечных машин или машины мокрого шелушения) подают в сепаратор А1-БСТ, где отходы частично обезвоживаются и поступают в пресс Б6-БПО. В нем их дополнительно обезвоживают, отжимают и прессуют. Затем отходы просушивают до влажности 15 % в паровой сушилке У2-БСО. Очищенные сточные воды направляют в канализацию.

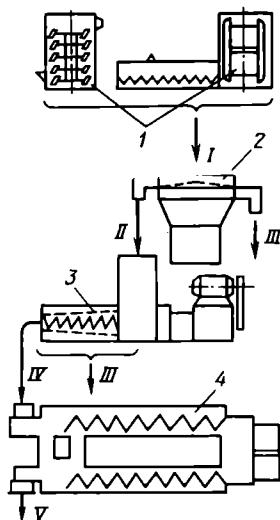


Рис. 47. Схема обработки отходов:

1 – моечная машина (или машина мокрого шелушения); 2 – сепаратор А1-БСТ; 3 – пресс Б6-БПО; 4 – сушилка У2-БСО; I – отходы после моченых машин; II – мокрые отходы; III – сточные воды; IV – спрессованные отходы; V – сухие отходы.

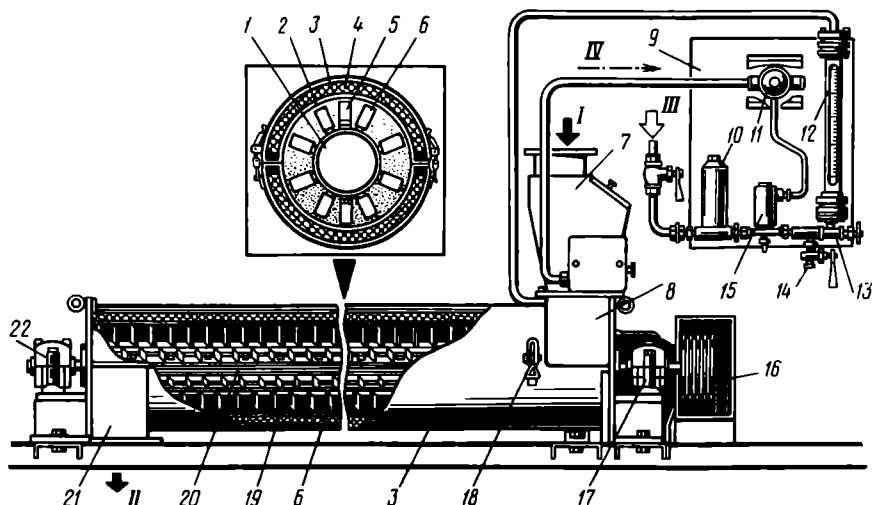


Рис. 48. Машина А1-БШУ-2 для увлажнения зерна:

1 – вал; 2 – корпус; 3 – кожух; 4 – прокладка; 5, 6 – гонки; 7 – индикатор наличия зерна; 8, 21 – приемный и выпускной патрубки; 9 – панель; 10 – фильтр; 11 – электророзетка; 12 – ротаметр; 13 – игольчатый вентиль; 14 – спускной кран; 15 – электромагнитный вентиль; 16 – привод; 17, 22 – корпуса подшипников; 18 – запор; 19 – бич; 20 – шпилька; I, II – зерно; III – вода; IV – электрический ток.

В последнее время для увлажнения зерна на различных участках технологической схемы подготовки зерна к помолу широкое распространение получили быстроходные шнеки, так называемые шнеки интенсивного увлажнения.

Выпускают машины типа А1-БШУ в двух вариантах с аналогичным устройством. Машину А1-БШУ-1 устанавливают в начале третьего этапа холодного кондиционирования над бункером для увлажнения зерна перед I драной системой. Машину А1-БШУ-2 используют для основного увлажнения и устанавливают ее вместо моечной машины Ж9-БМА или машины А1-БМШ для мокрого шелушения зерна, т. е. в начале первого этапа холодного кондиционирования перед распределительными винтовыми конвейерами, направляющими зерно в бункера для отволаживания. Машина А1-БШУ-1 отличается от машины А1-БШУ-2 меньшей длиной шнека.

Машина А1-БШУ-2 (рис. 48) состоит из цилиндрического корпуса, бичевого ротора, привода, индикатора наличия зерна. Корпус 2 выполнен из нержавеющей стали и имеет разъем в горизонтальной плоскости. Корпус машины имеет приемный 8 и выпускной 21 патрубки.

Ротор служит основным рабочим органом машины. Он состоит из вала 1, выполненного из стальной пустотелой трубы ϕ 140 мм с сваренными с обеих сторон цапфами. К валу 1 приварены шпильки 20, на которых прикреплены восемь плоских бичей 19 и два съемных гонка 5. К смежным бичам приварены гонки 6, установленные к оси ротора под углом 60 и 70°. На каждом биче имеется 21 гонок. Бичи и гонки выполнены из нержавеющей стали.

Технологический процесс в машине происходит следующим образом. Зерно подают через индикатор 7. Под действием потока зерна пластина с рычагом отклоняется и микровыключатель замыкает электрическую цепь. Срабатывает электромагнитный вентиль и открывается отверстие для прохода воды. Вода из водопровода через регулятор давления, фильтр 10, электромагнитный вентиль 15, игольчатый вентиль 13 и ротаметр 12 поступает в приемный патрубок 8. Благодаря устройству ротора и большой частоте его вращения происходит интенсивное перемешивание зерна, насыщение его влагой и перемещение от приема к выпуску. Управление приводом и подачей зерна осуществляют дистанционно с центрального пульта управления.

Техническая характеристика увлажнительных машин типа А1-БШУ приведена в таблице 36.

При замене машин мокрого шелушения А1-БМШ или комбинированных моечных машин Ж9-БМА шнеками интенсивного увлажнения А1-БШУ-2 необходимо провести ряд организационно-технических мероприятий, направленных на повышение эффективности работы зерноочистительных машин, установленных в технологической схеме до А1-БШУ-2.

36. Техническая характеристика машин типа А1-БШУ

Показатели	А1-БШУ-1	А1-БШУ-2
Производительность, т/ч	12	6
Увеличение влажности зерна, %	1	4...5
Размеры цилиндрической части машины, мм:		
диаметр	300	300
длина	1150	2150
Число бичей	8	16
Частота вращения ротора, об/мин	1140	1160
Мощность электродвигателя, кВт	4	7,5
Расход воды (не более), л/ч	150	360
Габариты, мм:		
длина	1625	2650
ширина	460	980
высота	1420	760
Масса, кг	300	380

В первую очередь необходимо обеспечить эффективное выделение минеральных примесей, примесей органического происхождения, а также очистку поверхности зерна сухим способом. Следует учитывать, что в шнеке интенсивного увлажнения неизбежно происходит увеличение битых зерен 0,3...0,5 % и некоторое шелушение зерна.

74.

§ 6. УВЛАЖНИТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ А1-БАЗ И А1-БУЗ

Увлажнительные аппараты в технологическом процессе используют на двух стадиях: перед подачей зерна в бункера для отволаживания — аппарат А1-БУЗ с расходом воды до 300 л/ч и для доувлажнения перед I драной системой — аппарат А1-БАЗ с расходом воды до 50 л/ч. Увлажнительные аппараты этого типа отличаются простой конструкцией. Вода поступает в распыленном состоянии через форсунки. Причем для лучшего распыливания воды в форсунки аппарата А1-БАЗ подают сжатый воздух. Аппараты работают в системе автоматического управления с включением через индикаторы наличия зерна, что обеспечивает подачу воды только при наличии зерна.

Увлажнительный аппарат А1-БАЗ состоит из следующих основных сборочных единиц: панели, индикатора наличия зерна и форсунки. На панели (рис. 49) размещены металлокерамический фильтр 11, электромагнитный вентиль 12, электророзетка 7, спускной кран 13, игольчатый вентиль 5 и ротаметр 6. Фильтр 11 предназначен для очистки воды от ржавчины и других примесей. Очищенная вода через выходное отверстие фильтра поступает в основную магистраль и направляется к электромагнитному вентилю 12. Он состоит из корпуса, электромагнита, золотника и мембраны. Вентиль связан с индикатором 2 в единую электрическую цепь, которая замыкается при наличии зерна.

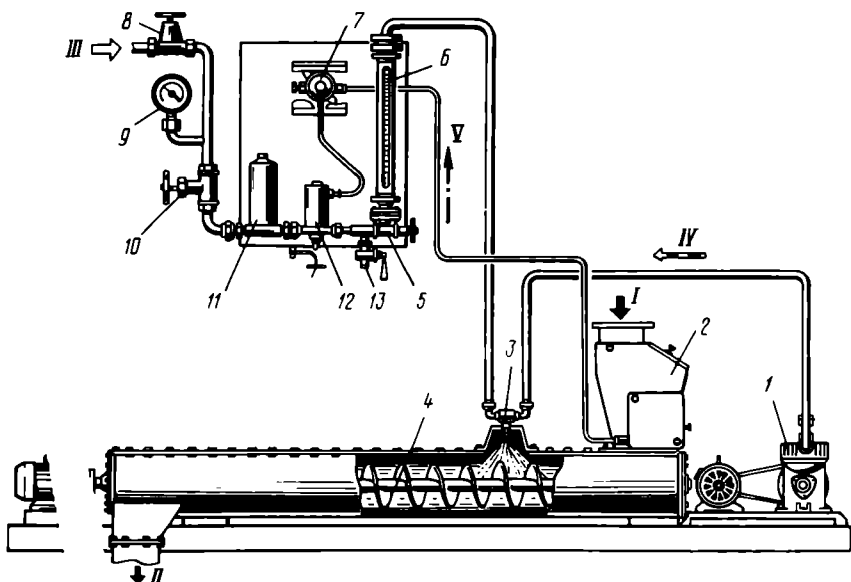


Рис. 49. Управляющий аппарат А1-БА3:

1 — колыбель; 2 — индикатор наличия зерна; 3 — форсунка; 4 — шнек; 5 — электромагнитный вентиль; 6 — ротаметр; 7 — электророзетка; 8, 10 — вентили; 9 — манометр; 12 — электромагнитный вентиль; 13 — спускной кран; I, II — зерно; I — вода; IV — воздух; V — электрический ток

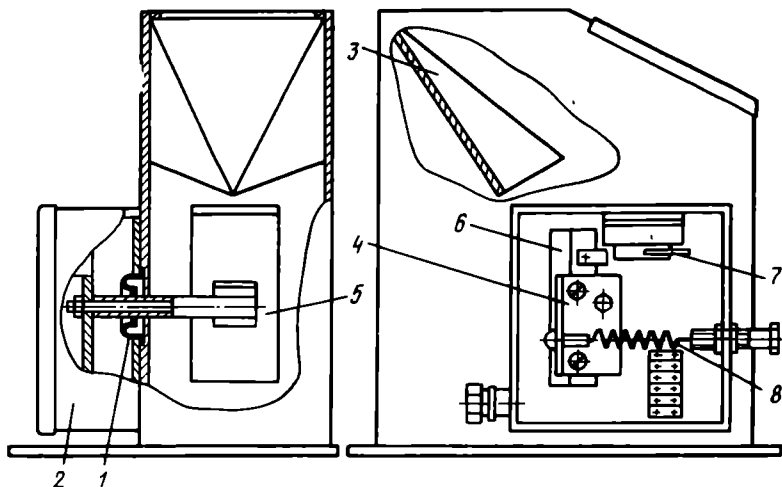


Рис. 50. Индикатор наличия зерна:

1 — мембрана; 2 — сигнализатор; 3 — лоток; 4 — направляющая; 5 — заслонка; 6 — кронштейны; 7 — микровыключатель; 8 — пружина

Игольчатый вентиль 5 регулирует количество воды, поступающей через ротаметр к форсункам. Ротаметр 6 предназначен для контроля расхода воды. Он состоит из кожуха с установленной в нем стеклянной трубкой с делениями и поплавка. Расход воды определяют по положению поплавка на шкале трубки.

Индикатор наличия зерна (рис. 50) работает следующим образом. Под действием потока падающего зерна заслонка 5 отклоняется от исходного положения и замыкает подвижный электроконтакт микровыключателя 7. При этом электрический сигнал подается на электромагнитный вентиль 12 (см. рис. 49), открывающий подачу воды. При прекращении поступления зерна в индикатор пружина возвращает в исходное положение заслонку, которая размыкает электроконтакт и прекращает подачу воды. Вода по трубопроводу под давлением поступает в форсунки, установленные на кожухе шнека и распыливающие воду над движущимся зерном.

У аппаратов А1-БУЗ и А1-БАЗ конструкции панели и индикатора наличия зерна одинаковы. Они отличаются конструкцией форсунок и наличием компрессора в аппарате А1-БАЗ, подающего сжатый воздух в форсунку для распыливания воды. Такое тонкое распыливание воды необходимо для поверхностного увлажнения зерна с последующим кратковременным отволаживанием перед I драной системой. Техническая характеристика аппаратов А1-БУЗ и А1-БАЗ приведена в таблице 37.

37. Техническая характеристика аппаратов А1-БУЗ и А1-БАЗ

Показатели	А1-БУЗ	А1-БАЗ
Производительность, т/ч	6	12
Увлажнение зерна (не более), %	4	1
Давление воды, МПа	0,4...0,6	0,05...0,07
Расход воды (не более), л/ч	300	50
Давление сжатого воздуха, МПа	—	0,1
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	—	0,07
Габариты, мм:		
панели:		
длина	495	495
ширина	115	115
высота	725	750
индикатора наличия зерна:		
длина	360	300
ширина	265	290
высота	300	350
форсунок:		
длина	250	105
ширина	100	28
высота	160	66
Масса, кг	25	60

Технологическая эффективность работы моечной машины Ж9-БМА. Технологическую эффективность работы моечной машины Ж9-БМА характеризуют следующие показатели: увлажнение зерновой массы — до 2,5 %; снижение зольности — на 0,03 %; отделение минеральных примесей; удаление вредных примесей (головни, семян и частей стебля полыни); устранение запаха зерна; изменение количества битого зерна; состав отходов. Количество и качество отходов, получаемых после мойки зерна, зависят от степени загрязнения зерновой массы, от установленного режима работы машины. Количество отходов составляет 0,2...0,5 %.

Эффективность очистки и величина увлажнения зерна в моечной машине зависят от продолжительности обработки зерна в воде и ее температуры. За время обработки зерна (3...5 с) вода не успевает проникнуть в эндосперм, а лишь частично поглощается оболочками зерна.

Приращение влаги на поверхности зерна происходит более интенсивно в первые секунды и значительно медленнее в последующие (рис. 51). Скорость поглощения влаги зависит от особенностей перерабатываемого зерна (рис. 52, 53). Крупное зерно поглощает влагу медленнее, чем мелкое, так как удельная поверхность его меньше. Наиболее медленно проникает влага в зерно твердой и высокостекловидной мягкой пшеницы. Зерно с мучнистым эндоспермом поглощает воду очень интенсивно, поэтому пшеницу I и III типов стекловидностью ниже

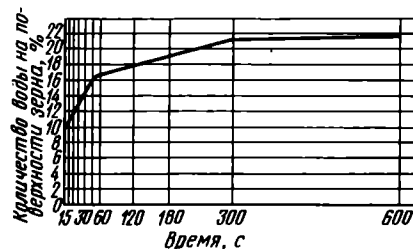


Рис. 51.

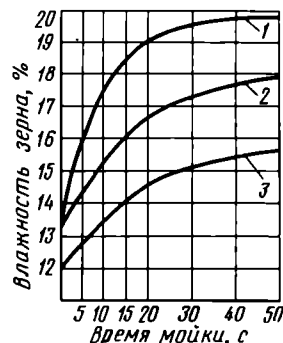


Рис. 52.

Рис. 51. Зависимость приращения влаги в зерне от продолжительности пребывания его в воде (по Г. А. Егорову)

Рис. 52. Приращение влаги в зерне пшеницы различной стекловидности при его мойке водой температурой 50 °C (по И. Т. Мерко):

1 — стекловидность 32 %; 2 — стекловидность 50 %; 3 — стекловидность 70 %

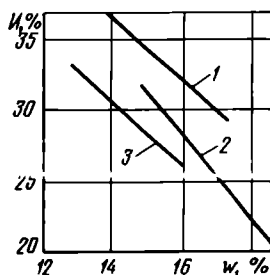


Рис. 53. Влияние степени увлажнения зерна на извлечение крупной крупки при помоле пшеницы IV типа (по И. Т. Мерко):

1 — стекловидность 53 %; 2 — стекловидность 68 %; 3 — стекловидность 35 %

40 % и влажностью более 14 % не рекомендуется обрабатывать в моечной машине. Такую пшеницу достаточно увлажнить только перед I дражной системой. Излишнее увлажнение зерна затрудняет его измельчение и просеивание продуктов размола, снижает выход и качество готовой продукции.

Эффективность мойки зерна зависит также от температуры и жесткости воды. Оболочки зерна очищаются тем лучше, чем меньше жесткость воды и чем выше температура зерна. Так, зимой температура воды до 6 °С не обеспечивает нужных результатов мойки зерна. Для получения требуемой технологической эффективности в моечных машинах в зимнее время, особенно в северных районах, зерно предварительно подогревают до температуры 20 °С в подогревателях типа БПЗ. Для получения максимальной технологической эффективности необходима температура воды 40...50 °С, при этом она будет передавать зерну больше теплоты, что способствует лучшему отволаживанию.

Технологическая эффективность обработки зерна в моечной машине зависит не только от температуры воды, но и от температуры зерна. Величину теплоотдачи за время пребывания зерна в моечной машине можно определить по формуле

$$W = kzF(t_2 - t_1),$$

где k — коэффициент теплоотдачи, ориентировочно принимаемый за 100 при условии хорошего перемешивания зерна с водой; z — продолжительность соприкосновения зерна с водой, с; F — площадь поверхности всех зерен, мм²; t_2 — средняя температура воды, °С; t_1 — средняя температура воздуха, °С.

Технологическая эффективность работы машины А1-БМШ. Испытания машины А1-БМШ показали, что в результате мокрого шелушения зерна получают отходы, которые в основном состоят из оболочечных частиц. Количество отходов по отношению к зерну — 0,11 %. Зольность отходов составляет соответственно при обработке пшеницы для I...III типов 3,15 % и для IV типа 2,98 %. Машина обеспечивает снижение зольности зерна на 0,02...0,05 %. Приращение влаги в зерне составляет 1,5...1,7 % для I...III типов и 1,4...1,6 % для IV типа пшеницы.

В таблице 38 приведены данные о технологических показателях

38. Сравнительная эффективность обработки зерна пшеницы в моечной машине и машине мокрого шелушения

Тип машины, производитель- ность	Удельный расход воды, л/кг	Влажность зерна, %			Зольность зерна, %			Содержание битых зерен, %			Содержание сорной примеси, %		
		до об- работ- ки	после обра- ботки	прира- щение	до об- работ- ки	после обра- ботки	сниже- ние	до об- работ- ки	после обра- ботки	прира- щение	до об- работ- ки	после обра- ботки	сниже- ние
Зерно I типа													
Моечная машина (6,1 т/ч)	1,30	12,5	15,3	2,8	1,81	1,76	0,05	3,06	3,58	0,52	0,31	0,20	0,11
	1,00	12,1	15,0	2,9	1,78	1,74	0,04	2,64	3,22	0,58	0,25	0,17	0,08
	1,40	11,8	14,8	3,0	1,79	1,74	0,05	2,96	3,39	0,43	0,21	0,14	0,07
Машина мокрого шелушения (6,1 т/ч)	0,21	11,9	13,5	1,6	1,80	1,75	0,05	2,80	3,06	0,26	0,36	0,36	—
	0,20	12,8	14,3	1,5	1,78	1,72	0,06	3,28	3,40	0,12	0,26	0,24	0,02
	0,20	13,2	14,9	1,7	1,76	1,71	0,05	4,16	4,48	0,32	0,34	0,32	0,02
Зерно IV типа													
Моечная машина (6,0 т/ч)	0,95	13,0	15,6	2,6	1,82	1,77	0,05	3,40	4,28	0,88	0,20	0,15	0,05
	1,00	12,8	15,8	3,0	1,78	1,74	0,04	2,16	3,04	0,98	0,32	0,18	0,14
	1,30	12,4	15,2	2,8	1,69	1,65	0,04	3,14	4,16	1,02	0,24	0,16	0,08
Машина мокрого шелушения (6,1 т/ч)	0,20	13,2	14,7	1,5	1,72	1,68	0,04	2,00	2,58	0,58	0,18	0,18	—
	0,22	14,1	15,5	1,4	1,76	1,70	0,06	3,44	4,00	0,56	0,34	0,32	0,02
	0,20	12,6	14,0	1,6	1,75	1,71	0,04	2,36	2,80	0,44	0,20	0,18	0,02

работы комбинированной моечной машины Ж9-БМА и машины мокрого шелушения А1-БМШ. Из данных таблицы следует, что машина А1-БМШ имеет ряд эксплуатационных преимуществ по сравнению с комбинированной моечной машиной Ж9-БМА. Так, в связи с более коротким периодом контакта зерна с водой прирост влаги на 1,1...1,3 % меньше, чем в машине Ж9-БМА. Это позволяет обрабатывать водой поверхность тех партий зерна, которые при пропуске через моечную машину приобрели влажность выше рекомендуемых величин, что повлекло бы к нарушению ведения технологического процесса. Занимаемая площадь и масса почти в два раза меньше, чем у машины Ж9-БМА.

Несмотря на невысокий (0,2 кг/кг) удельный расход воды в А1-БМШ, эффективность очистки поверхности зерна такая же, как при использовании машины Ж9-БМА, где значительно больший расход воды (1,0...1,4 кг/кг).

Технологическая эффективность работы сепаратора А1-БСТ. Эффективность очистки моечных вод сепаратора А1-БСТ (по содержанию взвешенных веществ до и после очистки) составляет 32,8 %, а влажность твердых отходов (сходовая фракция) 90,4 %.

Технологическая эффективность работы машина типа А1-БШУ. Испытание машины А1-БШУ-1 показало, что при производительности 12,8 т/ч влажность зерна повышается на 1 %. Зерно было влажностью 12,6...14,0 %, натурой 824 г/л, стекловидностью 48...51 %. Испытание машины А1-БШУ-2 показало, что при производительности 6,2 и 7,8 т/ч влажность зерна повышается на 4 и 5 %. Испытание проводили при влажности зерна 11,2...12,4 %, натуре 818...824 г/л, стекловидности 48...51 %.

Технологическая эффективность работы аппаратов А1-БУЗ и А1-БАЗ. По данным испытаний, аппарат А1-БУЗ обеспечивает увлажнение зерна на 1,0...3,8 %, аппарат А1-БАЗ на 1,0...1,1 %. Стабильность потока зерна, поступающего в индикатор, поддерживается регуляторами потока УРЗ-1, установленными под бункерами для неочищенного зерна. Работа в режиме изменяющейся нагрузки не допускается, так как в аппарате отсутствует автоматическое регулирование подачи воды в зависимости от производительности.

Вопросы для самопроверки. 1. Каковы основные задачи работы моечной машины? 2. Как устроена моечная машина Ж9-БМА? 3. По каким показателям определяют технологическую эффективность работы моечной машины Ж9-БМА? 4. Назовите основные узлы машин типа А1-БМШ. 5. Где устанавливают машины А1-БШУ-1, А1-БАЗ и А1-БУЗ? 6. Какие требования предъявляют к пуску и остановке моечной машины? 7. Как работает панель управления увлажнительными аппаратами? 8. В чем состоит отличие в использовании машин типа А1-БШУ и А1-БМШ?

КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ЗЕРНА

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Гидротермическая обработка* (ГТО) зерна — это совокупность мероприятий, выполняемых при подготовке зерна к переработке, в результате которых усиливается эластичность оболочек и ослабевают связи между оболочками и эндоспермом. Гидротермическая обработка заключается в искусственном воздействии на зерно воды и теплоты с использованием фактора времени, с учетом температуры и относительной влажности окружающей среды. На мукомольных заводах ГТО, являясь одним из основных этапов в процессе подготовки зерна к переработке, позволяет улучшать технологические свойства зерна и существенно влияет на выход и качество продукции. Эта обработка имеет решающее значение при сортовых хлебопекарных помолах пшеницы, а также при макаронных помолах твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы, поэтому применение ГТО при подготовке зерна к помолу в сортовую муку обязательна.

Комплекс ГТО зерна включает увлажнение, тепловую обработку (если применяют специальные аппараты), отволаживание и дополнительное увлажнение зерна перед I драной системой с кратковременным отволаживанием. Основными параметрами процесса ГТО являются: величина увлажнения (разность значений исходной влажности зерна и на I драной системе); влажность зерна на I драной системе; продолжительность отволаживания; температура нагрева зерна; продолжительность тепловой обработки (темперирование).

Режимы ГТО устанавливает главный технолог (начальник размольного цеха) по согласованию с начальником ПТЛ с учетом фактического качества зерна, вида помола, количества и вместимости бункеров для отволаживания, потери влаги в технологическом процессе производства муки и других факторов. Уточняют режимы ГТО по результатам пробных ходок или предварительного размалывания зерна на лабораторных помольных установках (типа ЛМ, МЛУ-202 и др.).

Зерно увлажняют в увлажнителях аппаратах, моечных машинах и скоростных кондиционерах. Тепловую обработку проводят в подогревателях, кондиционерах и влагоснимателях. Затем зерно направляют в бункера отволаживания. Порядок использования оборудования и вид

* Термин "кондиционирование" имеет условное значение и не отражает сущности процесса, который получает научное обоснование в термине "гидротермическая обработка зерна". Автор использует термин "кондиционирование", так как он еще распространен в СССР и за рубежом.

ГТО зерна определяют для каждого предприятия в соответствии с наличием установленного оборудования и утвержденной схемой технологического процесса. Обработка зерна водой и теплом с последующим отволаживанием позволяет направленно изменять структуру зерна, обеспечивать дифференцированное увлажнение его частей и улучшать технологические свойства. Характер увлажнения, температура нагрева и продолжительность отволаживания определяют в зависимости от физических и технологических свойств зерна, направляемого в переработку.

Одним из главных показателей выбора режима ГТО является стекловидность зерна. ГТО может быть проведена успешно только в том случае, если зерно на предприятиях размещено раздельно по типам, влажности и стекловидности и в переработку направляют однородные партии, требующие одинаковых режимов.

Основной задачей ГТО на мукомольных заводах являются улучшение мукомольных и хлебопекарных свойств зерна, создание условий для лучшего отделения эндосперма зерна от оболочек при его размоле, повышение выхода низкостольных крупок и дунстов, а следовательно, и увеличение выхода муки высоких сортов при меньших затратах электроэнергии. При правильно выбранных режимах ГТО средневзвешенная зольность всей муки снижается, выход муки высоких сортов увеличивается.

§ 2. СПОСОБЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

По виду обработки зерна различают следующие способы кондиционирования:

холодное — зерно увлажняют водой температурой 15...20 °С. Порядок обработки зерна: моечная машина, аппарат для увлажнения, бункер для отволаживания;

горячее — зерно обрабатывают в воздушно-водяных кондиционерах. Порядок обработки зерна: моечная машина, воздушно-водяной кондиционер, аппарат для увлажнения, бункер для отволаживания;

скоростное — зерно увлажняют в специальных аппаратах (АСК), в которых для обработки зерна используют пар. Порядок обработки зерна: скоростной кондиционер, бункер, моечная машина, влагосниматель, аппарат для увлажнения, бункер для отволаживания;

поверхностное — при этом способе происходит закупоривание капилляров оболочек зерна, что в совокупности с другими факторами ослабляет связи эндосперма зерна с алейроновым слоем;

вакуумное — зерно прогревают и подсушивают в специальных аппаратах в условиях пониженного давления;

перегретой водой (160 °С) и теплом инфракрасных лучей.

В СССР холодный способ кондиционирования нашел самое широкое применение. После основного кондиционирования зерно проходит через очистительные машины и транспортные механизмы с интенсив-

ной аспирацией, в результате чего его оболочки подсыхают. Поэтому особое влияние на повышение вязкости оболочек оказывает увлажнение зерна перед I драной системой. При увлажнении зерна непосредственно перед размолом с кратковременным отволаживанием влага не успевает проникнуть внутрь зерна, в результате чего оболочки, насыщенные водой, приобретают повышенную эластичность, а эндосперм сохраняет хрупкость. При размоле такого зерна оболочки вымалываются легче, снижается возможность попадания измельченных частиц оболочки в муку, а это повышает ее белизну и улучшает товарный вид. В дражном процессе получают крупные отруби, меньше затрачивается энергии на получение муки.

Повышение влажности и температуры зерна в процессе ГТО усиливает интенсивность дыхания и активизирует деятельность ферментов. Следовательно, регулируя параметры обработки, можно изменять биохимические свойства зерна (в первую очередь улучшать свойства клейковины). Это особенно важно тогда, когда в переработку поступает зерно с большой или очень малой растяжимостью клейковины. В первом случае необходимо укрепить клейковину горячим или скоростным кондиционированием с нагревом зерна до температуры 50...60 °С. При такой обработке происходит некоторое укрепление белков и понижается растяжимость клейковины. Для ослабления клейковины следует усилить действие ферментов, которые вызовут частичный распад белков. Это может быть достигнуто при проведении холодного кондиционирования с продолжительным отволаживанием.

Активное воздействие ГТО на качество клейковины обязывает при выборе параметров обработки учитывать начальное качество клейковины в зерне. Кроме изменения растяжимости, ГТО также повышает эластичность клейковины. Таким образом, правильно выбранные параметры ГТО позволяют направленно изменять и улучшать свойства клейковины перерабатываемой пшеницы. Повышение хлебопекарных достоинств муки в результате ГТО в основном сводится к увеличению объемного выхода хлеба.

При переработке неоднородных партий зерна следует проводить раздельную обработку и формировать помольную партию после отволаживания. На мукомольных заводах малой производительности, где в зерноочистительном отделении есть только одна линия подготовки зерна, увлажнение и отволаживание этих партий проводят последовательно.

В зависимости от числа технологических линий, количества и вместимости бункеров для отволаживания может быть применено периодическое или непрерывное отволаживание зерна. При любом способе отволаживания следует обеспечивать равномерное истечение зерна по высоте бункера при его опорожнении. При периодическом отволаживании составляют график заполнения и опорожнения бункеров.

§ 3. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА ПРИ КОНДИЦИОНИРОВАНИИ

В кондиционировании зерна участвуют следующие факторы: вода, тепло, время, окружающая среда.

Вода. Важнейшим фактором кондиционирования является увлажнение зерна холодной или подогретой водой либо паром. При контакте зерна с водой происходит скачкообразное приращение влаги на 3...5 %, но, находясь в плодовой оболочке, влага может легко испариться. Более надежное ее удержание необходимо обеспечивать в процессе отволаживания при перемещении влаги в семенные оболочки и алейроновый слой. Далее вода перемещается внутрь эндосперма.

В зерновой массе отдельные зерна имеют различную водопоглотительную способность. Так, при средневзвешенной влажности зерновой массы 16,2 % влажность отдельных зерен колеблется от 12 до 35 %. Содержание влаги в различных частях зерновки также неодинаково. Если влажность эндосперма меньше влажности зерновки на 0,9...1,7 %, то влажность оболочек больше на 8...14 %. В эндосперме пшеницы вода распространяется медленнее, чем в оболочках.

Увлажняют зерно в моечных машинах при очистке поверхности зерна мокрым способом, а также в специальных увлажнительных машинах водоструйного и распыляющего действия, которые увлажняют зерновую массу от 0,5 до 4 % и имеют производительность от 5 до 10 т/ч.

Теплота. При использовании повышенной температуры капилляры в оболочках зерна расширяются, что облегчает проникание воды внутрь и ускоряет процесс гидротермической обработки. С увеличением температуры воды скорость ее поглощения зерном увеличивается. При повышении температуры до 45 °С происходит уплотнение клейковины, улучшающее хлебопекарные свойства зерна. Поэтому в холодное время целесообразно доводить температуру зерна до 15 °С и увлажнять его теплой (30...50 °С) водой. В зерне температура распределяется неравномерно – внутри зерна она выше, чем в наружных слоях. Это явление объясняется тем, что теплота с поверхности зерна расходуется на испарение влаги.

Теплота усиливает процесс набухания, возникающий под влиянием увлажнения (толщина оболочек может быть увеличена более чем в два раза). Возникающие внутренние сдвиги облегчают отделение оболочек, увеличивают возможности крупобразования и снижают расход энергии на измельчение крупок и дунста. Теплота улучшает качество клейковины. При обработке в кондиционере содержание сырой клейковины может быть повышено на 1...2,5 %. Теплота улучшает упругость и растяжимость клейковины, вследствие чего повышаются хлебопекарные достоинства муки.

Время. Третий фактор, используемый во всех режимах ГТО, – про-

должительность отволаживания зерна. Для этого необходимо иметь не менее двух-трех бункеров, чтобы один бункер заполнять увлажненным зерном, а из другого в это время забирать зерно для переработки, если отволаживание не идет поточным методом. Вместимость бункеров для отволаживания с учетом производительности мукомольного завода должна обеспечивать установленное для данного этапа кондиционирования время отволаживания. При этом учитывают режим ГТО. Так, для мукомольных заводов производительностью 250 т/сут общая вместимость бункеров для основного отволаживания при холодном кондиционировании должна быть не менее 250 т (максимальное время отволаживания 24 ч).

При поочередном заполнении бункеров в процессе работы одновременно заполняется и освобождается один бункер. Поэтому при определении полезной вместимости бункеров для отволаживания следует учитывать, что теряется вместимость одного бункера, т. е. при наличии двух бункеров использование их составляет 50 %, при трех — 66, при четырех — 85, при пяти — 80 % и т. д.

Необходимую вместимость E (м^3) бункеров для отволаживания при различных режимах ГТО рассчитывают по формуле

$$E = Qt/\gamma 24,$$

где Q — производительность мукомольного завода, т/сут; t — время основного отволаживания, ч (зависит от способа ГТО); γ — объемная масса зерна (для пшеницы 0,75 т/м³).

Для эффективного использования бункеров для отволаживания большое распространение получил поточный метод.

Время отволаживания зависит от типа пшеницы, стекловидности и влажности. Для зерна твердой пшеницы необходимо длительно (до 24 ч) отволаживание, для мягкой — 4...8 ч. Продолжительность отволаживания зерна зависит и от температуры воды, увлажняющей его. Чем холоднее вода, тем больше требуется времени для отволаживания. В зависимости от способа кондиционирования длительность отволаживания колеблется от 2 ч при скоростном, до 24 ч при холодном кондиционировании. При этом следует иметь в виду, что значительное отклонение времени отволаживания от оптимальной величины снижает технологическую эффективность кондиционирования. Чем больше бункеров (не менее 12), тем легче организовать раздельную обработку различных партий зерна.

Использование теплового фактора (применение кондиционеров) позволяет сократить время, а следовательно, и потребную вместимость бункеров для отволаживания в два-три раза. Скоростное кондиционирование дает большую экономию времени.

На ряде новых современных мукомольных заводов ВНПО "Зерно-продукт" были проведены эксперименты, которые подтверждают высокую технологическую эффективность трехэтапного увлажнения и

отволаживания пшеницы при холодном кондиционировании, как это предусмотрено Правилами. Как видно из данных таблицы 39, на результаты помола оказывает влияние не только продолжительность отволаживания, но и конечная влажность зерновой массы.

39. Влияние продолжительности отволаживания при холодном кондиционировании на результаты лабораторного помола (пшеница IV типа, влажность 12,5 %, общая стекловидность 42 %)

Влажность на I др. с., %	Общая продолжительность отволаживания, ч	Общий выход муки B, %	Зольность муки, z, %
15,5	7,0	75,26	0,56
15,5	15,0	75,74	0,54
15,5	25,0	75,38	0,56
16,5	7,0	74,2	0,57
16,5	15,0	74,4	0,56
16,5	25,0	74,2	0,56
15,0	7,5	76,16	0,58
15,0	14,0	76,57	0,58
15,0	22,0	76,62	0,60
15,0	36,0	76,15	0,59

В соответствии с Правилами зерно пшеницы IV типа стекловидностью 42 %, исходной влажностью 12,5 % при холодном кондиционировании следует отволаживать в течение 13...16 ч. Именно в этом диапазоне продолжительности отволаживания и влажности зерна, направляемого в помол, получены наиболее высокие показатели (см. таблицу 39).

На мукомольном заводе в Киеве определяли влияние длительности отволаживания на результаты помола. В качестве исходной использовалась партия зерна IV типа со следующими показателями качества: общая стекловидность 62 %, зольность 1,78 %, влажность 11,5 %, натура 809 г/л, содержание сырой клейковины 75 ед. по прибору ИДК-1, содержание сорной примеси 0,5 %, зерновой — 2,4 %.

Подготовка зерновой массы к помолу осуществлялась с использованием всего комплекса оборудования зерноочистительного отделения, предусмотренного технологической схемой. Вместо моечных машин и машин мокрого шелушения применяли шнеки интенсивного увлажнения типа А1-БШУ-1 и А1-БШУ-2. В качестве контрольного режима холодного кондиционирования принимали параметры, приведенные в таблице 40.

Как видно из таблицы 40, наилучшие результаты (по показателю K) получены при продолжительности отволаживания 13,5 ч. При продолжительности отволаживания 21,5 ч получена несколько меньшая технологическая эффективность. Наихудшие результаты были получены при варианте холодного кондиционирования продолжительностью 40,5 ч (24 + 16 + 0,5 ч).

**40. Влияние продолжительности отволаживания
на результаты помола пшеницы**

Продолжительность отволаживания, ч			Мука общего выхода		
Этапы			выход B , %	зольность z , %	$K = B/z$
первый	второй	третий			
8,0	4...6	0,3...0,5	76,49 (+0,80...-0,82)	0,60 (+0,02...-0,03)	127,4
16,0	4...6	0,3...0,5	77,93 (+0,62...-0,40)	0,63 (+0,01...-0,02)	123,7
24,0	16	0,3...0,5	76,94 (+0,59...-0,53)	0,64 (+0,01...-0,01)	120

Продолжение

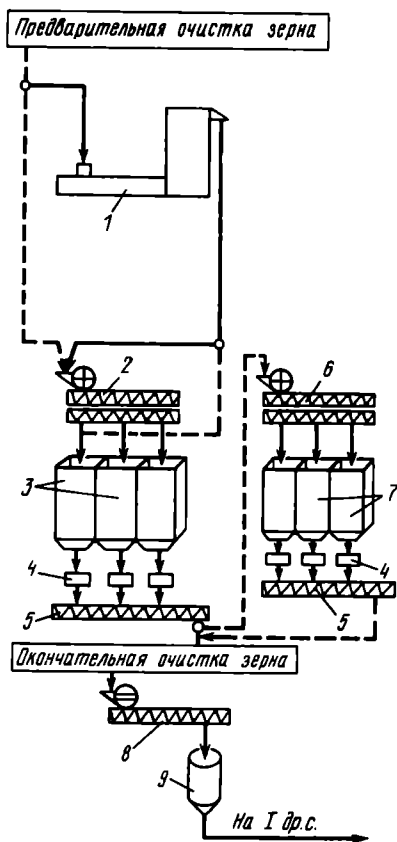
Потоки муки					
первый			третий		
выход B , %	зольность z , %	$K = B/z$	выход B , %	зольность z , %	$K = B/z$
73,97 (+0,55...-1,20)	0,51	145,0	2,52	3,18	0,79
75,32 (+0,54...-0,45)	0,54	139,5	2,61	3,24	0,80
74,36 (+1,00...-1,10)	0,55	135,2	2,58	3,25	0,79

Однако, как показали результаты наблюдений за ходом технологического процесса, в частности за колебанием общего выхода муки, а также по потокам муки, ее зольности, в размольном отделении процесс размола протекал более ритмично при продолжительности отволаживания 21,5 ч, чем при 13,5 ч. Увеличение продолжительности отволаживания иногда обусловливается специфическими параметрами помольной партии, например очень низкой влажностью зерна (9...10 %) или его низкой температурой, что замедляет проникновение влаги в зерно.

Окружающая среда. В производственном помещении, где происходит непрерывный обмен влаги между воздухом и зерном, необходимо при выборе параметров ГТО учитывать атмосферные условия. Так, в летние месяцы сухой и горячий воздух, соприкасаясь с зерновой массой, подсушивает ее, нарушая баланс влаги. Особенно резко этот фактор проявляется на мукомольных заводах, расположенных в Средней Азии и южных районах европейской части страны. В этом случае следует применять более усиленное увлажнение, а время отволаживания сокращать.

В осенние месяцы относительная влажность воздуха может резко возрастать. Эти изменения следует учитывать и соответственно изменять режим ГТО. В зимний период для усиления процессов ГТО рекомендуется подогрывать зерно перед увлажнением, а в моечную машину подавать теплую воду. Время отволаживания по возможности следует увеличить.

При выборе режимов кондиционирования следует также учитывать вид транспорта, применяемого на мукомольном заводе. Пневматический транспорт, особенно в летние месяцы, способствует значительному подсушиванию зерна и других продуктов и требует усиления режимов увлажнения. В результате ГТО должна быть обеспечена подача зерна в размольное отделение с оптимальной технологической влажностью. При сортовых помолах пшеницы оптимальная влажность в зависимости от состава помольной партии колеблется от 14 до 16,5 %, при сортовых помолах ржи — от 14 до 15 %.



§ 4. ХОЛОДНОЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

Холодное кондиционирование является наиболее простым способом ГТО, не требующим сложных аппаратов. Схемы холодного кондиционирования при сортовых помолах пшеницы (рис. 54) предусматривают обработку зерна в моечной машине, где, помимо его увлажнения на 2...3 %, происходит очистка зерна от легких и тяжелых примесей. После моечной машины 1 устанавливают увлажнительную машину 2 водоструйного действия, которую используют для добавления необходимого количества воды. Величину увлажнения определяют как разность между исходной влажностью зерна

Рис. 54. Технологическая схема холодного кондиционирования:

1 — моечная машина; 2, 6, 8 — увлажнительные машины; 3 — бункера для первого отволаживания; 4 — дозатор; 5 — смеситель; 7 — бункера для повторного отволаживания; 9 — бункер для отволаживания перед I драной системой

и рекомендуемой влажностью на I драной системе; для I типа 14,5...16,0 %; для II — 15,5...16,5; для III — 14,5...15,5 %; для IV типа 15,5...16,5 %. Верхние пределы влажности пшеницы, направляемой на I драную систему, принимают для зерна со стекловидностью более 60 %, нижние — для зерна со стекловидностью менее 40 %. Ориентировочные режимы холодного кондиционирования пшеницы при сортовых помолах приведены в таблице 41.

41. Ориентировочные режимы холодного кондиционирования пшеницы при сортовых хлебопекарных помолах

Тип пшеницы	Общий прирост влажности, %	Этапы кондиционирования	
		первый	
		влажность зерна, %	продолжительность отволаживания, ч
I	Менее 3,0 3,0 и более	От 14,0 до 15,0	От 4...6 до 12
III	Менее 3,0 3,0 и более	От 13,5 до 14,5 От 14,0 до 14,5	От 2 до 8 От 4 до 8
IV	Менее 3,0 3,0 и более	От 14,5 до 15,5 От 14,0 до 15,0	От 6 до 12 От 6 до 16

Продолжение

Тип пшеницы	Этапы кондиционирования		Влажность зерна на I др.с., %
	второй		
	прирост влажности, %	продолжительность отволаживания, ч	
I	Разность между влажностью зерна на I др.с. и влаж- ностью после I этапа увлажнения	—	14,5...15,5
		От 1 до 4	15,0...16,0
		—	14,0...15,0
III		От 1 до 3	14,5...15,5
		—	15,0...16,0
IV		От 2 до 6	15,5...16,5

Двухэтапное увлажнение и отволаживание следует применять для пшеницы со стекловидностью более 40 % при исходной влажности зерна менее 12,5 %.

Увлажненное зерно идет на отволаживание. Пройдя через зерноочистительные машины, оно направляется на увлажнение и отволаживание перед I драной системой. Такая же последовательность прохождения продукта и при горячем и скоростном кондиционировании. Перед I драной системой оболочки их увлажняют в аппаратах распыливающего

действия с последующим отволаживанием в бункерах, при этом рекомендуется увлажнение пшеницы I и IV типов на 0,3...0,5 % с отволаживанием 0,3...0,5 ч. При поступлении в переработку пшеницы I и IV типов со стекловидностью менее 40 %, а также пшеницы III типа с исходной влажностью более 14 % рекомендуется осуществлять только их доувлажнение перед I драной системой.

Холодное кондиционирование широко используют на мукомольных заводах, оно дает положительные результаты. Однако в зимнее время, когда на завод может поступать зерно с минусовой температурой, необходимо его подогреть до 10...15 °С. Подогревание зерна создает предпосылки для лучшего протекания процессов ГТО. Увлажнение же замороженного зерна может привести к образованию на нем ледяной корки.

Как установлено, эффективность холодного кондиционирования зерна в значительной степени зависит не от средней влажности зерновой массы, а от равномерности увлажнения отдельных зерен, составляющих эту зерновую массу. Миграция влаги от более увлажненных зерен к менее увлажненным осуществляется только в процессе длительного отволаживания зерна. Это явление, как правило, наблюдается через 6...8 ч после начала отволаживания. Выравнивание влажности между зернами разной влажности происходит через 12...18 ч.

Продолжительность отволаживания зерновой массы, содержащей большое количество фракций, отличающихся по крупности, необходимо увеличивать по сравнению с временем отволаживания партии зерна, выравненной по крупности. Поэтому важное значение приобретает операция выделения мелкой фракции зерна.

Холодное кондиционирование является единственным способом ГТО, используемым при макаронных помолах твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы. Оно позволяет сохранить кристаллическую структуру эндосперма. Время отволаживания должно составлять 10...12 ч. Чрезмерно увеличивать время отволаживания не рекомендуется, так как влага начинает проникать внутрь зерновки и как бы отбеливает эндосперм, что ухудшает товарный вид крупки. Первое увлажнение твердой пшеницы составляет 14...16 %, мягкой высокостекловидной — 14...14,5 % с отволаживанием в течение 4...12 ч; второе увлажнение — 1...2 % с отволаживанием твердой пшеницы 2,5...4 ч, мягкой высокостекловидной — 1...2,5 ч и третьей перед I драной системой — 0,4...0,6 % с доведением влажности зерна твердой пшеницы до 17,0 %, а мягкой высокостекловидной — до 16,0 % с отволаживанием 0,25...0,4 ч. Режимы холодного кондиционирования пшеницы при макаронных помолах приведены в таблице 42.

При кондиционировании твердой пшеницы нижние значения влажности и продолжительности отволаживания следует применять при ее стекловидности менее 75 %, а при кондиционировании мягкой пшеницы

42. Ориентировочные режимы холодного кондиционирования пшеницы при макаронных помолах

Тип пшеницы	Общий прирост влажности зерна, %	Этапы кондиционирования	
		первый	
		влажность зерна, %	продолжительность отволаживания, ч
I, IV	Менее 3,0	15,0...15,5	4...6
	3,0 и более	14,0...14,5	6...8
II	Менее 3,0	15,0...16,0	4...8
	3,0 и более	14,5...15,0	8...12

Продолжение

Тип пшеницы	Этапы кондиционирования		Влажность на I др.с., %
	второй		
	прирост влажности, %	продолжительность отволаживания, ч	
I, IV	—	—	15,5...16,0
	1,0...1,5	1...2	16,0...16,5
II	—	—	15,5...16,5
	1,0...2,0	2...4	16,0...17,0

нижние значения влажности и продолжительности отволаживания следует рекомендовать для пшеницы I типа.

Холодное кондиционирование ржи рекомендуется проводить при подготовке ее к сортовым помолам при исходной влажности зерна менее 14,0 %. При этом следует руководствоваться следующими ориентировочными режимами: влажность зерна на I драной системе от 14,0 до 15,0 %, отволаживание от 3 до 6 ч. Нижние значения влажности и продолжительности отволаживания принимают для ржи стекловидностью менее 40 %. В зимний период рекомендуется производить подогрев зерна ржи, а увлажнение осуществлять горячей водой с температурой 45...50 °С.

При подготовке зерна ржи с влажностью более 13,5 % увлажнять его можно только перед I драной системой на 0,3...0,5 % с отволаживанием в течение 15...20 мин. Величину увлажнения зерна ржи и время отволаживания определяют с учетом стекловидности зерна (до 30 % и более), а также относительной влажности воздуха и температуры зерна и воды.

Рожь при хорошо организованном контроле можно обрабатывать в моечных машинах. В результате мойки удастся значительно снизить зольность зерна и повысить степень его очистки. Улучшаются также и техно-

логические свойства ржи. В результате опытных помолов было установлено, что использование моечных машин при подготовке ржи к помолу по сравнению с обычным увлажнением позволяет снизить средневзвешенную зольность муки на 0,07 % и повысить ее хлебопекарные достоинства. Успешно используют мойку зерна ржи при двухсортном помолу на некоторых мукомольных заводах.

При обойных помолах зерна пшеницы с влажностью менее 14 % и ржи с влажностью менее 13,5 % зерно перед размолом необходимо увлажнять на 0,5...1 % и отволаживать пшеницу в течение 2...3 ч, а рожь 1...2 ч. Это позволяет улучшить товарный вид муки.

Холодное кондиционирование требует длительного отволаживания, а для этого необходимы бункера. Можно увеличивать вместимость бункеров для отволаживания, используя бункера для неочищенного зерна или специальное помещение. Если это невозможно, надо переходить на скоростное кондиционирование.

Существует два способа использования и разгрузки бункеров для отволаживания – прерывное и непрерывное отволаживание. Для прерывного отволаживания необходимо иметь достаточное число бункеров и эксплуатировать их в такой последовательности: в несколько бункеров направлять увлажненное зерно для отволаживания, несколько бункеров занять отволаживающимся зерном, а из остальных бункеров выпускать зерно после отволаживания. Такой способ требует тщательного контроля за соблюдением очередности заполнения и освобождения силосов и приводит к нерациональному их использованию. Так как зерно из бункеров вытекает воронкообразно, происходит неравномерное (по времени) отволаживание.

При непрерывном отволаживании бункера загружают увлажненным зерном и освобождают постоянно. При этом зерно имеет стабильную влажность. На рисунке 55 показана схема непрерывного прямо-

точного отволаживания, применяемая на мелькомбинате № 4 в г. Москве, которая нашла широкое распространение и на других предприятиях.

Сущность этого способа заключается в следующем. В днищах бункеров пробивают по углам дополнительно четыре отверстия, соединенные выпускными трубами с общим коллектором, из которого зерно по

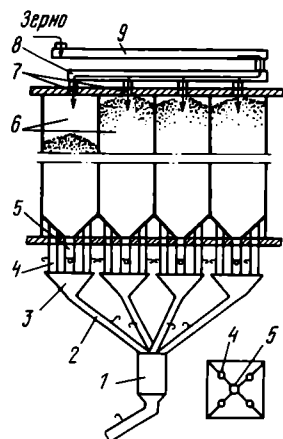


Рис. 55. Схема непрерывного отволаживания зерна на Московском мелькомбинате № 4:

1 – сборная колонка; 2, 4, 5 – зерновые самотечные трубы; 3 – сборный коллектор; 6 – бункера; 7 – переходные патрубки; 8 – распределительный шнек; 9 – смешивающий шнек

трубе поступает в сборную колонку. Затем весь объединенный поток зерна направляют в норию или в пневмоприемник и перемешают далее по схеме. Все зерновые трубы оборудованы задвижками для регулирования количества выпускаемого из бункера зерна, а следовательно, и времени отволаживания.

Принцип работы по этой схеме заключается в следующем: увлажненное зерно шнеком загружается одновременно во все бункера, которые (кроме одного) работают на подпоре – непрерывно и одновременно загружаются зерном. При этом количество поступающего и выходящего зерна одинаково. Один бункер заполняется на половину высоты, а его свободная часть служит резервной вместимостью, что позволяет не допускать завалов остальных. Зерно из всех бункеров выходит равномерно со скоростью, которая регулируется в зависимости от продолжительности отволаживания. Применение непрерывного отволаживания улучшает равномерность обработки и позволяет лучше использовать бункера.

При организации кондиционирования зерна перед I драной системой следует иметь в виду, что использование одного бункера с центральным выпускным отверстием приводит к воронкообразному вытеканию зерна, в результате чего влага не успевает проникать в оболочку и остается на поверхности. Поэтому рекомендуется перед I драной системой иметь два бункера с поочередным заполнением и выпуском зерна или в одном бункере устанавливать специальные устройства, обеспечивающие равномерный выпуск зерна. Для облегчения контроля за уровнем зерна в бункерах для отволаживания перед I драной системой следует устанавливать измерительные преобразователи: верхний, сигнализирующий о наполнении бункера, и нижний, предупреждающий о недостаточном запасе зерна.

В ВНПО "Зернопродукт" под руководством Б. М. Максимчука было проведено холодное кондиционирование с использованием машин Ж9-БМА, А1-БМШ, А1-БШУ-1, А1-БШУ-2, А1-БУЗ.

Как видно из таблицы 43, применение шнека интенсивного увлажнения А1-БШУ-2 позволяет организовать ввод влаги в зерно в широких пределах (2,9...4,0 %). Это практически исключает необходимость использования дополнительного количества других зерноувлажнительных машин на данном этапе кондиционирования. В том случае, если по технологической схеме вместо А1-БШУ-2 установлена комбинированная машина Ж9-БМА, необходимо организовать дополнительный ввод влаги в количестве 0,6...1,2 % с использованием машин А1-БУЗ, БУВ-10 и др.

Использование шнеков типа А1-БШУ обеспечивает интенсивный ввод влаги в зерно и исключает необходимость установки длинных смесительных шнеков. Использование машин мокрого шелушения типа А1-БШМ позволяет расширить возможность обработки зерна водой по сравнению с мочечной машиной. Так, возможна обработка партий зерна влажностью 14,0...14,4 %, влажность зерна после обработки не превышает

43. Обработка зерна водой в машинах различных конструкций

Моечная машина № 1			А1-БУЗ Δw	Итого w	Моечная машина № 2			А1-БУЗ Δw	Итого w	Влажность после отволаживания и очистки		Доувлажнение Δw	Влажность на I д.с. w
w_H	w_K	Δw			w_H	w_K	Δw			w_1	w_2		
13,3	15,9	2,6	1,0	16,9	12,2	15,2	3,0	1,0	16,2	16,7	16,0	0,1	16,4
12,9	16,0	3,1	1,0	17,0	11,8	15,0	3,2	1,2	16,2	16,8	16,1	0,1	16,5
13,5	16,3	2,8	0,3	16,6	12,5	15,6	3,1	0,5	16,1	16,4	16,0	0,1	16,2
13,4	16,3	2,7	—	16,1	12,8	16,0	3,2	0,6	16,6	16,0	16,5	0,1	16,3
13,6	16,5	2,9	—	16,5	12,0	15,1	3,1	1,1	16,2	16,5	16,0	0,1	16,3

Машина мокрого шелушения А1-БМШ № 1			А1-БУЗ Δw	Итого w	Машина мокрого шелушения Б1-БМШ № 2			А1-БУЗ Δw	Итого w	Влажность после отволаживания и очистки		Доувлажнение Δw	Влажность на I д.с. w
w_H	w_K	Δw			w_H	w_K	Δw			w_1	w_2		
13,1	15,5	2,4	1,1	16,6	11,4	13,8	2,4	1,6	15,4	16,4	15,3	0,2	16,0
12,6	14,9	2,3	1,3	16,2	11,8	14,3	2,5	1,6	15,9	16,1	15,8	0,2	16,1
14,0	16,1	2,1	0,3	16,4	12,1	14,5	2,4	1,5	16,0	16,2	15,8	0,1	16,0
14,2	16,5	2,3	—	16,5	12,5	14,8	2,3	1,4	16,2	16,3	16,0	0,1	16,2
14,4	16,5	2,1	—	16,5	13,0	15,3	2,3	1,0	16,3	16,3	16,1	0,1	16,2

Шнек интенсивного увлажнения № 1			А1-БУЗ Δw	Итого w	Шнек интенсивного увлажнения № 2 А1-БШУ-2		
w_n	w_k	Δw			w_n	w_k	Δw
12,9	16,4	3,5	—	16,4	12,6	16,6	4,0
11,8	15,8	4,0	0,5	16,3	12,2	16,1	3,9
13,0	16,4	3,4	—	16,4	12,4	16,0	3,6
13,6	16,5	2,9	—	16,5	13,1	16,6	3,5
12,4	16,2	3,8	—	16,2	12,8	16,5	3,7

Продолжение

А1-БУЗ Δw	Итого w	Влажность зерна после отволаживания и очистки		Доувлажнение перед I др.с. А1-БШУ-1 Δw	Влажность на I др.с. w
		w_1	w_2		
—	16,6	16,2	16,5	0,3	16,6
0,5	16,6	16,2	16,4	0,2	16,5
—	16,0	16,3	15,9	0,2	16,3
—	16,6	16,3	16,5	0,15	16,5
—	16,5	16,1	16,4	0,2	16,4

Примечание. w_1 и w_2 — влажность зерна, %, партии № 1 и № 2; w_n — влажность зерна до увлажнения, %; w_k — влажность зерна после увлажнения, %; Δw — приращение влажности, %; w — влажность зерна на I драной системе, %.

16,5 %. При обработке такого зерна в моечной машине его влажность составила бы 17,0...17,5 %, что привело бы к нарушению технологического процесса.

Более высокая технологическая эффективность достигается при трехэтапном кондиционировании (в том числе этап перед I драной системой), т. е. когда после каждого увлажнения ведется отволаживание зерна согласно рекомендациям Правил. Однако в случае недостаточной вместимости бункеров для отволаживания, транспортных устройств, других причин может быть рекомендовано одноступенчатое основное увлажнение и отволаживание с использованием шнеков типа А1-БШУ.

§ 5. ГОРЯЧЕЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

Горячее кондиционирование применяют на мукомольных заводах, оборудованных специальными аппаратами для тепловой обработки увлажненного зерна (рис. 56). Оно позволяет улучшать технологические и хлебопекарные достоинства пшеницы и требует для отволажива-

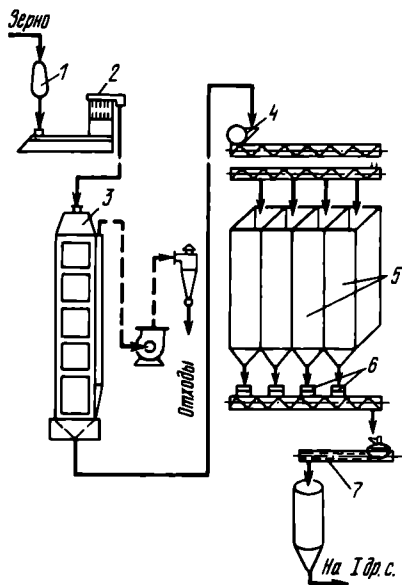


Рис. 56. Технологическая схема горячего кондиционирования:

1 — подогреватель; 2 — моечная машина; 3 — кондиционер; 4 — водоструйная машина; 5 — бункера для отволаживания; 6 — дозаторы; 7 — водорастыливающая машина

ния меньшую вместимость бункеров, чем холодное кондиционирование.

Значительную технологическую эффективность получают при использовании горячего кондиционирования, особенно в холодное время года. При сравнительных помолах партии пшеницы, подготовленной по схемам холодного и горячего кондиционирования, проведенных на мукомольном заводе

№ 3 в г. Ярославле, выход муки высоких сортов при горячем кондиционировании получен на 2,21 % больше, чем при холодном. Кроме того, снижена зольность муки высшего сорта на 0,03 %, первого и второго — на 0,02 %. При горячем кондиционировании зерно, промытое и увлажненное на 2...3 % в моечной машине, поступает для тепловой обработки в воздушно-водяной кондиционер. В верхнем нагревательном отделении кондиционера температура зерна повышается до установленной величины, что способствует быстрейшему распространению влаги внутри зерновки.

В сушильном отделении удаляют влагу с поверхности зерна, в результате чего она из внутренних частей перемещается к поверхности. Завершается этот процесс во втором нагревательном отделении. Такое направленное движение влаги разрыхляет эндосперм, а оболочки при этом сохраняют достаточную эластичность. После обработки в кондиционере общая влажность зерна снижается на 2...3 %, поэтому при необходимости перед отволаживанием может быть проведено дополнительное увлажнение в водоструйной машине.

В таблице 44 приведены ориентировочные режимы увлажнения и отволаживания зерна пшеницы, применяемые при горячем кондиционировании в воздушно-водяных кондиционерах. Верхние пределы влажности пшеницы, указанные в таблице, относятся к зерну со стекловидностью выше 60 %, нижние — менее 40 %. Для зерна пшеницы I типа (выращенной в восточных районах) следует применять величину увлажнения и отволаживания ближе к нижнему пределу. При поступлении

44. Ориентировочные режимы горячего кондиционирования зерна пшеницы в воздушно-водяных кондиционерах

Тип пшеницы	Продолжительность отво- лаживания, ч			Увлажнение оболочек перед I др.с.		Влажность зерна на I др.с., %
	Стекловидность, %			Увлажнение, %	Отволажи- вание, мин	
	менее 40	от 40 до 60	свыше 60			
I	2...5	4...6	5...8	0,3...0,5	15...30	15,5...16,5
II	—	—	8...12	0,5	30	16,5...17,5
III	2...4	4...5	5...6	0,3...0,5	15...30	14,5...16,0
IV	4...5	5...6	6...8	0,4...0,5	15...30	15,5...17,0

П р и м е ч а н и е. Влажность зерна, поступающего в воздушно-водяной кондиционер, должна быть на 2...2,5 % выше влажности зерна на I др.с.

пшеницы с влажностью более 14 % и стекловидностью менее 40 % зерно увлажняют только перед I драной системой.

В таблице 45 приведены ориентировочные режимы работы воздушно-водяных кондиционеров. Количество воздуха, подаваемого в первое и второе нагревательные отделения, должно быть минимальным, т. е. обеспечивающим в первом отделении предотвращение нагрева зерна, а во втором — удаление некоторого количества испарившейся влаги. Подавать воздух с температурой менее -5°C в охлаждающее отделение не рекомендуется. При обработке пшеницы в воздушно-водяных кондиционерах следует систематически проверять качество клейковины в соответствии с Временной инструкцией по сушке продовольственной пшеницы при дифференцированных режимах.

45. Температурные режимы воздушно-водяных кондиционеров

Показатели	Пшеница I, III и IV типов			Пшеница II типа
	Качество клейковины			
	крепкая, хорошая упругость, растяжимость до 0,4 см/мин	нормальная, средняя упругость, растяжимость 0,4—1 см/мин	слабая, слабая упругость, растяжимость 1 см/мин и более	крепкая, хорошая, упругость, растяжимость до 0,4 см/мин

Первое нагревательное (подогревательное) отделение

Температура нагрева*, °C:

зерна	40...45	40...50	50...55	35...40
воды	70...75	78...80	78...80	65...70

Показатели	Пшеница I, III и IV типов			Пшеница II типа
	Качество клейковины			
	крепкая, хорошая упругость, растяжимость до 0,4 см/мин	нормальная, средняя упругость, растяжимость, 0,4 – 1 см/мин	слабая, слабая упругость, растяжимость 1 см/мин и более	крепкая, хорошая, упругость, растяжимость до 0,4 см/мин
Сушильное отделение				
Температура нагрева воздуха*, °C	50...60	65...70	65...70	45...55
Второе нагревательное (основное) отделение				
Температура нагрева**, °C:				
зерна	40...45	45...50	50...60	35...40
воды	65...70	70...75	70...78	35...65
Охлажденное отделение				
Температура нагрева** зерна на выходе, °C	18...20	18...20	20...25	18...20

* Температура нагрева зерна изменяется в зависимости от влажности зерна, температуры и скорости воздушного потока.

** Воздух не нагревается.

§ 6. СКОРОСТНОЕ КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ЗЕРНА

Скоростным кондиционированием называют процесс тепловой обработки зерна, в котором увлажнение и нагрев его осуществляют паром при давлении, близком к атмосферному. Скоростное кондиционирование включает следующие операции: пропаривание зерна в аппаратах типа АСК, тепловую обработку (темперирование) в теплоизолированном бункере, охлаждение водой в моечной машине, удаление излишней влаги (при необходимости) во влагоснимателе, отволаживание, дополнительное увлажнение и отволаживание зерна перед I драной системой.

Скоростное кондиционирование основано на обработке пшеницы паром, который увлажняет и нагревает зерно. Увлажнение происходит в результате конденсации пара на более холодной поверхности зерна. Теплота, выделяемая паром, нагревает зерно до 50...60 °C в течение 30...50 с. Такой способ ГТО позволяет интенсифицировать процесс переноса влаги внутрь зерна и сокращает время отволаживания.

Поскольку в нашей стране скоростное кондиционирование не нашло широкого применения, в учебнике не приводится подробная информация об этом способе.

§ 7. КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ЗЕРНА ПРИ ОБОЙНЫХ ПОМОЛАХ РЖИ

При обойных помолах пшеницы влажностью менее 14 % зерно перед помолом необходимо увлажнять на 0,5...1 % и отволаживать 2...3 ч. При обойных помолах ржи влажностью менее 13,5 % зерно перед помолом следует увлажнять на 0,5...1 % и отволаживать около 2 ч.

Вопросы для самопроверки. 1. В чем заключается кондиционирование зерна? 2. Какие методы кондиционирования известны? 3. Какие факторы влияют на кондиционирование зерна? 4. Какое оборудование применяют при холодном и горячем кондиционировании? 5. Какое время необходимо для отволаживания зерна IV типа стекловидностью 60 % при холодном и горячем кондиционировании? 6. Какая оптимальная влажность зерна должна быть на I драной системе при различных помолах и разном виде транспорта на мукомольном заводе? 7. Какие режимы рекомендуются при холодном и горячем кондиционировании?

Глава XII

ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ И ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА К ПОМОЛУ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Последовательность использования в технологическом процессе оборудования и транспортных механизмов зерноочистительного отделения мукомольного завода с указанием технических и кинематических характеристик систем называется схемой технологического процесса. Построение схемы и количество используемого оборудования зависят от вида перерабатываемой культуры, ее технологических особенностей, влажности, засоренности, типа помола, производительности мукомольного завода и других факторов.

Базисными нормами выхода продукции при сортовых помолах пшеницы предусмотрено отбирать в зерноочистительном отделении не более 2,8 % отходов I и II категорий, а при обойных помолах пшеницы и ржи не более 2 %. Меньший отбор отходов при обойных помолах обуславливают некоторое упрощение схем очистки зерна. Однако к очистке зерна необходимо предъявлять высокие требования, чтобы качество обойной муки не ухудшалось. Нормы содержания примесей в зерне, поступающем на I драную систему, при обойном и сортовом помолах зерна одинаковы. Для бесперебойной работы размольного отделения при воз-

можных колебаниях его производительности зерноочистительное отделение мукомольного завода должно иметь производительность, превышающую суточную переработку зерна на 10...20 %.

Технологическое оборудование по принятой схеме рассчитывают согласно его паспортной производительности. Примерные технологические схемы очистки и подготовки составлены для зерна, близкого по качеству к базисным показателям. При отклонении отдельных показателей в схему необходимо внести соответствующие изменения.

§ 2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Подготовка зерновой массы включает следующие операции: тщательную очистку зерновой массы от примесей, снижение зольности зерна, обеспечение оптимальной влажности зерна при подаче его в размольное отделение (на I драную систему); изменение прочностных свойств зерна; дозирование и смешивание компонентов помольной смеси в требуемом рецептурном соотношении.

Последовательность построения технологической схемы обусловлена требованием – максимально повысить технологическую эффективность очистки зерновой массы. При этом учитывают оптимальную работу машины. Длительность процесса подготовки и количество включаемого в схему оборудования зависят от культуры, ее качества, типа помола, производительности мукомольного завода и вида транспорта в соответствии с Правилами. Производительность машин зерноочистительного отделения должна обеспечить необходимую для плановой загрузки и ритмичной работы машин размольного отделения.

Процесс подготовки зерна к помолу состоит из трех этапов:

первый (предварительная очистка зерновой массы) – отделение примесей по ширине, толщине, длине и аэродинамическим свойствам, а также очистка поверхности зерна; при этом технолог должен произвести максимально возможную очистку зерновой массы от примесей на оборудовании, установленном в элеваторе;

второй (кондиционирование зерна) – подогрев, мойка, обработка теплом, отволаживание; формирование помольной смеси;

третий (окончательная очистка) – снижение зольности, отделение оставшихся примесей по ширине, толщине, плотности; доувлажнение зерна перед I драной системой.

В схеме предусмотрен тщательный отбор металломагнитных примесей. Порядок применения систем и машин, определенный Правилами, приведен в таблице 46.

Аппараты для подогрева зерна или линии скоростного кондиционирования устанавливают на мукомольных заводах, где возможно поступление зерна пониженной температуры или замороженного. В процессе подготовки к макаронному помолу твердой пшеницы, а также при сортовых помолах ржи для повышения эффективности выделения овсягу

134

46. Последовательность операций технологического процесса подготовки зерна к помолу

Операция	Машины и оборудование		Эффективность операции
	Сортовые помолы пшеницы	Сортовые помолы ржи	
Приемка зерна из зернохранилища	Бункера для неочищенного зерна		
Формирование помольной смеси или потоков зерна	Дозаторы зерна, винтовые конвейеры	—	—
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные аппараты	—	—
Подогрев холодного зерна	Аппараты для подогрева зерна		Положительная температура зерна
Взвешивание	Автоматические весы		
Первое сепарирование зерна	Сепаратор воздушно-ситовой или шкафного типа со скальператором и аспиратором		Коэффициент очистки от отдельной сорной примеси не менее 65 %
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные аппараты		
Выделение минеральной примеси	Камнеотделительная машина (вибропневматическая)		Не менее 95 %
Выделение коротких примесей	Триер-жуколетборник		Не менее 80 %
Выделение длинных примесей	Триер-всюгоотборник, концентратор		Не менее 70 %
Выделение металломагнитной примеси	Магнитные аппараты		
Первая обработка поверхности зерна	Обочная машина		Снижение зольности зерна 0,01...0,03 %
Выделение легких примесей	Аспиратор		Коэффициент очистки не менее 90 %

Гидротермическая обработка (один из способов)

Холодное кондиционирование

Первый этап увлажнения и отволаживания зерна	Моечная машина + увлажнительный аппарат, машина для мокрого шелушения + увлажнительный аппарат (шнек интенсивного увлажнения), шнек интенсивного увлажнения, распределительный винтовой конвейер, бункера для отволаживания	Машина для мокрого шелушения, увлажнительный аппарат, машина для интенсивного увлажнения, распределительный винтовой конвейер, бункера для отволаживания	Приращение влажности не более 5 %
			—

Операции	Машины и оборудование		Эффективность операции
	Сортовые помолы пшеницы	Сортовые помолы ржи	
Формирование помольной смеси	Дозаторы зерна	—	—
Выделение легких примесей	Смесительные шнеки	—	—
Второй этап увлажнения и отволаживания	Аспиратор	—	Приращение влажности не более 2 %
	Увлажнительный аппарат, машина для интенсивного увлажнения, бункера для отволаживания, дозаторы зерна	—	—
	Скоростное кондиционирование	—	—
	Аппарат для скоростного кондиционирования, бункера для теплообработки (темперирования), моечная машина, влаго-сниматель, увлажнительный аппарат, бункера для отволаживания, дозаторы зерна	—	—
Выделение металло-магнитной примеси	Магнитные аппараты	—	—
Вторая обработка поверхности зерна	Обочная машина, щеточная машина	Обочная машина	—
Уничтожение скрытой зараженности	Энтолейтостерилизатор	—	—
Второе сепарирование	Сепаратор воздушно-ситовой или сепаратор шкафного типа с аспиратором	Сепаратор воздушно-ситовой	Не менее 70 %
Выделение легких примесей	Аспиратор	—	Не менее 90 %
Увлажнение и отволаживание зерна перед I др.с.	Увлажнительный аппарат, шнек интенсивного увлажнения, смесительный шнек, бункер для отволаживания зерна	Увлажнительный аппарат, шнек интенсивного увлажнения, бункера для отволаживания	Приращение влажности не более 1 %
Взвешивание и дозирование подготовленного к помолу зерна перед I др.с.	Автоматические весы. Дозаторы	—	—

рекомендуется устанавливать концентраторы. При этом первый проход зерна после концентратора обрабатывают только в куколеотборниках, а второй проход – в овсяго- и куколеотборниках. Перед концентратором следует предусматривать бункер вместимостью 1,0...1,5 т с дозатором зерна.

В зависимости от степени засоренности зерна, вида примесей и ассортимента вырабатываемой продукции, эффективности предварительной обработки зерна в зернохранилищах в схему подготовки зерна к помолу можно вводить дополнительные или исключать из нее отдельные операции и машины: во всех случаях эффективность очистки должна обеспечить установленные показатели качества зерна, направляемого на I драную систему.

Для обеспечения требуемой технологической эффективности работы оборудования, установленных режимов гидротермической обработки рекомендуется стабилизировать расход зерна по этапам технологического процесса (после бункеров для неочищенного зерна, для отволаживания и перед I драной системой) с помощью автоматических весовых дозаторов или других устройств. При сортовых помолах пшеницы целесообразно, в зависимости от производительности мукомольного завода и качества поступающего зерна, осуществлять подготовку его к помолу параллельно на нескольких технологических линиях, смешивание зерна предусматривать после отволаживания.

Зерно, содержащее головню в мешочках, мараные и синегузочные зерна в процессе подготовки к помолу следует обрабатывать в мочных машинах или машинах для мокрого шелушения А1-БМШ. При систематическом поступлении на мукомольный завод зерна с повышенным содержанием минеральной примеси, а также при подготовке зерна к макаронным или хлебопекарным помолам с выработкой макаронной муки рекомендуется предусматривать два последовательных прохода камнеотделительных машин. Допускается кратковременное выключение машины из схемы технологического процесса для ее ремонта и профилактического обслуживания, если это не влечет за собой нарушение требований к качеству зерна, направляемого на I драную систему.

В схеме подготовки зерна к помолу может быть предусмотрена операция по отбору мелкого зерна, которое передают на комбикормовый завод или направляют в размольное отделение; в случае передачи на комбикормовый завод осуществляют количественно-качественный учет мелкой фракции с последующей корректировкой расчетного выхода продукции; при передаче ее в размольное отделение отбор следует проводить после первичной очистки и кондиционирования зерна.

Отбор мелкой фракции зерна в зерноочистительном отделении следует проводить с использованием сепаратора шкафного типа, зерновых рассевов или двукратной последовательной обработки зерна в воздушно-ситовых сепараторах. Второй этап холодного кондиционирования следует обязательно применять для пшеницы с высокой

стекловидностью и низкой исходной влажностью. После бункеров для отволаживания следует устанавливать дозаторы для составления помольной партии по заданной рецептуре.

При построении схемы подготовки зерна, кроме технологического оборудования, необходимо использовать весы в начале и желательно в конце схемы. Бесы служат для строго учета зерновой массы, поступающей на мукомольный завод, а также для учета по всем последующим операциям подготовки зерна к помолу. По весам перед 1-й драной системой можно следить за ритмичной работой как зерноочистительного, так и размольного отделений мукомольного завода. Если ежечасовой расход энергии равнозначен и соответствует расчетной производительности мукомольного завода, то работа идет ритмично. Результаты взвешивания зерновой массы на весах, контролирующих поступление зерна, являются основным показателем, по которому составляют документы, определяющие учет сырья и продукции на мукомольном заводе.

В машинах зерноочистительного отделения почти все операции сопровождаются обильным выделением пыли. Для ее удаления и увеличения технологической эффективности работы машин применяют аспирационное оборудование. Как правило, аспирационные сети komponуют по этапам подготовки зерна раздельно, так как характер отношений различен.

§ 3. ПОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА НА МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДАХ, ОСНАЩЕННЫХ КОМПЛЕКТНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Требования построения технологического процесса подготовки зерна на мукомольных заводах, оснащенных комплектным оборудованием, определяются Нормами технологического проектирования мельничных предприятий.

Вместимость бункеров для неочищенного зерна следует принимать на 40...50 ч для формирования помольных смесей. Зерно из элеватора на мукомольный завод должно поступать раздельными партиями поочередно в соотношениях, установленных рецептурой помольной смеси. Качество зерна должно соответствовать кондициям. В случае невозможности создать вместимость бункеров на 40...50 ч, формирование помольной смеси необходимо предусматривать в элеваторе.

Вместимость бункеров для отволаживания рекомендуется применять на 36...48 ч работы мукомольного завода. Производительность технологических машин зерноочистительного отделения до первого отволаживания следует принимать на 10...20 % выше производительности размольного отделения. Производительность транспортных механизмов следует принимать не менее чем на 10 % больше производительности технологического потока.

При сортовых помолах пшеницы при производительности муко-

мольного завода 200 т/сут и более предусматривать две и более параллельные линии (потоки) с отдельным увлажнением и отволаживанием зерна различного качества по стекловидности. Смешивание отдельных потоков следует производить после первого отволаживания.

На мукомольном заводе, где имеется две секции, следует предусматривать передачу в размольное отделение потоков зерна с различными технологическими свойствами после его дифференцированной подготовки в зерноочистительном отделении с последующим отдельным посекционным его размолом. Кроме того, необходимо предусматривать непрерывное увлажнение и отволаживание зерна в потоке на всех этапах кондиционирования с обеспечением равномерной загрузки бункеров и выпуска из них зерна.

Днища бункеров должны быть устроены таким образом, чтобы зерно проходило в несколько отверстий. Это обеспечивает равномерное движение зерна по всей площади поперечного сечения бункера. Под бункерами для неочищенного зерна и отволаживания следует устанавливать дозаторы для регулирования количества выпускаемого зерна из каждого бункера. Для создания оптимальных технологических условий размола зерна при его увлажнении рекомендуется пользоваться теплой водой для того, чтобы температура зерна на I драной системе была не менее +25 °С.

В результате подготовки зерна пшеницы к помолу на комбинированном высокоэффективном оборудовании должно быть обеспечено снижение зольности зерна не менее чем на 0,06 %, влажность зерна перед подачей в размольное отделение (на I драной системе) на уровне нормативов, рекомендованных Правилами (табл. 47).

47. Влажность зерна пшеницы на I драной системе при сортовых хлебопекарных помолах

Тип пшеницы	Общая стекловидность зерна, %	Примерная влажность на I др.с., %
I, II, III	Более 60	16,0...16,5
	От 40 до 60	15,5...16,0
	Менее 40	14,5...15,0
IV	Более 60	16,5...17,0
	От 40 до 60	16,0...16,5

Последовательность операций технологического процесса подготовки зерна представлена ниже:

Наименование операций технологического процесса	Состав оборудования
Хранение запаса неочищенного зерна	Бункера для неочищенного зерна
Дозирование	Устройство для регулирования расходов зерна в потоке

Формирование потоков зерна	Винтовые конвейеры
Подогрев холодного зерна	Аппарат для подогрева зерна
Взвешивание зерна	Автоматические весы
Сепарирование зерна	Сепаратор зерноочистительный с круговым движением ситового кузова, пневмосепарирующим каналом на выходе зерна, промежуточными разрушителями
Отделение минеральных примесей	Камнеотделительная машина флотационного типа
Очистка в триерах – отделение куколя и овсюга	Дисковые куколе- и овсюгоотборники
Магнитная защита	Магнитные аппараты
Первая очистка поверхности зерновок	Вертикальная обочная машина
Сепарирование зерна	Пневмосепаратор
Магнитная защита	Магнитные аппараты
Обработка поверхности зерновок водой, кондиционирование	Машина мокрого шелушения зерна. Увлажнительный аппарат. Бункера для точного отволаживания
Дозирование	Устройство для регулирования расхода зерна в потоке
Формирование потока зерна после отволаживания	Винтовой конвейер
Магнитная защита	Магнитные аппараты
Второе увлажнение и отволаживание	Аппарат для дополнительного увлажнения зерна. Бункера для отволаживания
Дозирование	Устройство для регулирования расхода зерна в потоке
Формирование потока зерна	Винтовой конвейер
Магнитная защита	Магнитные аппараты
Вторая очистка поверхности зерновок	Вертикальная обочная машина
Магнитная защита	Магнитный аппарат
Стерилизация зерна	Энтолейтор
Сепарирование	Аспиратор
Увлажнение оболочек зерновок перед I драной системой	Аппарат для дополнительного увлажнения зерна. Бункер над I драной системой
Взвешивание очищенного зерна перед I драной системой	Автоматические весы с прибором для управления

Последовательность операций подготовки зерна к помолу сухим способом указана ниже:

Наименование операций технологического процесса	Состав оборудования
Хранение запаса неочищенного зерна	Бункера для неочищенного зерна
Дозирование	Устройство для регулирования расхода зерна в потоке
Формирование потоков зерна	Винтовые конвейеры
Магнитная защита	Магнитные аппараты
Подогрев холодного зерна	Аппарат для подогрева зерна
Взвешивание зерна	Автоматические весы

Сепарирование зерна	Сепаратор зерноочистительный с круговым движением ситового кузова, пневмосепарирующим каналом на выходе зерна, промежуточными разгрузителями
Отделение минеральных примесей	Камнеотделительная машина
Очистка от примесей (сортирование на ситах и аэрация в псевдооживленном кипящем слое, фракционирование по плотности)	Концентраторы
Магнитная защита	Магнитные аппараты
Очистка остального зерна	Горизонтальные обочечные машины, аспираторы
Магнитная защита	Магнитные аппараты
Выделение коротких примесей	Триер-куколеотборник
Обработка поверхности зерновок водой, кондиционирование	Шнеки интенсивного увлажнения. Бункера для поточного отволаживания
Дозирование	Устройство для регулирования расхода зерна в потоке
Формирование потока зерна после отволаживания	Винтовой конвейер
Магнитная защита	Магнитные аппараты
Сепарирование перед вторым увлажнением и отволаживанием	Аспирационная колонка-каскад
Второе увлажнение и отволаживание	Аппарат для дополнительного увлажнения зерна. Бункера для отволаживания
Дозирование	Устройство для регулирования расхода зерна в потоке
Формирование потока зерна	Винтовой конвейер
Магнитная защита	Магнитные аппараты
Вторая очистка поверхности зерновок	Горизонтальная обочечная машина
Магнитная защита	Магнитный аппарат
Стерилизация зерна	Энтолейтор
Сепарирование	Аспиратор
Увлажнение оболочек зерновок перед I драной системой	Машина интенсивного увлажнения. Бункер над I драной системой
Взвешивание очищенного зерна перед I драной системой	Автоматические весы с прибором для управления

Аппараты для подогрева зерна устанавливают на мукомольных заводах, где возможно поступление зерна пониженной температуры. Помольные партии формируют на мукомольном заводе, используя для этого автоматические дозирующие устройства под бункерами для неочищенного зерна. При эксплуатации предприятия запрещается выключать из работы основное технологическое оборудование.

Подготовку зерна к помолу проводят отдельно в двух секциях, А и Б, предназначенных для обработки зерна различной стекловидности. Особенности подготовки зерна в указанных секциях относятся в основном к этапу кондиционирования, где могут быть использованы моечные машины, машины для мокрого шелушения, шнеки интенсив-

ного увлажнения или аппараты для увлажнения. Технологический процесс каждой секции подготовительного отделения, в свою очередь, предусматривает возможность обработки зерна до этапа кондиционирования двумя параллельными потоками равной производительности, имеющими одинаковый набор оборудования.

Подготовка зерна к размолу в подготовительном отделении должна обеспечить:

очистку от сорной и зерновой примесей и обработку поверхности зерна;

составление помольных смесей из партий зерна с разными технологическими свойствами в соответствии с утвержденной рецептурой для каждой секции размольного отделения.

Результат взвешивания зерна на весах — это основной показатель, по которому составляют документы, определяющие учет сырья и продукции на мукомольном заводе. По весам перед I драной системой следят за ритмичной работой как подготовительного, так и размольного отделений. Если ежечасовой расход зерна равнозначен и соответствует расчетной производительности завода, то работа идет ритмично.

На мукомольных заводах, оснащенных ранее выпускаемым отечественным оборудованием, при проведении реконструкции или технического перевооружения используют отдельные виды или группы нового оборудования в различных вариантах. Опыт эксплуатации таких мукомольных заводов показывает, что применение новых видов оборудования в сочетании с ранее выпускаемым дает положительный эффект только в случае учета технологических особенностей и технических характеристик различных типов устанавливаемого оборудования.

На некоторых реконструируемых мукомольных заводах камнеотделительные машины устанавливают на втором участке схемы подготовки зерна к помолу — после отволаживания. Это является совершенно неправильным технологическим решением, так как минеральные примеси, находящиеся в зерновой массе, должны быть удалены из нее в самом начале технологического процесса, что значительно повышает срок службы рабочих органов машин (триеров, обоечных машин, шнеков интенсивного увлажнения) и эффективность их работы, а также резко уменьшает износ самотечных трубопроводов.

§ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА К РАЗМОЛУ НА МУКОМОЛЬНОМ ЗАВОДЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 500 Т/СУТ С КОМПЛЕКТНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

В процессе подготовки зерна к размолу широко используют пневмосепарирующее оборудование (аспирационные каналы, пневмоаспираторы) и оборудование флотационного принципа действия (камнеотделительные машины, концентраторы), позволяющее обеспечить высо-

кую эффективность очистки зерна от сорной примеси. Применение машин для обработки поверхности зерна (вертикальных и горизонтальных обоечных машин с ситовой обечайкой, машин для мокрого шелушения) обеспечивает высокую эффективность очистки зерна и снижение его зольности на 0,06...0,08 %.

Отличительная особенность подготовительного отделения заключается в возможности раздельной обработки четырех потоков зерна различного качества с последующей их группировкой в два перед направлением в размольное отделение. Точное автоматическое дозирование и большая вместимость бункеров для очищенного зерна позволяют выдерживать заданное соотношение компонентов в помольной смеси, а непрерывное заполнение и опорожнение бункеров для отволаживания — заданное время отволаживания. Большое влияние на эффективность работы подготовительного отделения оказывает стабилизация расхода зерна на входе и выходе и на отдельных этапах процесса.

Технологическая схема очистки и подготовки зерна к размолу включает следующие основные этапы: предварительную очистку от примесей и выделение мелкого зерна в элеваторе, окончательную очистку от примесей, очистку поверхности зерна сухим и мокрым способами, увлажнение, отволаживание и стерилизацию в подготовительном отделении мукомольного завода (рис. 57). Мукомольный завод имеет две секции, производительностью 250 т/сут каждая, что позволяет раздельно подготовить зерно различной стекловидности. Производительность подготовительного отделения на 10...20 % выше производительности размольного. В подготовительном отделении зерно проходит два этапа. В каждой секции на первом этапе зерно обрабатывают двумя параллельными потоками, производительностью 6 т/ч каждый, на втором оба потока объединяют в один, производительностью 10,5 т/ч.

В бункерах, вместимостью 89 т каждый, в которые поступает зерно из элеватора, предусмотрено шестнадцать выпускных отверстий, что предотвращает самосортирование зерна при выпуске. Однородность зерновой смеси по плотности и содержанию примесей обеспечивает равномерную загрузку оборудования и стабильное качество продукции. Из бункеров зерно поступает через автоматические электронные дозаторы в сборные винтовые конвейеры, подающие зерно в магнитные сепараторы. Далее зерно поступает в пневмоприемники нагнетающей пневмотранспортной сети.

Подъем зерна обеспечивает воздуходувная машина. Пневмотранспортерами зерно через разгрузители поступает в весы порционного действия (вместимость грузоприемного устройства 50 кг), которые позволяют учитывать производительность каждого потока и общее количество принятого в переработку зерна. В зимний период предусмотрен подогрев зерна.

Первый этап очистки зерно проходит в сепараторах производительностью 12 т/ч с круговым поступательным движением рабочих ор-

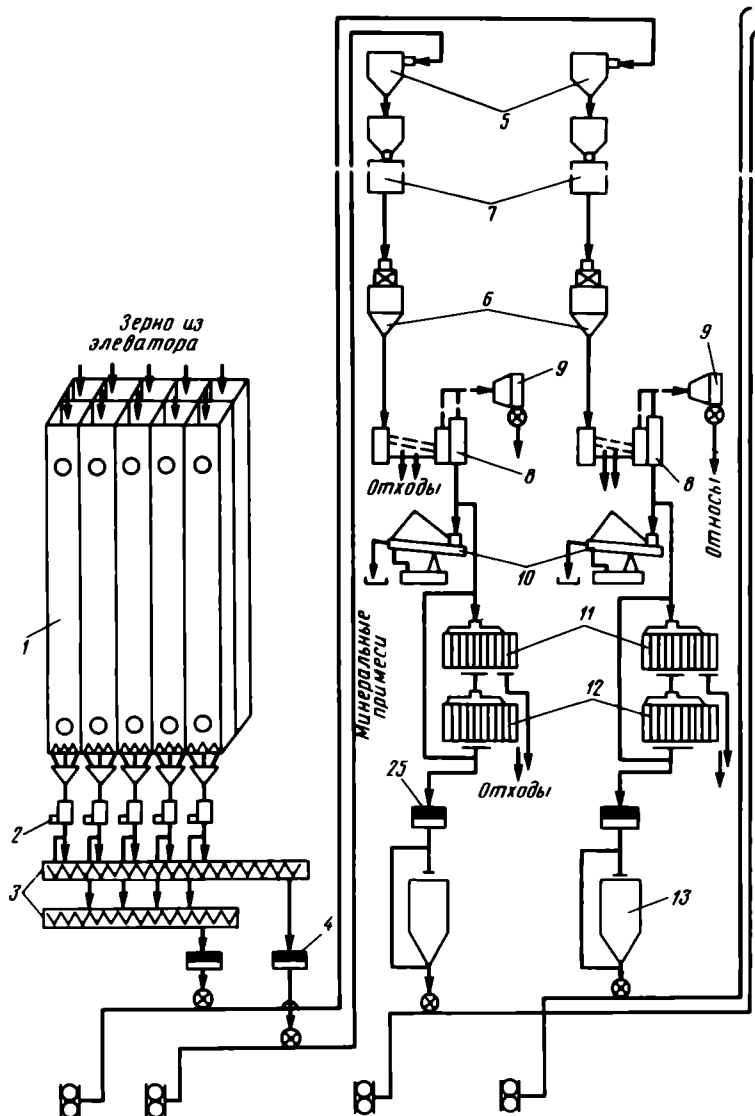
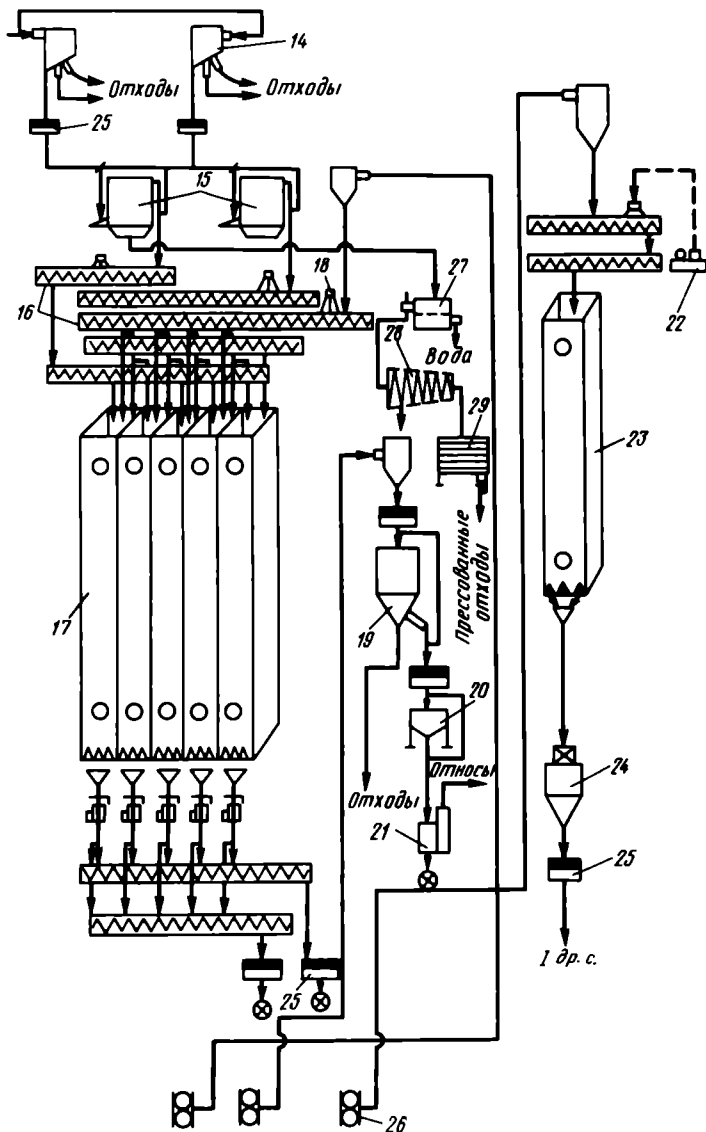


Рис. 57. Схема технологического процесса подготовительного отделения мукомолья

1 – силосы для неочищенного зерна; 2 – регулятор потока УРЗ-1; 3 – винтовые У2-БРО; 6, 24 – автоматические весы АВ-50-ЗЭ; 7 – подогреватели зерна БПЗ; РЗ-БКТ; 11 – куколеотборочные машины; 12 – овсюгоотборочные машины; 13 – для мокрого шелушения зерна; 16 – винтовые конвейеры; 17 – силосы для машина РЗ-БМО-12; 20 – энтолейтор-стерилизатор РЗ-БЭЗ; 21 – аспиратор РЗ-БАБ; 26 – компрессор типа ЗАФ; 27 – сепаратор А1-БСТ для сточных вод; 28 – пресс



ного завода производительностью 500 т/сут:

конвейеры РЗ-БКШ; 4, 25 – магнитные аппараты У1-БМЗ-01; 5 – разгрузители 8 – сепаратор А1-БИС-12; 9 – циклон А1-БЛЦ; 10 – камнеотделительные машины обоечная машина РЗ-БМО-6; 14 – пневмосепаратор РЗ-БСД; 15 – машина А1-БМШ отволаживания зерна; 18 – увлажнительный аппарат А1-БАЗ; 19 – обоечная 22 – увлажнительный аппарат А1-БУЗ; 23 – бункер перед 1 драной системой; Б6-БПО; 29 – сушилка У2-БСО

ганов. Сепараторы разделены на две параллельно работающие секции. Сепаратор работает вместе с вертикальным пневмоканалом и горизонтальным циклоном, что обеспечивает эффективную очистку зерна от крупных, мелких и легких примесей. Для выделения минеральных примесей установлены камнеотделительные машины вибропневматического действия производительностью 6 т/ч (по две машины в каждой секции). После их может быть использован концентратор, в котором зерно просеивается на ситах в восходящем потоке воздуха. В результате выделяются мелкие примеси (песок, земля, мелкие семена сорных растений), а зерно разделяется на фракции, различающиеся плотностью и составом сорных примесей. Такое разделение позволяет использовать принцип фракционной очистки зерна.

Зерно от примесей, отличающихся от основной культуры по длине, очищают в дисковых куколе- и овсюгоотборниках производительностью 6 т/ч. Затем очищенное зерно направляют в вертикальные обоечные машины, где происходит шелушение его с частичным отделением верхних покровов. Далее зерно после второго подъема пневмотранспортером поступает в вертикальные цилиндрические пневмосепараторы, где выделяются продукты шелушения, а зерно подают в машину для мокрого шелушения.

Очистку зерна от примесей следует считать эффективной, если на этапе обработки до кондиционирования из зерновой массы будет удалено (%):

Сорной примеси (всего)	80
В том числе:	
легкой	90
длинной	70
короткой	80
мелкой	70
Минеральной примеси	95
Зерновой примеси	30

Вместо машины для мокрого шелушения можно применять шнеки интенсивного увлажнения зерна, где в результате смешивания выравнивается его влажность. При необходимости предусмотрен увлажнительный аппарат, который позволяет дополнительно увлажнять зерно на 3 %. Зерно, пройдя машину мокрого шелушения, увлажнительный аппарат, поступает в бункера для отволаживания.

В процессе холодного кондиционирования возможно трехкратное увлажнение и отволаживание зерна. Степень увлажнения на всех этапах контролируют ротаметрами. Отволаживание зерна происходит в шести бункерах (в каждой секции) общей вместимостью 490 т, рассчитанной на 47 ч работы мукомольного завода. Первичное отволаживание в четырех бункерах продолжается при непрерывном движении в течение 24 ч. Для вторичного отволаживания используют два бункера вместимостью по 36 т каждый, через которые зерно проходит за 7 ч непрерывного движения.

После отволаживания зерно из бункеров через дозаторы, формирующие помольные смеси, винтовыми конвейерами подается в пневмотранспортер. Затем зерно поступает в обоечную машину на второй этап очистки (производительность потока 10,5 т/ч). Поверхность зерна снова очищается, частично отделяются плодовые оболочки. После этой машины зерно самотеком поступает в энтолейторы, где в результате ударного воздействия уничтожается скрытая зараженность и частично зашлифовывается поверхность поврежденных зерен. Закljučают процесс очистки зерна вертикальные пневмоклапаны, где частицы оболочек зерна и зародыша отделяются воздухом.

Очищенное зерно для придания оболочкам требуемой эластичности увлажняют третий раз (на 0,2...0,5 %) в увлажнительных аппаратах, где распыленная вода равномерно смачивает поверхность зерна. Зерно, подготовленное таким образом, поступает в бункера вместимостью 10 т, где происходит отволаживание в течение 15...20 мин. Затем зерно взвешивают в потоке в автоматических весах (вместимость грузоприемного устройства 50 кг). Зерно, пройдя через магнитный сепаратор, поступает на I драную систему (влажность зерна 15,5...16,0 %, содержание сорной примеси 0,06...0,12 %).

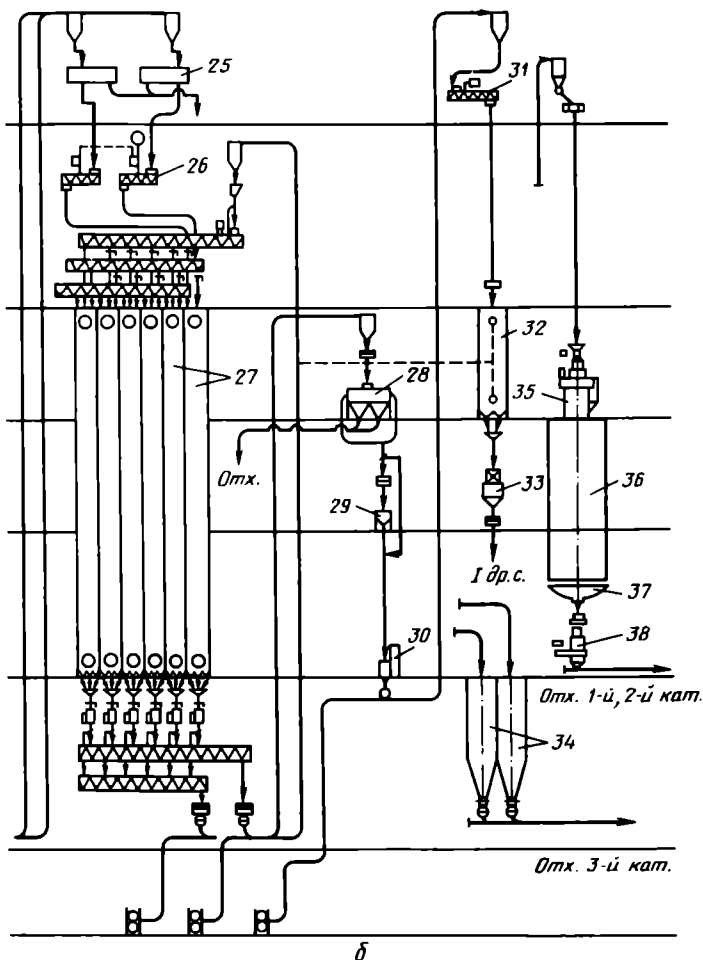
Технологическая схема очистки и подготовки зерна к помолу имеет следующие принципиальные отличия от традиционно применяемой на мукомольных заводах: отбор мелкого зерна в элеваторе; создание условий гидравлического истечения из бункеров, предотвращающих самосортирование; один сепараторный проход; использование энтолейторов для стерилизации зерна; возможность подготовки зерна без моечных машин; использование оборудования для интенсивного увлажнения и шелушения зерна; обеспечение стабильности всех этапов технологического процесса.

Степень очистки зерна от сорной и зерновой примесей характеризуется следующими данными: коэффициенты очистки от сорной примеси 75 %, от зерновой — 40, от мелкой зерновой — 25 %. Зольность зерна снижается от 0,07...0,11 %.

§ 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА К РАЗМОЛУ НА МУКОМОЛЬНОМ ЗАВОДЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 250 Т/СУТ С КОМПЛЕКТНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

На мукомольном заводе производительностью 250 т/сут зерно из элеватора подают двумя цепными конвейерами, производительностью 150 т/сут каждый, и распределяют по шести бункерам общей вместимостью 534 т. Каждый бункер вместимостью 89 т имеет 16 выпускных отверстий, соединенных самотечными трубами с выпускным устройством в виде воронки (рис. 58). Помольные партии формируют в подготовительном отделении при помощи регуляторов потока, имеющих

1 – датчики верхнего уровня зерна; 2 – силосы для неочищенного зерна; 3 – потока; 6 – винтовой конвейер; 7 – магнитная защита; 8 – шлюзовой питатель; тисческие весы; 13 – сепаратор; 14 – циклон; 15, 22 – винтовые конвейеры для 20, 28 – обоечные машины; 21, 30 – аспирационные колонки; 23 – фильтр; 24 – увлажнители зерна; 27 – силосы для отволаживания зерна; 29 – энтолейтор; 32 – отходов третьей категории; 36 – бункер для отходов первой и второй категорий;



ного завода производительностью 250 т/сут:

датчики нижнего уровня зерна; 4 – выпускное устройство; 5, 18 – регуляторы
 9 – воздуходувная машина; 10 – разгрузитель; 11 – подогреватель; 12 – автома-
 отходов; 16 – камнеотделительная машина; 17 – бункер; 19 – концентратор;
 вентилятор; 25 – куколетборочные машины; 26, 31 – машины интенсивного
 бункер перед I драной системой; 33, 35 – автоматические весы; 34 – бункера для
 37 – виброразгрузчик; 38 – дробилка

точность дозирования до 1,0 %. Регуляторы У2-БВВ-16 устанавливают под выпускными воронками. Зерно из выпускного устройства каждого бункера поступает на регулятор потока УРЗ-1. С его помощью одновременно выпускается зерно в заданных пропорциях и формируются в двух винтовых конвейерах РЗ-БКШ-200 два самостоятельных потока зерна.

Зерно двумя потоками через нагнетающий пневмотранспортер поступает в подогреватели зерна БПЗ. Затем каждый поток зерна направляют в дозатор АВ-50-3Э и далее в одну из двух секций сепаратора А1-БИС-12. В сепараторе ситовой корпус совершает круговые движения, которые обеспечивают высокую эффективность очистки зерна. Воздух отсасывается центральной аспирационной сетью и очищается в центробежном отделителе А1-БЛЩ и фильтре РЦИ-31,2-48. Отходы с сепаратора направляют в винтовой конвейер и далее в бункер отходов третьей категории. Зерно из сепаратора поступает в камнеотделительные машины РЗ-БКТ, где выделяются минеральные примеси.

Далее зерно от примесей очищается в концентраторах А1-БЗК-9. Они сортируют зерновую массу по плотности на три фракции:

первая (тяжелый продукт) — очищенное крупное зерно (60...70 %);
вторая (смешанный продукт) — остальное зерно более легкое (до 30 %);

третья (легкий продукт, до 10 %) — сход с сит и проход первой группы сит (подсев).

Первую фракцию направляют в контрольные куколеотборочные машины, а вторую — в горизонтальную обоечную машину, где разрушаются поврежденные зерна. Получаемые отходы отбирают в пневмосепараторе, установленном после обоечной машины, и направляют в винтовой конвейер. Зерно второй фракции объединяют с зерном первой фракции и по нагнетающему пневмотранспортеру направляют в контрольную куколеотборочную машину. Третья фракция через винтовые конвейеры РЗ-БКШ-200 поступает в кормовые отходы.

После куколеотборников А9-УТК-6 зерно поступает в шнеки А1-БШУ-2 интенсивного увлажнения, которые обеспечивают максимальный прирост влажности в зерне (5 %) при высокой равномерности увлажнения зерновой массы. В этих же машинах происходит шелушение зерна в результате взаимного интенсивного трения поверхности зерновок.

Далее зерно винтовыми конвейерами распределяется по бункерам для отволаживания. Предусмотрена гибкая схема поступления зерна в бункера и выпуска из них, обеспечивающая широкий диапазон экспозиций для первого и второго отволаживаний. Линию второго отволаживания включают при необходимости для обработки особо сухого зерна. Она имеет автономное управление и обслуживается линией нагнетающего пневмотранспорта производительностью 10,5 т/ч. В линии установлены увлажнительный аппарат А1-БУЗ и распределительный винтовой конвейер РЗ-БКШ-200. Перед поступлением в увлажнительный аппарат

зерно проходит через каскадную аспирационную колонку, где отделяются отходы шелушения зерна, образующиеся в шнеках интенсивного увлажнения.

Зерно из бункеров для отволаживания выпускают при помощи регуляторов потоков УРЗ-1, которые настраивают на одинаковую величину для каждого потока. После отволаживания зерно линией нагнетающего пневмотранспорта подают на следующий этап очистки. Он включает горизонтальную обоечную машину РЗ-БГО-8, магнитный сепаратор А1-БМП-01, энтолейтор РЗ-БЭЗ, воздушный сепаратор РЗ-БАБ. Отходы из обоечной машины поступают в винтовой конвейер и далее в бункер отходов первой и второй категорий.

После пневмосепаратора зерно подают в шнек интенсивного увлажнения А1-БШУ-1, в котором зерно доувлажняется на 0,3...0,5 % перед I драной системой. После увлажнения зерно 10...15 мин отволаживают в бункере. Из него зерно через выпускную воронку поступает в весовой дозатор АВ-50-39. Производительность весов настраивают на 10,5 т/ч. Взвешенное зерно через магнитный сепаратор поступает на I драную систему. В результате очистки зольность зерна, поступающего на I драную систему, снижается на 0,10...0,12 %.

Отходы подразделяют на первую, вторую, третью категории и куколь. Куколь собирают в металлическом бункере. Отходы третьей категории, получаемые после сепаратора и промежуточных отделителей, также поступают в бункер. Отходы первой и второй категорий линий всасывающего пневмотранспорта подают в бункер вместимостью 4 т, расположенный над дробилкой ДМ. Один раз в смену измельчают отходы и передают их в комбикормовый цех или цех отходов. Взвешивают отходы первой и второй категорий в автоматических дозаторах АД-50-МЭ.

§ 6. СХЕМА ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И РЖИ К ПОМОЛУ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ОБОЙНОЙ МУКИ

Схема подготовки зерна пшеницы и ржи для выработки обойной муки – самая короткая и простая. Она предусматривает очистку зерновой массы по толщине и ширине. В сепараторе устанавливают для очистки пшеницы штампованные сита с отверстиями на приемном сите ϕ 12...16 мм, сортировочном ϕ 6...7 мм и подсевном с отверстиями размером (1,7...1,8) X 20 мм; для очистки зерна ржи применяют приемное сито с отверстиями ϕ 12...16 мм, сортировочное ϕ 5...6 мм и подсевное с отверстиями размером (1,4...1,5) X 20 мм. Схема также предусматривает очистку зерновой массы по длине (триеры), снижение зольности (два прохода обоечных и один щеточной машин), отделение примесей по плотности (камнеотделительная машина), отделение примесей по аэродинамическим свойствам (сепаратор, пневмоаспиратор, аспиратор)

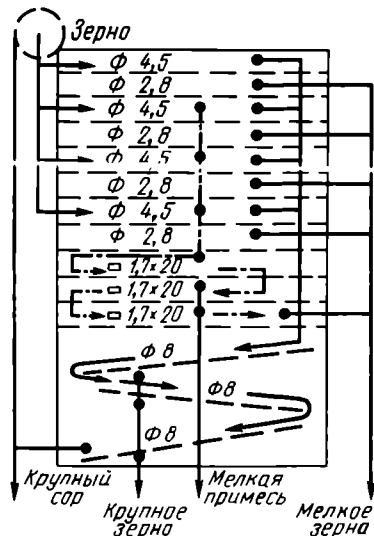
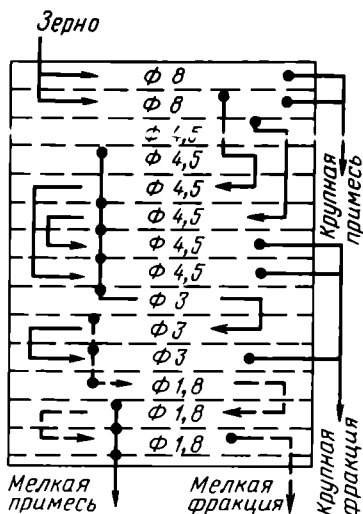


Рис. 59. Разделение зерна пшеницы на крупную и мелкую фракции в расसेве ЗРМ

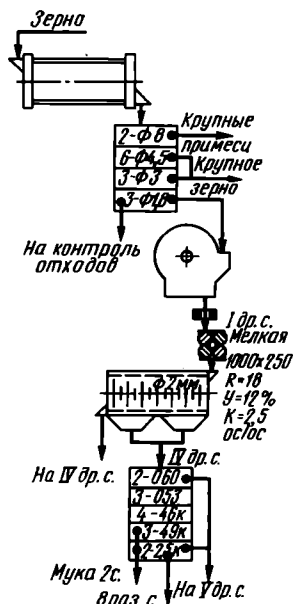


Рис. 60. Разделение зерна пшеницы на крупную и мелкую фракции в сепараторе А1-ЗСШ-20

Рис. 61. Схема отбора мелкого зерна и его размола

и увлажнение (увлажнительная машина). Схема очистки зерна при обойных помолах одинакова для механического и пневматического транспорта.

§ 7. ОТБОР МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ ЗЕРНА

Для повышения технологического достоинства перерабатываемых партий зерна пшеницы желательно на элеваторе отбирать мелкую фракцию зерна (проход через сито с отверстиями размером 2,2 X 20 мм и сход с сита с отверстиями размером 1,7 X 20 мм). Это способствует повышению эффективности использования зерна, улучшает качество продукции, что в конечном итоге обеспечивает увеличение выхода готовой продукции. Необходимость и целесообразность отбора мелкой фракции зерна пшеницы обусловлена тем, что наличие его в зерновой массе усложняет процесс гидротермической обработки зерна.

Если отбор мелкой фракции организовать на элеваторе нельзя, то целесообразно в зерноочистительном отделении выделять 3...4 % такого зерна и направлять на IV драную систему мелкую или на специальную систему для измельчения в продукты второго качества. В этом случае мелкую фракцию зерна следует отбирать перед последним увлажнением и отволаживанием (перед I драной системой) с последующим пропуском его через аспирационную колонку или сепаратор.

Более четкое и эффективное выделение мелкой фракции достигается при использовании рассевов. Разделение массы зерна пшеницы на крупную и мелкую фракции в отсеиве ЗРМ показано на рисунке 59, в сепараторе А1-ЗСШ-20 — на рисунке 60. На рисунке 61 приведен вариант схемы отбора мелкой фракции зерна с применением отсеива ЗРМ и размола этой фракции.

Учет количества мелкой фракции зерна, выделенной в процессе подготовки зерна в элеваторе, проводится по ее фактическому качеству и весу, определяемому с помощью автоматических весов.

§ 8. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗДЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ПОМОЛУ ЗЕРНА ТВЕРДОЙ И МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Технологические схемы могут предусматривать как последовательную, так и параллельную подготовку зерна к помолу. Подготовка к помолу зерна с различными структурно-механическими свойствами и особенно зерна твердой и мягкой пшеницы рекомендуется вести раздельно. Эффективность совместной и раздельной подготовки зерна к помолу приведена в таблицах 48 и 49.

48. Результаты совместной и раздельной подготовки к помолу зерна твердой и мягкой пшеницы

Способы и режимы кондиционирования	Показатели помолов			Хлебопекарные показатели	
	Зольность муки 70 %-ного помола	Расход электроэнергии на измельчение, Вт·ч/кг	Нагрузка на валцовую линию, кг/(см×х сут)	Объем хлеба, см ³	Формоустойчивость Н/Д
<i>Совместная подготовка к помолу (20 % твердой и 80 % мягкой пшеницы)</i>					
Горячее кондиционирование с нагревом до 40 °С при продолжительности 30 мин, отволаживание 6 ч	0,74	62,3	55,4	393	0,40
То же, при продолжительности 1 ч	0,75	63,5	55,8	382	0,38
Горячее кондиционирование с нагревом до 50 °С при продолжительности 30 мин, отволаживание 6 ч	0,76	62,4	52,5	387	0,42
То же, при продолжительности 1 ч	0,77	62,1	52,3	395	0,40
Холодное кондиционирование, отволаживание 24 ч	0,77	59,6	54,5	404	0,39
<i>Раздельная подготовка к помолу (20 % твердой и 80 % мягкой пшеницы)</i>					
Холодное кондиционирование твердой пшеницы с отволаживанием в течение 48 ч	0,69	50,5	58,5	446	0,50
Горячее кондиционирование мягкой пшеницы с нагревом до 50 °С при продолжительности 30 мин, отволаживание в течение 4 ч	0,69	50,5	58,5	446	0,50
Холодное кондиционирование, отволаживание твердой пшеницы в течение 48 ч и мягкой — 16 ч	0,72	52,3	56,6	416	0,45

§ 9. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА ПРИ МАКАРОННЫХ ПОМОЛАХ

При выработке макаронной крупки повышенные требования предъявляются к очистке зерна от минеральных примесей. В связи с этим в схемах подготовки зерна к помолу следует предусмотреть установку камнеотделительных машин РЗ-БКТ. В этом случае можно использовать машины мокрого шелушения А1-БМШ или шнеки интенсивного увлаж-

49. Эффективность раздельной подготовки зерна твердой и мягкой пшеницы при трехсортном 78 %-ном помолу

Показатели	Совместная подготовка к помолу		Раздельная подготовка к помолу	
	холодное кондиционирование	горячее кондиционирование	холодное кондиционирование	горячее кондиционирование
Выход муки, %:				
высшего сорта	9,8	9,7	10,6	11,2
первого "	32,6	33,0	34,8	35,1
второго	36,2	36,3	34,0	33,3
общий выход	78,6	79,0	79,4	79,6
Зольность муки, %:				
высшего сорта	0,51	0,50	0,48	0,47
первого "	0,61	0,57	0,57	0,57
второго	1,14	1,11	1,07	1,04
общего выхода	0,84	0,81	0,77	0,75
Расход электроэнергии на измельчение зерна, кВт·ч/т	40,8	38,8	36,7	34,8
То же, по отношению к помолу № 1, %	100	95,3	90,1	85,5

П р и м е ч а н и е. Помольная смесь — 20 % твердой пшеницы стекловидностью 90 % и 80 % мягкой IV типа стекловидностью 52 %.

нения А1-БШУ (возможно комплексное использование этих машин). При отсутствии камнеотделительных машин РЗ-БКТ следует иметь моечную машину с работоспособным узлом отбора минеральной примеси.

Важным условием выработки качественной продукции является эффективное выделение длинных, коротких примесей (овсюга и куколя). Для повышения эффективности отбора овсюга рекомендуется использовать установку концентратора А1-БЗК. При этом эффективная работа машины возможна лишь при стабилизации на нее нагрузки, что обеспечивается установкой перед концентратором промежуточного бункера с автоматическим дозатором УРЗ-1. При использовании концентратора в триер-овсюгоотборник для контроля следует направлять только крупную фракцию зерна (40...50 %), получаемую проходом последнего сита концентратора. Остаточное количество овсюга может быть также выделено путем последовательной обработки указанной фракции в обоечной машине РЗ-БМО или РЗ-БГО и воздушном сепараторе РЗ-БАБ.

Для эффективной очистки поверхности зерна и частичного выделения зародыша зерно после отволаживания следует обрабатывать в горизонтальной обоечной машине РЗ-БГО. Особое внимание следует уделять эффективности работы куколеотборников, так как наличие коротких примесей в зерне отрицательно сказывается на товарном виде круп-

ки и макаронных изделий. При этом следует учитывать, что эффективная работа триеров А9-УТК-6 обеспечивается при нагрузке до 4,5 т/ч.

Этап кондиционирования зерна должен обеспечить его влажность на I драной системе в пределах 16,0...17,0 %. При этом для сохранения прочности эндосперма рекомендуется применять трехэтапное увлажнение и отволаживание зерна:

первое увлажнение твердой пшеницы 14,5...15,0 %, отволаживание 8...10 ч; мягкой — до 13,5...14,0 %, отволаживание до 7...8 ч;

второе увлажнение твердой пшеницы 15,5...16,0 %, отволаживание 8...10 ч; мягкой — до 15,5...16,0 %, отволаживание 1...2 ч;

третье увлажнение твердой пшеницы 16,0...17,0 %, отволаживание 0,4...0,5 ч; мягкой пшеницы 16,0...16,5 %.

На этапах доувлажнения зерна следует применять увлажнительные аппараты А1-БУЗ и А1-БАЗ, обеспечив в них эффективную работу форсунок. При техническом перевооружении предприятий следует предусматривать организацию двухпоточной схемы подготовки зерна к помолу, позволяющей осуществлять дифференцированную обработку зерна в зависимости от исходного качества (например, по типам, стекловидности или влажности).

Рекомендуемая последовательность операций в зерноочистительном отделении мукомольного завода приведена ниже.

1. Бункера для неочищенного или предварительно обработанного в элеваторе зерна.

2. Автоматические дозаторы и смесительные шнеки.

3. Подогреватели зерна.

4. Весы.

5. Сепаратор А1-БИС (А1-БЛС) с аспирационным каналом или А1-ЗСШ-20 с аспиратором и скальператором.

6. Камнеотделительная машина РЗ-БКТ.

7. Концентратор с накопительным бункером и автоматическим дозатором.

8. Магнитная защита.

9. Обочная машина с аспирационным каналом или триер-овского-отборник.

10. Триер-куколеотборник.

11. Машина мокрого шелушения или шнек интенсивного увлажнения.

12. Увлажнительный аппарат А1-БУЗ (устанавливают при использовании на предыдущем этапе машины мокрого шелушения).

13. Отволаживание (первый этап) с автоматическим дозированием.

14. Увлажнительный аппарат А1-БУЗ.

15. Отволаживание (второй этап) с автоматическим дозированием.

16. Магнитная защита.

17. Обочная машина.

18. Аспирационный канал или аспиратор.

19. Увлажнительный аппарат А1-БАЗ или шнек интенсивного увлажнения А1-БШУ-1.

20. Отволаживание (третий этап).

21. Автоматическое дозирование (весы или расходомеры).

§ 10. СХЕМА ОЧИСТКИ И ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА РЖИ К СОРТОВОМУ ПОМОЛУ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИН А1-ЗШН-3

При подготовке зерна ржи к помолу необходимо очистить его поверхность от пыли и грязи и удалить непрочные легко отделяемые оболочки при сортовых помолах на 3,5...4 % и обойном помоле на 2...2,5 %. Современная подготовка зерна при двухсортном, односортном и обойном помолах ржи в основном одинакова и отличается от действовавшей ранее тем, что для шелушения зерна применяют машину А1-ЗШН-3.

В результате обработки ржи в машинах А1-ЗШН-3 снижаются содержание клетчатки в зерне на 0,5...0,8 %, автолитическая активность на 5...8 %, зольность на 0,07...0,12 %; натура повышается на 20...30 г/л. Содержание овсяга во ржи было до шелушения 0,4...0,5 %, а после шелушения в зерне, поступающем на I драную систему, овсяг не обнаружен. Содержание сорной примеси снизилось на 30 %, были полностью удалены цветковые оболочки и мелкие зерна овсяга.

Анализы, проведенные лабораторией биохимии и микробиологии ВНПО "Зернопродукт", показали, что после обработки в машинах А1-ЗШН-3 в зерне значительно снижается количество вредных микроорганизмов, вызывающих при неблагоприятных условиях хранения порчу продукта. Шелушение зерна облегчает также его размол, улучшает качество муки и ее хлебопекарные свойства.

При сортовых помолах ржи (двухсортном и сеяном) перед направлением зерна в машину А1-ЗШН-3 рекомендуется его увлажнить на 0,4...0,7...1 % с отволаживанием в течение 1,5...2 ч. Это позволит получить лучшие результаты и снизить на 4 % содержание оболочек без повреждения эндосперма.

Целесообразно применять сухой способ шелушения со снятием оболочек на 2...2,5 % при обойном и на 3,5...4 % при обдирном помо-

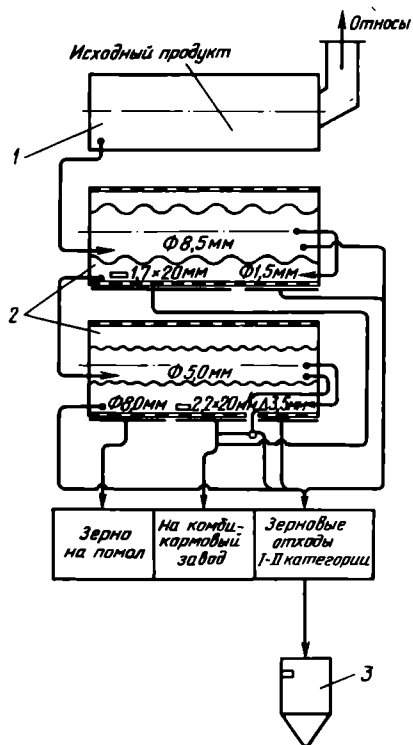
50. Эффективность работы шелушительных машин А1-ЗШН-3

Номер машины	Зольность муки, %		Содержание битых зерен, %	
	до машины	после машины	до машины	после машины
1	1,88	1,78	2,1	2,4
2	1,88	1,77	2,1	2,3
3	1,88	1,79	2,1	2,9
4	1,88	1,78	2,1	2,7

лах. При установке машин А1-ЗШН-3 необходимо контролировать качество зерна после шелушения по снижению зольности, содержанию битого зерна и повышению натуре (табл. 50). Оболочки, полученные в результате шелушения зерна, должны быть подвергнуты контролю на содержание целого зерна. Для систематического контроля количества получаемых после машин А1-ЗШН-3 оболочек рекомендуется устанавливать автоматические весы.

§ 11. КОНТРОЛЬ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Зерновые отходы, которые получают при подготовке пшеницы и ржи к помолу, при наличии в них более 10 % зерна, относимого по стандартам на эти культуры к основному, подлежат контролю. Контроль отходов сухой очистки рекомендуется проводить в агрегате У1-БАО, в буратах, сепараторах, аспирационных колонках и других машинах. Схема контроля отходов с использованием агрегата У1-БАО приведена на рисунке 62.



Отходы зерноочистительного отделения рекомендуется (при наличии карантинных сорняков – в обязательном порядке) измельчать в вальцовых станках или дробилках. Качество отходов и их категорию определяют до измельчения. В результате подготовки зерна к помолу получают отходы, классифицируемые на три категории:

к I категории относят зерновые отходы с содержанием зерна свыше 30 до 50 % (включительно), зерновые отходы с содержанием зерна свыше 10 до 30 % (включительно), мучные вытряски и мучной смет, пыль обоечную белую;

ко II категории относят зерновые отходы с содержанием зерна свыше 2 до 10 %, пыль обоечную серую;

Рис. 62. Технологическая схема контроля отходов:

1 – пневмосепарирующий канал; 2 – ситотриерные блоки; 3 – весы

к III категории относят отходы от очистки зерна (сход с приемного сита сепаратора, проход через нижнее сито сепаратора), содержание не более 2 % зерна, соломистые частицы.

Зерном и зерновой смесью от первичной обработки и в отходах считают зерна продовольственных (включая крупяные), кормовых и бобовых культур, относимые по государственным стандартам на эти культуры к основному зерну или зерновой примеси. При наличии в побочном продукте от первичной обработки, а также в отходах свыше 10 % зерен пшеницы или ржи либо свыше 20 % зерен других культур, относимых по стандартам на эти культуры к основному зерну, указанные зерновая смесь и отходы подлежат дополнительной обработке для извлечения из них основного зерна. К обоечной пыли относят зерновую пыль, образующуюся при очистке зерна в щеточных и других машинах, сходную по качеству с обоечной пылью. В таблице 51 приведены нормы отходов, допускаемых в зерноочистительном отделении при подготовке зерна базисных кондиций.

51. Нормы отходов

Отходы	При сортовых помолах		При сортовых помолах ржи	При обоечных помолах ржи и пшеницы
	с применением моечных машин	без применения моечных машин		
I и II категорий	2,7	2,8	3,0	2,0
III категории и механические потери	0,8	0,7	0,7	0,7
Итого	3,5	3,5	3,7	2,7

При контроле отходов в буратах необходимо стремиться к наиболее полному извлечению полноценных зерен, получаемых сходом и направляемых на сепарирование. Проходы буратов измельчают в дробилках или вальцовых станках для дальнейшего их использования на кормовые цели.

Последовательность операций по обработке отходов на мукомольных заводах, оснащенных комплектом высокопроизводительным оборудованием, приведена ниже.

Наименование операций технологического процесса	Тип машин
Очистка сточных вод моечных машин и машин мокрого шелушения	*Сепаратор для фильтрации моечных отходов
Отжим воды из моечных отходов	*Пресс для отжима моечных отходов
Сушка моечных отходов	*Сушилка для моечных отходов
Смешивание моечных отходов после сушки с отходами I и II категорий	Винтовой конвейер

Взвешивание отходов
Измельчение отходов
Сбор отходов III категории
Сбор куколя с триеров

Автоматические весы
Дробилка или валцовый станок
Винтовой конвейер в бункер
Винтовой конвейер в бункер

*Отсутствуют при сухом способе очистки зерна.

При обработке, хранении и отпуске отходов необходимо выполнять следующие требования.

Для обезвреживания карантинных сорняков следует предусматривать измельчение отходов I и II категорий в дробилках в зерноочистительных отделениях, в изолированных помещениях или цехах отходов. Передачу отходов из зерноочистительного отделения в цех отходов или бункера отходов (или побочных продуктов в комбикормовый цех) следует производить преимущественно пневматическим транспортом. Для каждой категории отходов в зерноочистительном отделении требуется предусматривать накопительный бункер на 10...12 ч работы предприятия.

Хранение отходов I и II категорий допускается предусматривать в бункерах вместе с отходами других производственных цехов мелькомбината (элеватор, крупяной цех) в общем цехе отходов.

Вместимость бункеров для хранения отходов в цехе отходов следует определять из условия хранения трех-пятисуточного запаса и получения при переработке зерна отходов I и II категорий 3 % и отходов III категории 1 %.

Объемную массу отходов (кг/м^3) нужно принимать:

I и II категорий	350
III категории	400

В цехе отходов должна быть предусмотрена механизированная отгрузка отходов I и II категорий насыпью на автомобильный транспорт, места отпуска отходов должны быть ограждены, чтобы исключить распространение пыли по территории мелькомбината. Хранение отходов III категории следует предусматривать в отдельно стоящих бункерах с отгрузкой на автомобильный транспорт.

На мукомольных заводах, оснащенных полностью высокопроизводительным комплектным оборудованием, схема вывода отходов, получаемых в результате работы зерноочистительного оборудования, имеет существенные отличия по сравнению с такой же схемой мукомольных заводов, работающих по традиционной технологической схеме.

Если на элеваторе при подготовке к передаче зерна в зерноочистительное отделение не проводится его очистка в сепараторах типа А1-БИС-100 и А1-БСФ-50, то в зерновой массе наблюдается содержание значительного количества примесей, которые относятся к категории негодных отходов.

В том случае, когда на элеваторе перед подачей зерна в зерноочистительное отделение проводят обработку всех партий зерна в сепараторах А1-БИС-100 и А1-БСФ-50, то при дальнейшей очистке такого зерна в зерноочистительном отделении отходов, относимых к категории негодных, практически не образуется. Исключение составляют отходы, выделяемые в камнеотделительных машинах (минеральная примесь), а также первая проходовая фракция концентратора, в которой может содержаться минеральная примесь в виде песка.

К III категории отходов относятся также примеси, выделяемые сходом с верхнего сита сепаратора А1-БИС-12, и проход нижнего сита. Качество этих отходов в значительной мере зависит от эффективности работы машин, расположенных в элеваторе.

Практика показывает, что нередко случаи, когда на элеваторе не проводится предварительная очистка зерна перед подачей на мукомольный завод, в зерноочистительном отделении установлен неполный комплект технологического оборудования, и в первую очередь не применяют сепараторы типа А1-БИС с пневмосепарационным каналом, камнеотделительные машины РЗ-БКТ. В этих условиях приходится сохранять прежнюю структуру схем подготовки зерна к помолу, т. е. схема должна включать контроль отходов в буратах ЦМБ.

Вопросы для самопроверки. 1. Как влияет вид помола на составление схемы подготовки зерна? 2. Какие существуют этапы подготовки зерна к помолу? Какие машины и в какой последовательности устанавливают на каждом этапе? 3. В чем сущность отбора мелкой фракции зерна? 4. Какие существуют особенности в последовательной и параллельной подготовке зерна к помолу? 5. Какой эффект приносит установка машин А1-ЭШН-3 при ржаных помолах? 6. Как называются отходы, получаемые в зерноочистительном отделении мукомольного завода при сортовых помолах? 7. Сколько отходов отбирают в зерноочистительном отделении и какова их зольность? 8. В чем особенности построения схемы подготовки зерна на новых мукомольных заводах, где установлено высокопроизводительное оборудование?

Глава XIII

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРНА И ЗЕРНОВЫХ ПРОДУКТОВ

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ И СТРУКТУРА ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Измельчением называют процесс разделения твердых тел на части при разрушении их под действием внешних сил. Различают два вида измельчения: простое и избирательное. При простом — все составляющие твердое тело части разрушаются равномерно для получения однородной смеси; при избирательном — твердые тела, неоднород-

ные по составу, разрушаются для извлечения частиц определенного размера. Такой процесс производят многократно, чтобы достигнуть более полного извлечения частиц требуемого размера.

В мукомольном производстве при простых помолах зерна пшеницы и ржи, например в обойную муку, используют простое измельчение, при сложных помолах для получения сортовой муки высокого качества — избирательное. Избирательность измельчения связана с необходимостью выделения максимального количества наиболее ценной части зерновки эндосперма.

Основные требования, предъявляемые к процессу измельчения при сортовых помолах зерна пшеницы и ржи, сводятся к получению максимального количества промежуточных продуктов в виде крупок и дунстов высокого качества, их шлифованию и последующему тонкому измельчению в муку. В соответствии с этим процесс измельчения зерна пшеницы при сортовых помолах состоит из трех этапов: крупобразования с вымолом оболочек (драной процесс), шлифовочного и размольного, тоже с вымолом оставшихся оболочек. Эти этапы имеют определенное назначение и взаимосвязь в последовательном измельчении зерновых продуктов. Измельчение зерна и зерновых продуктов на мукомольных заводах — основной процесс, резко изменяющий физические и технологические свойства продуктов.

От эффективного измельчения зависят рациональное использование перерабатываемого зерна, качество вырабатываемой муки, расход электроэнергии на получение муки, производительность измельчающих машин и технико-экономические показатели работы мукомольного завода.

Рассматривая измельчение зерна как основу технологического процесса производства муки, не следует забывать, что оно органически связано с предыдущими и последующими этапами переработки зерна, и в первую очередь с сортированием, без которого невозможно получить муку.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

При сортовых помолах зерна пшеницы и ржи стремятся получить максимальный выход наиболее ценной части зерновки — эндосперма, поэтому технологическую оценку эффективности процесса измельчения проводят одновременно по количественным и качественным показателям.

К количественным показателям относят общее (суммарное) извлечение, частное извлечение и коэффициент извлечения, характеризующий степень измельчения продукта. Коэффициент извлечения определяют по формуле.

Количественные показатели процесса измельчения применяют для оценки различных этапов технологического процесса. Так, показатель

общего извлечения обычно используют при оценке эффективности измельчения зерновых продуктов на крупобразующих системах (I...IV драных), где образуются частицы эндосперма и частично оболочек различной крупности. На других этапах технологического процесса (шлифовочный и размольный) для оценки процесса измельчения удобно воспользоваться показателем частного извлечения, например муки.

К качественным показателям процесса измельчения относят зольность различных продуктов измельчения, цвет муки, количество клетчатки в муке и отрубях и количество крахмала в отрубях. Наиболее часто используют показатель зольности различных промежуточных продуктов (крупок, дунстов) и готовой продукции (муки, манной крупы, отрубей). Однако зольность является лишь относительным показателем качества зерновых продуктов. В последние годы широкое применение получил показатель белизны муки по цветомеру, что повысило оперативность в оценке ее качества.

§ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗМЕЛЬЧАЮЩИХ МАШИН

На предприятиях мукомольной промышленности измельчающие машины являются основным и наиболее энергоемким видом технологического оборудования.

На рисунке 63 показана классификация измельчающих машин. В вальцовом станке (рис. 63, а) зёрна измельчаются между двумя цилиндрическими вальцами, строго параллельными между собой и вращающимися навстречу друг другу с разной скоростью. Разрушение



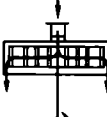
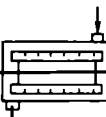
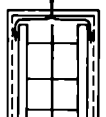
	Вальцовые станки		Роторные машины		
			Энтолейтор	деташер	Бичевые
Рабочий орган					
	а	б	в	г	д
Вальцы	Сжатие и сдвиг	Сжатие (плющение)	Удар	Удар и истирание	Удар и истирание
Скорость вращения вальцов	быстровращающийся вальца 4...8, медленновращающийся вальца 2,4...4,0	б	65 70	10...12	20

Рис. 63. Классификация измельчающих машин

зерен (и их частей) происходит в результате воздействия на них усилий сжатия и сдвига. При одинаковых скоростях валцов (рис. 63, б) происходит сжатие или плющение, которое можно использовать непосредственно перед измельчением.

В энтолейторе (рис. 63, в) осуществляется ударное воздействие на промежуточные продукты размола. Быстровращающийся ротор с втулками обеспечивает интенсивное измельчение высококачественных продуктов за счет многократного ударного воздействия.

Деташер (рис. 63, г) имеет ротор с четырьмя продольными бичами и производит мягкое ударное воздействие на продукты. В результате происходит в основном не измельчение, а разрыхление — разрушение комков, лепешек, что снижает возврат продукта в вальцовые станки (оборот).

В бичевых машинах (рис. 63, д) ротор вращается в неподвижной сетчатой обечайке. Задача этих машин отделить частицы эндосперма от оболочек и раздельно вывести их из машины. Здесь происходит одновременно интенсивное ударное и истирающее воздействие.

§ 4. ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ В ВАЛЬЦОВЫХ СТАНКАХ

Вальцовый станок ЗМ-2 (рис. 64). Он двухсекционный, с автоматической дистанционной системой управления, с автоматическим регулированием производительности, предназначен для измельчения зерна и промежуточных продуктов помола на мукомольных заводах с механическим и пневматическим транспортом.

Настройку валцов на параллельность проводят винтовыми механизмами. Для параллельного сближения валцов служит эксцентрикковый механизм. Твердые посторонние предметы проходят между вальцами благодаря кратковременному увеличению зазора при сжатии пружины амортизатора, установленного под рычагом подвижного вальца. Питающий механизм станка двухвалковый.

Вальцовые станки типа ЗМ-2 выпускают с механическим автоматом отвала и привала нижнего вальца. Автомат обеспечивает выполнение следующих операций: отвал и привал нижнего вальца; выключение и включение вращения питающих валиков; изменение питающего зазора; перемещение секторной заслонки.

Работа вальцовых станков сопровождается световой сигнализацией. В режиме холостого хода станка (при отвале) загораются красные сигнальные лампы, в рабочем режиме — выключены.

Привал валцов, вращение питающих валиков, а также перемещение секторной заслонки выполняются автоматически при наполнении продуктом питающей трубы. Обратные процессы выполняются также автоматически при прекращении поступления продукта в питающую трубу станка. Продукты размола выводятся вниз.

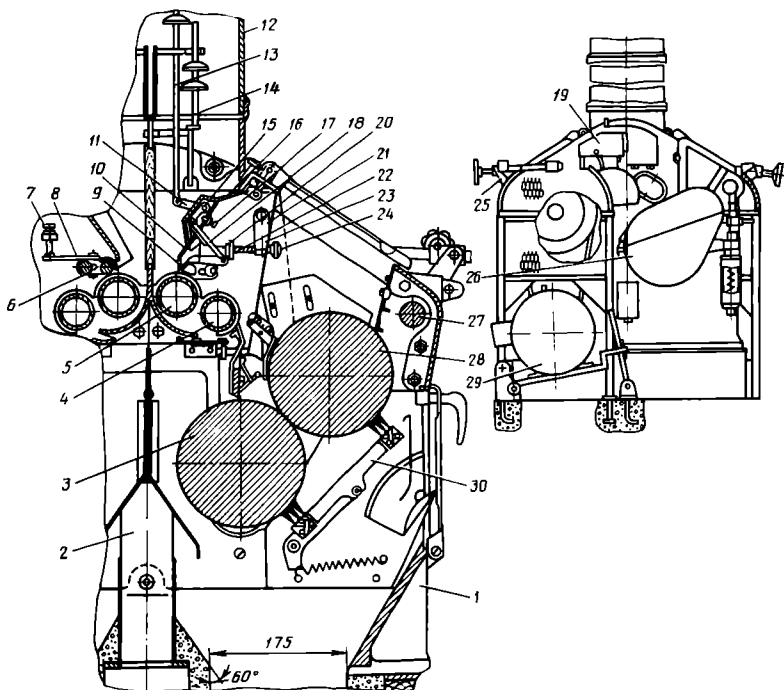


Рис. 64. Валцовый станок ЗМ-2:

1 — станина; 2 — аспирационное устройство; 3 — медленно вращающийся валец; 4 — распределительный валик; 5 — дозирующий валик; 6, 11, 15, 21, 23 — рычаги; 7, 17, 24 — винты; 8 — планка; 9 — секторная заслонка; 10 — пружина; 12 — питающая труба; 13, 14 — датчики питания; 16 — клапан; 18 — тяга; 19 — механизм грубого привала; 20 — серва; 21 — вал; 22 — амортизационная пружина; 25 — механизм настройки и выравнивания подвижного вала; 26 — межвалцовая передача; 27 — эксцентриковый вал; 28 — быстро вращающийся валец; 29 — электропривод; 30 — щетка

Валцовый станок БВ-2. Станок двухсекционный с дистанционной системой управления и автоматическим регулированием производительности. Станок предназначен для измельчения зерна и промежуточных продуктов на мукомольных заводах с пневматическим транспортом. По устройству основных рабочих элементов, кроме устройства выпуска продуктов, станок БВ-2 аналогичен станку ЗМ-2.

Продукты размола из станка выводятся вверх всасывающим пневмотранспортом. Для этого под сборным бункером устанавливают чашу, по центру которой на некотором расстоянии от дна расположена труба (пневмоприемник). Она выведена через центральную

часть станка на крышку, рядом с питающей трубой и связана с системой пневмотранспорта. Половина чаши выполнена выдвижной для устранения завалов.

Вальцовый станок БВ-2, работающий в системе всасывающего пневмотранспорта, может быть установлен на первом этаже.

Вальцовые станки типа А1-БЗН. Выпускают в различных исполнениях, определяющих их использование.

Вальцовые станки А1-БЗН предназначены для использования в комплекте оборудования на новых мукомольных заводах и работают в системе пневмотранспорта. Установлены в группы по четыре и пять машин с общими капотами. Набор станков различных форм исполнения и последовательность их установки в каждой группе регламентированы проектом типового мукомольного завода. Характерно, что электродвигатели этих вальцовых станков установлены на специальной площадке под междуэтажным перекрытием. Измельченный продукт выводится вниз, поэтому станки устанавливают на третьем этаже завода. Вальцовый станок А1-БЗН имеет 21 форму исполнения.

Вальцовый станок А1-БЗ-2Н устанавливают как на вновь строящихся, так и на реконструируемых мукомольных заводах взамен станков ЗМ-2. Станок А1-БЗ-2Н отличается от станка А1-БЗН наличием индивидуальных капотов и возможностью установки электродвигателя на том же перекрытии, где расположен станок, а также под перекрытием на специальной площадке. Станок имеет 39 форм исполнения. Измельченный продукт выводится вниз, поэтому станок устанавливают на втором-третьем этажах. Вальцовые станки А1-БЗ-2Н могут работать в системах механического и пневматического транспорта.

Вальцовый станок А1-БЗ-3Н используют как на вновь строящихся, так и на реконструируемых мукомольных заводах взамен станка БВ-2. Он отличается от описанных выше станков наличием устройства для верхнего зазора измельченного продукта. Это устройство состоит из труб-пневмоприемников для отсоса продукта непосредственно после измельчения из бункеров под вальцами системой всасывающего пневмотранспорта. Вальцовый станок А1-БЗ-2Н имеет 22 формы исполнения.

Вальцовые станки Р6-БЗ-5Н и Р6-БЗ-6Н предназначены для установки соответственно на мукомольных заводах с механическим и пневматическим транспортированием продуктов. По конструктивному исполнению станки аналогичны станкам А1-БЗ-2Н и А1-БЗ-3Н.

Вальцовые станки Р6-БЗ-5Н в отличие от других моделей не имеют водяного охлаждения быстровращающихся вальцов, вальцы применяют сплошные. Станок Р6-БЗ-6Н выпускают в двух вариантах: с охлаждением и без него. В этих станках применен мембран-

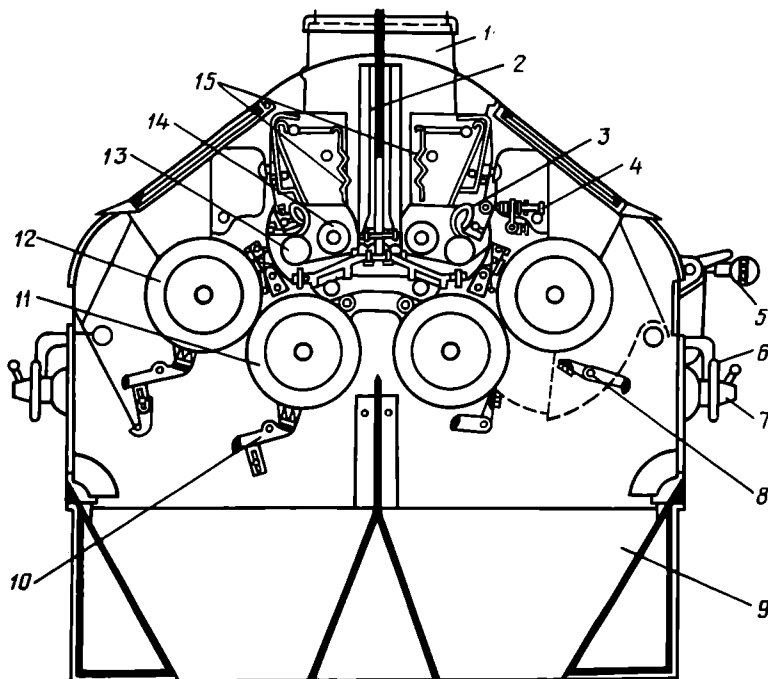


Рис. 65. Вальцовый станок А1-БЗН:

1 – приемная труба; 2 – сигнализатор уровня продукта; 3 – заслонка; 4 – винтовое устройство; 5 – рукоятка; 6 – штурвал; 7 – стопорная головка; 8 – нож-очиститель; 9 – выпускной бункер; 10 – щетка-очиститель; 11 – медленно вращающийся валец; 12 – быстро вращающийся валец; 13 – питающий механизм; 14 – шнек; 15 – шторы-датчики

ный сигнализатор уровня исходного продукта, механизм параллельного сближения вальцов совмещен с установкой рабочего зазора.

Станки Р6-БЗ-5Н и Р6-БЗ-6Н имеют 36 форм исполнения, аналогично исполнениям станков других моделей.

Вальцовый станок А1-БЗН (рис. 65) состоит из следующих основных узлов: мелющих вальцов; привода с межвальцовой передачей, механизмов настройки и параллельного сближения вальцов; системы привала-отвала вальцов; приемно-питающего устройства; станины.

Мелющие вальцы установлены парами в обеих половинках станка. Длина вальца 1000 мм, а номинальный диаметр бочки 250 мм. Масса полного вальца 270 кг, примерно на 30 % меньше сплошного.

Валец представляет собой двухслойную полую цилиндрическую бочку, диаметр внутренней полости которой 158 мм, глубина наружного рабочего слоя 10 мм. С обоих концов бочки запрессованы цапфы.

52. Влажность и степень нагрева измельченных продуктов на мукомольном заводе
Раменского комбината хлебопродуктов при температуре воздуха в помещении 22,5 °С

Система	Удельная нагрузка, кг/(см·сут)	Извлечение, %	Влажность, %		Температура нагрева, °С			Изменение температуры, °С
			исходного продукта	муки	продукта до вальцового станка	продукта после вальцового станка	поверхности вальцов	
I др.	880	31,5	15,9	15,8	18,5	23,1	29,7	4,6
II др.	645	55,0	16,0	—	20,0	24,1	27,1	4,1
III др. круп.	322	34,0	16,4	15,5	19,0	24,3	27,1	5,3
III др. мелк.	267	43,0	16,1	15,2	19,0	23,5	27,5	4,5
IV др. круп.	339	8,0	16,3	15,1	18,5	24,2	29,9	5,7
IV др. мелк.	227	32,0	15,8	15,0	18,5	24,8	26,6	6,3
Сортировочная № 1	—	—	15,8	15,8	—	—	—	—
Сортировочная № 2	—	—	15,7	15,6	—	—	—	—
Виброцентрофугал	—	—	15,7	15,4	—	—	—	—
1-я шл.	187	10,0	15,4	15,2	14,7	20,8	25,8	6,1
2-я шл.	218	38,0	15,6	15,2	14,5	22,8	25,6	8,3
1-я р. круп.	149	21,0	15,5	15,8	14,0	22,0	28,1	8,0
1-я р. мелк.	128	28,8	15,5	15,6	13,5	23,8	26,8	10,3
2-я круп.	103	60,7	15,5	15,2	14,5	23,6	26,4	8,9
2-я р. мелк.	100	54,0	15,4	15,2	16,0	26,3	25,7	10,3
3-я р.с.	53	24,0	15,0	14,5	21,5	24,5	24,8	3,0
4-я "	86	29,0	15,6	15,0	15,5	23,6	28,1	8,1
5-я "	126	31,0	15,3	15,1	18,0	22,8	30,4	4,8
6-я "	95	19,0	15,2	14,7	20,2	24,2	31,0	4,0
7-я "	188	20,0	15,4	15,0	16,0	21,5	30,8	5,5
8-я "	170	21,5	14,8	14,6	20,2	22,5	35,3	2,3
9-я "	202	10,0	14,4	14,1	19,5	23,5	32,5	4,0
10-я "	147	8,4	14,2	14,0	18,8	23,1	24,9	4,3
11-я "	98	13,0	14,0	13,8	18,5	22,5	25,3	3,7
12-я "	78	13,0	13,5	12,2	20,0	24,5	35,5	4,5
Продукты:								
мука (1-й поток)	—	—	—	15,2	21,7	—	—	—
мука (2-й поток)	—	—	—	14,0	19,8	—	—	—
отруби	—	—	—	16,0	19,5	—	—	—

Значительным преимуществом новых станков является наличие водяного охлаждения мелющих валцов, что поддерживает постоянной температуру поверхности валцов, предохраняет продукты измельчения от перегрева и последующего высыхания.

В валцовых станках без водяного охлаждения температура нагрева продукта после прохождения через межвалцовый зазор достигает на некоторых наиболее нагруженных системах $50,0...60,0^{\circ}\text{C}$.

Температура поверхности охлаждаемого вальца не превышает 36°C , а продуктов после измельчения 25°C (табл. 52).

Охлаждение валцов оказывает положительное влияние на технологические показатели помола. Снижение температуры в зоне измельчения предотвращает подсушивание и чрезмерное измельчение оболочек, а также перегрев продуктов размола.

Система охлаждения верхнего быстровращающегося вальца работает следующим образом (рис. 66). Валец 6 охлаждается водой, поступающей через трубку 5, которая введена свободным концом через отверстие в цапфе во внутреннюю полость 7 вальца. Трубка имеет отверстие в торце для разбрызгивания воды во внутреннюю полость вальца. Другой открытый конец трубки жестко соединен с корпусом 1. Внутри корпуса в подводящем водопроводе установлен пробковый кран, регулирующий подачу воды во внутреннюю полость вальца.

Теплая вода отводится через кольцевой зазор между неподвижной трубкой 5 и вращающейся бронзовой втулкой 2. Отрабатанная вода поступает в сливную камеру, отводится в охлаждающее устройство и возвращается в систему рециркуляции. Нагретую воду частично можно

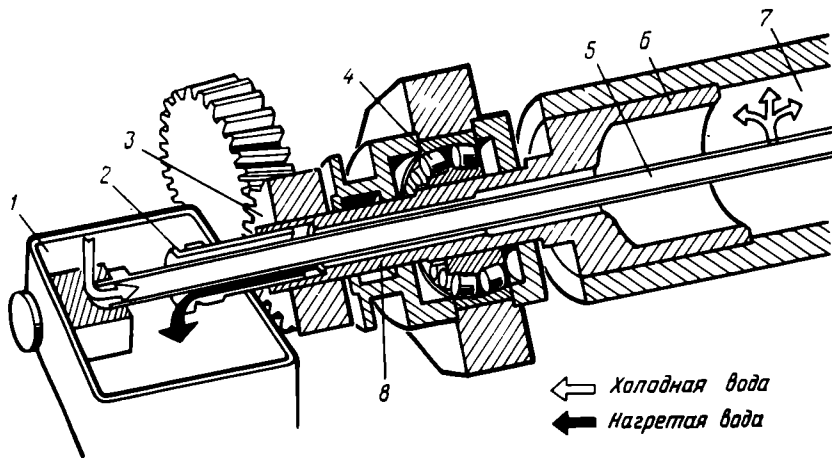


Рис. 66. Устройство охлаждения быстровращающегося вальца:

1 – корпус; 2 – бронзовая втулка; 3 – шестерни межвалцовых передачи; 4 – подшипник; 5 – трубка; 6 – валец; 7 – внутренняя полость вальца; 8 – цапфа

использовать для увлажнения зерна в подготовительном отделении мукомольного завода.

В условиях производства необходимо контролировать температуру нагрева валцов и измельченного продукта. При увеличении температуры продукта после прохождения через валцовый станок более приведенной в таблице 52 необходимо выявить причину нарушения технологического процесса (износ рабочей поверхности валцов, непараллельность валцов, неравномерность заполнения мелющей щели, нарушение в системе охлаждения валцов и др.).

В процессе размола к рабочей поверхности валцов прилипают лепешки измельченных частей зерна. Для очистки рифленых валцов всех систем, кроме I, II драных, 12-й размольной, установлены щетки из полимерного материала, а гладкие валцы очищаются ножами.

Механизм привода станка состоит из привода верхнего валца и межвалцовой передачи. Вращение от электродвигателя передается клиноременной передачей на шкив верхнего быстровращающегося валца.

Межвалцовая передача 5 (рис. 67) представляет собой редуктор, состоящий из двух косозубых шестерен шириной 55 мм. Большая чугунная шестерня и малая стальная установлены соответственно на левых концах цапф нижнего и верхнего валцов. Обе шестерни вращаются в масле, залитом в кожух 7.

Настройка валцов на параллельность производится двумя механизмами винтового типа, сопряженными с механизмом параллельного сближения. При вращении штурвала 6 (см. рис. 65) по часовой стрелке через систему рычагов подвеска тянет корпус подвижного подшипника вверх

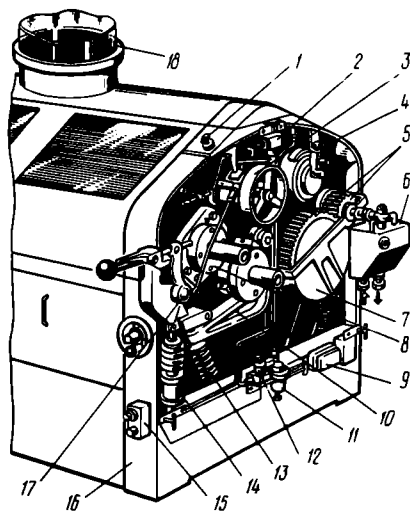


Рис. 67. Механизм валцового станка А1-БЗН:

1 — пневмопереключатель; 2 — преобразователь; 3 — шкив питающего механизма; 4 — рукоятка; 5 — межвалцовая передача; 6 — корпус системы охлаждения; 7 — кожух; 8 — подшипниковый узел; 9 — блок реле; 10 — свободный конец корпуса подшипника; 11 — фильтр; 12 — электромагнитный клапан; 13 — предохранительная пружина; 14 — пневмоцилиндр; 15 — кнопки "Пуск — останов"; 16 — станция; 17 — эксцентриковый вал; 18 — приемная труба

и сближает вальцы на одном конце. При вращении штурвала в обратном направлении подвеска опускается и отводит нижний валец. Стопорной головкой 7 с помощью рукоятки фиксируется установленное положение нижнего вальца.

Максимальное изменение зазора между вальцами с помощью механизма настройки параллельности составляет 4,4 мм. Чувствительность механизма характеризуется изменением зазора за один оборот штурвала и равна 0,22 мм. Если измельчение по длине вальцов неодинаково, вращением штурвалов 6 выравнивают рабочий зазор между вальцами.

Механизм параллельного сближения вальцов предназначен для точной установки рабочего зазора. Требуемый рабочий зазор между вальцами устанавливается вращением рукоятки 5, которая через систему рычагов разворачивает эксцентриковый вал, таким образом соответственно приближается или отходит нижний валец. Максимальное изменение зазора между вальцами механизмом параллельного сближения составляет 1,2 мм, а за один оборот рукоятки — 0,06 мм.

Система привала-отвала вальцов обеспечивает автоматическое и ручное управление этими операциями. В рабочем режиме обеспечивается автоматическое управление привалом-отвалом вальцов. Ручной привал и отвал вальцов выполняются соответственно подъемом и опусканием рукоятки 5 (см. рис. 65).

При попадании в межвальцовый зазор инородных тел размером до 5 мм предохранительная пружина обеспечивает безопасное их прохождение в результате грубого отвала нижнего вальца.

Автоматическое управление привалом-отвалом вальцов включает две схемы: электрическую — измеряющую уровень продукта над питающим механизмом и вырабатывающую соответствующий электрический сигнал управления, и пневматическую — воздействующую через систему рычагов на эксцентриковый вал, который обеспечивает привал-отвал по схеме, рассмотренной выше.

Электрическая схема состоит из сигнализатора (см. рис. 67) уровня продукта, блока реле 9 и электромагнитного клапана 12. Пневматическая схема состоит из воздушного фильтра 11, пневмопереключателя 1 и пневмоцилиндра 14.

Сигнализатор уровня продукта представляет собой пластинчатый или стержневой конденсатор с определенной емкостью. Изменение уровня продукта в приемной трубе станка изменяет емкость конденсатора и соответственно управляющий сигнал, который преобразуется и усиливается в схеме электронного блока. При определенной величине сигнал вызывает замыкание контактов реле.

При уменьшении уровня продукта в приемной трубе до определенного предела управляющий сигнал по величине становится недостаточным для удержания контактов реле в замкнутом состоянии. Клапан перекрывает доступ сжатому воздуху в пневмоцилиндр, поршень со штоком опускается, механизм срабатывает на отвал вальца. При работе

станка в автоматическом режиме возможен отвал вальцов ручным пневмопереключателем 1. Приемно-питающее устройство состоит из приемной трубы, валкового питающего механизма с приводом и заслонкой и системы регулирования подачи продукта.

Приемная труба представляет собой стеклянный цилиндр, установленный горловиной вальцового станка. Приемные трубы вальцовых станков, обслуживающих две различные технологические системы, разделены вертикальной перегородкой, которая обеспечивает автономное питание каждой половины станка. В каждой половине трубы установлен сигнализатор уровня продукта.

Механизм подачи продукта (рис. 68) в зависимости от физико-механических свойств исходного продукта на различных технологических системах имеет семь форм исполнения и включает в различных сочетаниях валковый питатель, редуктор, заслонку и привод.

Питатель выполняют в трех вариантах: дозирующий и промежуточный валки (для I драной системы); дозирующий валок и шнек (для остальных драных систем); дозирующий и распределительный валки (для размольных систем). На поверхности дозирующего валка нанесены продольные рифли. Всего их 50, 30 или 20 в зависимости от технологической схемы. Распределительный валок имеет 50 поперечных рифлей. Шнек выполнен в виде вала с лопастями. Промежуточный валок не имеет нарезки, он изолирован от зоны подачи продукта и выполняет лишь кинематические функции.

Все питатели типа валок со шнеком и двухвалковые для 11-й и 12-й размольных систем имеют редукторы для четырехпозиционного регулирования скоростей дозирующего валка. Скорость вращения валка питающего механизма устанавливают так, чтобы слой продукта был тонким и распределялся по всей его длине.

Заслонка 3 (см. рис. 65) образует с дозирующим валком питаю-

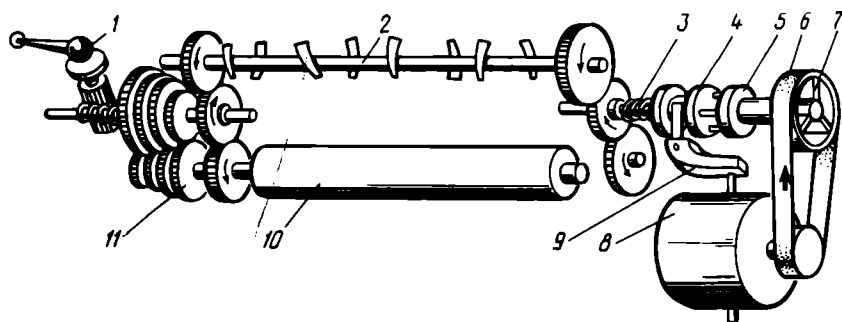


Рис. 68. Механизм подачи продукта:

1 – рукоятка; 2 – шнек; 3 – пружина; 4, 5 – кулачковые полумуфты; 6 – плоскоременная передача; 7 – шкив; 8 – быстровращающийся валец; 9 – тяга с поводком; 10 – валок; 11 – блок шестерен

53. Техническая характеристика вальцовых станков

Показатели	ЗМ-2			БВ-2			А1-БЗН	А1-БЗ-2Н	А1-БЗ-3Н	Р6-БЗ-5Н		Р6-БЗ-6Н	
	250х х1000	250х х800	250х х600	250х х1000	250х х800	250х х600	250х х1000	250х х100	250х х100	250х х100	250х х800	250х х1000	250х х800
Производительность одной половины станка, т/сут	100	80	60	100	80	60	84	84	84	100	80	100	80
Частота вращения быстро- вращающегося вальца, об/мин:													
рифленого	490	490	490	490	490	490	—	420	—	470	—	—	—
гладкого	390	390	390	390	390	390	—	395	—	415	—	—	—
Внутренний диаметр отво- дящих труб пневмоприем- ников, мм	—	—	—	60, 70, 90, 100, 110, 120, 145			—	—	65, 70, 75, 85, 90, 95 100, 130		—	65, 70, 75, 85, 90, 95 110, 130	
Наибольшая мощность электродвигателя привода вальцов одной половины, кВт	22	18,5	15	22	18,5	15	18,5	18,5	18,5	18,5	15	18,5	18,5
Расход воздуха на аспира- цию, м ³ /ч	600	600	480	—	—	—	600	600	—	600	600	—	—
Глубина рабочего слоя вальца, мм	25	25	25	25	25	25	10	10	10	10	10	10	10

Показатели	ЗМ-2			БВ-2			А1-БЗН	А1-БЗ-2Н	А1-БЗ-3Н	Р6-БЗ-5Н		Р6-БЗ-6Н		
	250Х Х1000	250Х Х800	250Х Х600	250Х Х1000	250Х Х800	250Х Х600	250Х Х1000	250Х Х100	250Х Х100	250Х Х100	250Х Х100	250Х Х800	250Х Х1000	250Х Х800
Расход воды на охлаждение валца одной половины, м ³ /ч	—	—	—	—	—	—	—	0,2...0,3		—	—	0,3	0,3	
Габариты (без электродвигателей, капотов, ограждений и питающих труб), мм:														
длина	2218	2018	1618	2218	2018	1818	2030	2030	2030	1700	1500	1850	1650	
ширина	1470	1470	1470	1630	1630	1630	1700	1700	1700	1500	1500	1500	1500	
высота	1390	1390	1390	1580	1580	1580	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	
Масса (без электродвигателей, ограждений, капотов), кг	3350	2950	2550	3650	3250	2850	2650	2650	2650	2650	2420	2650	2480	

*На I драной системе сортового помола пшеницы при извлечении проходом сита № 19 для станков ЗМ-2 и БВ-2 — 25 %, для станков типа А-БЗН — 30 %.

54. Параметры вальцовых станков

Системы	Удельная нагрузка, кг/(см·сут)		Число рифлей на см длины окружности вальцов		Уклон рифлей, %	
	станков ЗМ-2, БВ-2	станков типа А1-БЭН	станков ЗМ-2, БВ-2	станков типа А1-БЭН	станков ЗМ-2, БВ-2	станков типа А1-БЭН
I др.	800...1200	780...905	3,5...4,5	4,1...5,4	4...6	4
II "	600...900	535...810	4,0...5,5	5,4	4...6	4
III "	400...600	205...300	5,0...6,5	7,0...8,6	4...6	6
IV	250...400	180...240	5,5...6,5	9,2...10,2	6...8	6
V	200...300	—	6,5...8,0	—	7...8	—
VI и VII др.	120...150	—	7,5...8,5	—	6...9	—
1-я шл.	300...400	180...250	9,5	—	6...8	—
2-я и 3-я шл.	300...350	180...250	9,0...9,5	—	6...8	—
4-я шл.	200...300	—	10,0	—	6...8	—
5-я и 6-я шл.	—	—	9,5...10,0	—	7...10	—
1, 2, 3, 4 и 5-я р.с.	180...300	80...200	10,0...11,0	—	6...8	—
6, 7, 8, 9 и 10-я р.с.	125...200	80...200	10,0...11,0	—	8...10	—
11-я и 12-я	—	70...120	—	15,3	—	10
Размольные сходовые	140...250	—	10,0	—	8...10	—

ший зазор. Минимальный зазор устанавливают вручную с помощью винтового устройства 4: для драных систем $\sim 0,35$ мм, для размольных — $\sim 0,15$ мм. Автоматическое регулирование питающего зазора каждой половины станка осуществляется с помощью двух шарнирно подвешенных гофрированных шторок-датчиков 15 и системы рычагов. Чем больше поступает в станок продукта, тем больше устанавливается питающий зазор, и наоборот. Для каждой технологической системы устанавливают вручную диапазон автоматического перемещения заслонки с помощью ограничительного винта, что определяет максимальную нагрузку. Привод механизма подачи продукта (см. рис. 68) осуществляется плоскоременной передачей 6 от ступицы шкива привода мелющих валцов.

Станина вальцового станка разборная, выполнена из чугуна. Она состоит из двух боковин, двух продольных стенок и траверсы.

Работа станка начинается с пуска электродвигателя, от которого клиновыми ремнями вращение передается шкиву верхнего вальца, а от него через межвальцовые шестерни — нижнему вальцу. От ступицы шкива верхнего вальца вращение плоским ремнем передается шкиву питающих валков, а от него — ведущей полумуфте кулачковой муфты.

При наполненной продуктом приемной трубе емкостный сигнализатор уровня обеспечивает замыкание цепи электромагнитного клапана, который соединяет магистраль сжатого воздуха с рабочей полостью пневмоцилиндра. При этом поршень поднимет шток вверх, а от него через систему рычагов повернется эксцентриковый вал, который переместит вверх свободные концы корпусов подшипников нижнего вальца, в результате произойдет привал мелющих валцов. Одновременно передается вращение питающим валкам. Под действием массы продукта шторки-датчики через систему рычагов повернут заслонку и через питающий зазор начнет поступать продукт. При прекращении поступления продукта в приемную трубу станка электронная схема разомкнет цепь электромагнитного клапана и через систему рычагов произойдет отвал мелющих валцов.

Техническая характеристика и некоторые параметры вальцовых станков приведены соответственно в таблицах 53 и 54.

§ 5. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ВАЛЬЦОВОМ СТАНКЕ

Эффективность измельчения зерновых продуктов в вальцовых станках определяется типом помола, структурно-механическими и технологическими свойствами зерна, кинематическими и геометрическими параметрами парно работающих валцов и нагрузкой на них.

Тип помола определяет построение и режим систем процесса, а также число циклов обработки. Так, для простых помолов число циклов обработки и измельчающих систем значительно меньше, чем для слож-

ных. При этом под режимом системы понимают количество извлекаемого продукта, характерного для данной системы и оцениваемого величиной общего либо частного извлечения. В принятой на практике терминологии высокий режим измельчения характеризует относительно небольшое извлечение продукта, низкий — максимальное для данной системы. Поэтому для простых помолов применяют более низкие режимы измельчения, чем для сложных многосортных.

Среди показателей, характеризующих структурно-механические и технологические свойства зерна, наибольшее влияние на эффективность процесса измельчения в вальцовых станках оказывают стекловидность и влажность зерновой массы. Стекловидность характеризует консистенцию эндосперма зерна, его структурно-механические и технологические свойства, т. е. поведение зерна в процессе измельчения, его количественные, качественные и энергетические показатели. Зерно с более высокой стекловидностью обладает повышенной прочностью и требует больших энергетических затрат на измельчение.

Влажность зерна также оказывает существенное влияние на эффективность процесса измельчения. Установлено, что с повышением влажности зерна возрастает его сопротивляемость разрушению, соответственно повышается и удельный расход энергии. Это объясняется возрастанием пластичности зерна в целом и его анатомических частей, особенно оболочек и алейронового слоя, значительно сопротивляющихся разрушению.

Повышение влажности зерна с 14 до 18 % снижает выход промежуточных продуктов на крупнообразующих системах, качество их улучшается (снижается зольность) при одновременном росте удельного расхода энергии на измельчение. Учитывая существенное улучшение качества промежуточных продуктов и муки вследствие меньшей дробности оболочек, следует постоянно стремиться к повышению влажности перерабатываемого зерна до возможных пределов, что широко используют передовые предприятия мукомольной промышленности.

Среди факторов, влияющих на эффективность процесса измельчения зерновых продуктов, важное место отводится кинематическим и геометрическим параметрам вальцовых станков. К кинематическим параметрам относят окружные скорости быстро- и медленновращающегося вальцов v_6 и v_m и их отношение $K = v_6/v_m$. К геометрическим параметрам вальцового станка относят следующие: величину межвальцового зазора b ; характер поверхности вальцов — рифленая или микрошероховатая; параметры рифления вальцов — число рифлей на единицу длины окружности вальца p , уклон рифлей γ , профиль рифлей, взаимное расположение рифлей парноработающих вальцов, параметры микрошероховатости; диаметр вальцов D , длину вальцов l .

Окружные скорости вальцов (v_6, v_m). Оказывают основное влияние на характер силового воздействия вальцов на измельчаемый продукт, а также на скорость его обработки в зоне измельчения. Окруж-

ные скорости валцов определяют скорость измельчаемых частиц в рабочей зоне валцов, которую вычисляют по формуле

$$v_{\text{ч}} = \frac{v_{\text{б}} + v_{\text{м}}}{2} \cos \alpha,$$

где α — угол захвата частицы валцами.

В зоне измельчения частица отстаёт от быстровращающегося вальца и обгоняет медленновращающийся, что усиливает воздействие рифлей на частицу. Повышение окружных скоростей быстровращающегося вальца с 4 до 10 м/с увеличивает степень измельчения зерновых продуктов на всех этапах размола. При окружных скоростях более 6 м/с качество измельченных промежуточных продуктов и муки ухудшается (по зольности), а удельный расход энергии возрастает. Особенно заметно качество муки ухудшается на системах, обрабатывающих продукты, содержащие оболочки. Это объясняется тем, что измельченные оболочки попадают в извлекаемые продукты и увеличивают их зольность. Поэтому при сортовых помолах пшеницы окружную скорость быстровращающегося вальца на системах вымола оболочечных продуктов следует устанавливать в пределах 4,5...5 м/с, на остальных системах — 5...6 м/с.

Отношение окружных скоростей $K = v_{\text{б}}/v_{\text{м}}$ валцов. Связано с величиной сдвигающих усилий и соотношением сдвигающих и сжимающих усилий обоих валцов. С увеличением отношения окружных скоростей валцов возрастает силовое воздействие на измельчаемый продукт со стороны обоих валцов, соответственно повышается степень измельчения зерновых продуктов на всех этапах, а зольность извлекаемых продуктов несколько увеличивается, особенно при измельчении продуктов, содержащих значительное количество оболочек. По мере износа рифлей на вальцах размольных систем увеличение отношения скоростей может привести к снижению степени измельчения продуктов.

На основании проведенных исследований рекомендуют следующие отношения окружных скоростей валцов: на первых трех-четырех системах крупобразования 2,5; на системах вымола в драном процессе 1,5 или 2; на системах шлифовочного процесса 1,5; на первых двух-трех размольных системах 2,5; на остальных размольных, сходовых и вымольных системах 1,5...1,25.

Величина межвальцового зазора. При сортовых помолах пшеницы изменяется от 0,05 до 1,0 мм и является одним из основных оперативно-регулируемых параметров процесса измельчения. Величина межвальцового зазора зависит от структурно-механических и технологических свойств зерна, состояния рабочей поверхности валцов, степени износа рифлей, нагрузки на машину. Поэтому величина межвальцового зазора непостоянна даже для одной и той же системы, несмотря на то что величины извлечения определенных продуктов, т. е. режим системы, должны быть стабильны.

Изменение межвальцового зазора влияет на силовое воздействие

частиц в зоне измельчения, поскольку меняются величина и соотношение усилий сдвига и сжатия. При уменьшении межвальцового зазора силовое воздействие на частицы продукта возрастает, степень измельчения увеличивается соответственно, т. е. получают частицы меньших размеров, а зольность их повышается. Исключение составляют системы, обрабатывающие хорошо обогащенные частицы эндосперма, т. е. продукты лучшего качества.

Величину зазора можно измерить при помощи свинцовых пластинок, пропускаемых между вальцами. Толщину пластинки, пропущенной через межвальцовый зазор, измеряют микрометром. Она ориентировочно характеризует величину зазора.

Под режимом работы вальцового станка понимают совокупное сочетание механических, кинематических и технологических параметров каждой системы, при котором достигается заданная степень измельчения зерна или его частей. Режим работы вальцового станка при прочих одинаковых условиях определяется величиной зазора между рабочими вальцами.

Характер рабочей поверхности. Применяют нарезную (рифленую), микрошероховатую и гладкую поверхность. В первом случае на поверхности вальцов под углом к их образующей наносят рифли.

Параметры рифления. Значительно влияют на производительность вальцового станка, выход и качество муки, а также на величину удельного расхода электроэнергии. На характер измельчения продуктов оказывают влияние форма рифлей, величина угла острия и спинки рифлей, их уклон к оси вальца, взаиморасположение рифлей верхнего и нижнего вальца, а также плотность нарезки (число рифлей на 1 см). При длительной эксплуатации существенным фактором становится сохранность (износоустойчивость) рифленой поверхности.

На рисунке 69 показано поперечное сечение рифли. Профиль рифли имеет короткую грань — острое и длинную грань — спинку. Угол между этими гранями θ называется углом заострения рифлей, угол между гранью острия и радиусом вальца, проходящим через вершину рифли, — углом острия α , а угол между этим радиусом и гранью спинки — углом спинки β , сумма углов острия и спинки ($\alpha + \beta$) составляет угол заострения θ . Если через вершину рифли a провести касательную AB к окружности вальца, то угол между этой касательной и гранью острия ($abcd$) будет углом резания.

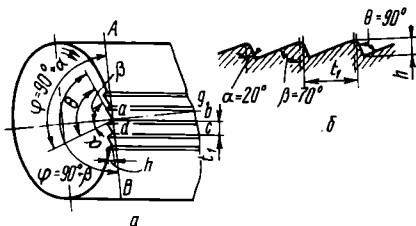


Рис. 69. Форма (а) и профиль (б) рифлей

Расстояние между вершинами соседних рифлей, измеренное по окружности, называется шагом рифлей t_1 . Высотой рифли h называется расстояние между окружностью впадин и окружностью выступов, замеренное по радиусу вальца. Глубину рифлей делают так, чтобы на вершине оставалась площадка с размером для крупных рифлей 0,2 мм и для мелких — 0,1 мм. Площадка повышает стойкость рифлей при эксплуатации.

Число рифлей определяется на 1 см длины окружности вальцов. Применение того или иного числа рифлей на различных системах обуславливается размером, структурно-механическими свойствами и качеством частиц исходного продукта, а также видом помола и требуемой степенью измельчения. Число рифлей выбирают так, чтобы диаметр частицы продукта, поступающего в станок, был больше величины шага рифлей. Число рифлей колеблется от 3,5 до 11 на 1 см длины окружности вальца.

Рифли нарезают под углом к образующей вальца. Уклон рифлей колеблется от 4 до 14 %, увеличиваясь от первых систем к последним. Максимальный уклон 10...14 % используют при сортовых помолах ржи и при обойных помолах. На верхнем и нижнем вальцах нарезают одинаковые по профилю и числу рифли, в одном направлении и с одинаковым уклоном. При встречном вращении вальцов рифли многократно пересекаются. Количество пересечений пропорционально числу рифлей на 1 см длины вальца и их уклону.

Для многосортных помолов пшеницы принята плотность нарезки рифлей $\Pi = 3,5...11$ на 1 см, продольный уклон рифлей $\gamma = 4...10$ %, угол заострения рифлей $\theta = 90...110$ °С при угле острия $\alpha = 30...40$ ° и угле спинки $\beta = 60...70$ °

Уклон рифлей влияет на интенсивность измельчения и качество извлеченных продуктов. С увеличением уклона рифлей больше рекомендуемых величин количество крупок и дунстов уменьшается, а зольность их возрастает.

В зависимости от взаиморасположения граней острия и спинки рифлей парно работающих вальцов в зоне измельчения различают четыре положения. На рисунке 70 показано, как зерно, попав в зону измельчения, поддерживается гранью острия медленно вращающегося вальца (одной стрелкой) и измельчается при ударе по нему гранью острия быстро вращающегося вальца. Такое взаиморасположение рифлей называется "острие по острию" (рис. 70, 1). В соответствии с этим положение 3 называется "острие по спинке", 2 — "спинка по острию", 4 — "спинка по спинке"

Выбор взаиморасположения рифлей определяется видом помола, задачей, стоящей перед системой измельчения, и качеством перерабатываемого зерна. Наиболее эффективное измельчение с получением крупок происходит при взаиморасположении рифлей "острие по острию",



Рис. 70. Четыре варианта взаиморасположения рифлей валцов:

1 – "острие по острию"; 2 – "спинка по острию"; 3 – "острие по спинке"; 4 – "спинка по спинке"

когда разрушение происходит в основном в результате сдвига (скалывания).

Более мягкое воздействие на продукт происходит при расположении рифлей "спинка по спинке". При этом получается большое количество мелких фракций и муки, но увеличивается расход электроэнергии.

При многосортных помолах пшеницы применяют станки с вальцами с микрошероховатой поверхностью, получаемой при обработке на специальном абразивно-матировочном станке при одновременном вращательном и поступательном движении вальца.

Параметры микрошероховатости рабочей поверхности. Определяют по профилограмме и оценивают статистическим отклонением высот неровностей от среднего уровня в мкм. Согласно рекомендуемым режимам обработки валцов параметры шероховатости колеблются в пределах 218...244 мкм.

Применение шероховатых валцов в размольном процессе при правильно выбранных удельных нагрузках обуславливает меньшее измельчение частиц оболочек, обеспечивает необходимое извлечение муки, улучшает ее цвет, снижает зольность, особенно при обработке продуктов второго качества.

По мере износа рифлей вальцы заменяют и направляют в механические мастерские для удаления (шлифования) старых, изношенных рифлей и нарезки новых. Однако при этом уменьшается диаметр валцов, снижается окружная скорость, что постепенно приводит к необходимости их выбраковки.

Наличие в стране большого количества вальцовых станков и их интенсивная эксплуатация на мукомольных заводах потребовали разработки мероприятий по повышению износостойкости валцов. В настоящее время выпускают двухслойные износостойкие вальцы. Глубина рабочего слоя вальца до 10 мм, твердость 70...75 единиц по Шору для рифленых валцов и 65...70 для микрошероховатых. В результате улучшения качества металла срок службы валцов по сравнению с ранее применяемыми увеличился в шесть-семь раз.

Применение износостойких нарезных вальцов позволяет увеличить как общий выход муки, так и выход муки высоких сортов. Еще более эффективно использование таких вальцов с микрошероховатой поверхностью в станках размольных систем, так как при этом снижается интенсивность измельчения оболочек, что приводит к уменьшению зольности муки.

Обеспечение заданных параметров рифленой и микрошероховатой поверхности вальцов — важное условие качества выполнения всех последовательных технологических этапов измельчения зерна. Для каждой технологической системы Правилами рекомендованы: профиль и число рифлей, их взаимное расположение, уклон, а также соответствующие параметры шероховатости.

Одними из основных факторов, влияющих на эффективность работы вальцового станка, являются равномерность зазора между вальцами, качество рифлей, плотность их нарезки и уклон. Для придания правильной геометрической формы рабочей поверхности вальцов перед нарезкой их необходимо тщательно шлифовать. Шлифовку вальцов и нарезку рифлей проводят на специальных шлифовально-рифельных станках. Валец шлифуют при равномерном вращательном движении шлифовального круга и вальца, а также при вращательном и возвратно-поступательном движении вальца вдоль оси. Рифли нарезают при равномерном поступательном движении вальца вдоль оси и одновременном его повороте в режиме рабочего хода на угол, соответствующий продольному уклону рифли. В режиме холостого хода поворачивают валец на угол, соответствующий продольному уклону и шагу рифли. Глубину резания рифлей регулируют поперечной подачей резца, которая определяется шагом рифлей.

Диаметр и длина вальцов. Они оказывают влияние на эффективность процесса измельчения. Эти параметры взаимосвязаны по условиям необходимой жесткости вальцов, т. е. для вальцов определенного диаметра необходимо принимать их длину исходя из минимально допустимого прогиба.

При соблюдении необходимой жесткости диаметр вальцов D следует рассматривать в совокупности с другими факторами, такими как длина вальцов, величины входного a и выходного b мельвальцовых зазоров.

Совокупность значений D , a и b определяет угол захвата частицы вальцами $\alpha \approx 1,4\sqrt{(a-b)/D}$, угол втягивания частицы вальцами $2\alpha \approx 2,8\sqrt{(a-b)/D}$, длину дуги захвата частицы вальцом $l \approx 0,7\sqrt{(a-b)D}$.

Таким образом, угол α увеличивается при увеличении a и уменьшается при увеличении b и D . Аналогично изменяется длина дуги l при изменении этих параметров.

Нагрузка на мелющую линию вальцовых станков. Это — важный фактор, влияющий на эффективность процесса измельчения и производительности измельчителя. Нагрузку на вальцовый станок обычно оце-

нивают количеством продукта, приходящегося на 1 см длины мелющей линии данной системы или всех систем в единицу времени. Под удельной нагрузкой принято понимать массу (кг) продукта, измельчаемого на 1 см длины мелющей линии в сутки или в час. Возрастание удельных нагрузок на вальцовые станки различных систем снижает выход промежуточных продуктов и муки при этом, зольность продуктов увеличивается (табл. 55). Заметно ухудшается качество муки на системах, обрабатывающих продукты второго качества. Это объясняется изменением условий силового нагружения частиц измельчаемого продукта в рабочей зоне вальцов. При повышении удельной нагрузки изменяется соотношение сдвигающих и сжимающих усилий вследствие роста последних, что вызывает повышенный нагрев продукта и появление пластических деформаций.

55. Извлечение и зольность муки при различных удельных нагрузках на вальцовые станки размольных систем

Размольная система	Удельная нагрузка, кг/(см·сут)	Извлечение, %	Зольность, %	Удельный расход электроэнергии, кДж на 1 кг муки
1-я	330	41,8	0,44	39,8
	250	42,2	0,45	37,5
	160	46,0	0,43	38,9
	115	45,0	0,44	36,6
5-я	300	28,7	0,82	61,6
	230	29,5	0,78	56,9
	165	19,5	0,75	57,3
	105	28,5	0,73	53,2
7-я	200	17,0	1,01	98,3
	145	16,8	0,96	95,3
	100	17,3	0,93	85,5
	60	16,6	0,92	92,0
9-я	190	17,0	1,50	112,4
	150	16,7	1,46	100,0
	120	16,8	1,43	96,0
	90	17,3	1,40	91,7

Производительность станка. Это один из важнейших показателей, определяющих технологические и технико-экономические показатели работы завода. Работа вальцовых станков характеризуется производительностью, степенью измельчения зерна и расходом электроэнергии на размол.

Производительность пары вальцов зависит от их длины, зазора между ними, скорости прохождения измельчаемого продукта и его объемной массы, а также от степени использования зоны измельчения.

Производительность половины вальцового станка теоретически можно определить по следующей формуле:

$$Q_m = 3,6 \cdot 10^{-6} b l v_{\text{пр}} \gamma \varphi,$$

где b – зазор между вальцами, мм; l – длина вальца, мм; $v_{\text{пр}}$ – условная средняя скорость продукта в зоне измельчения, м/с; γ – объемная масса продукта, кг/м³; φ – коэффициент заполнения зоны измельчения.

Учитывая, что удельная нагрузка на вальцы всех технологических систем нормируется Правилами, для определения фактической производительности (кг/ч) пары валцов пользуются формулой

$$Q_{\Phi} = q l,$$

где q – удельная нагрузка на единицу длины мелющей линии, кг/(см·ч); l – длина вальца, см.

Для расчета оборудования и общей характеристики процесса измельчения в вальцовых станках вводят нормативный показатель средней удельной нагрузки, который определяется отношением суточной производительности размольного отделения мукомольного завода к общей длине мелющей линии [кг/(см·сут)]

Под длиной вальцовой линии системы следует понимать суммарную длину рабочей части пар валцов (100 или 80 см), обслуживающих данную систему. Общей длиной вальцовой линии считается суммарная длина всех пар валцов, участвующих в технологическом процессе.

Для определения удельной нагрузки на 1 см мелющего зазора станка необходимо иметь специальный сачок с шириной рамки 10 см, секундомер и весы. Сачок подставляют под продукт, идущий из-под мелющих валцов, и в течение 30 с равномерно передвигают его от одного конца валцов до другого и собирают измельченный продукт. Через 30 с отобранный продукт взвешивают, результат умножают на 2880 и делят на 10. Полученная величина показывает нагрузку, в кг на 1 см длины мелющего зазора в сутки. Например, за 30 с с 1-й размольной системы отобрано продукта 1,1 кг. Нагрузка на систему составит $1,1 \cdot 2880 / 10 = 318$ кг/(см·сут).

Ниже приведены удельные нагрузки на вальцовую линию по видам помолов, которые установлены Правилами. Кроме перечисленных факторов, на эффективность работы вальцового станка влияют способы питания, охлаждения, обеспыливания и техническое состояние вальцовых станков.

Рекомендуемые нормы средних удельных нагрузок [кг/(см·сут)] на вальцовые станки типа А1-БЗН:

Сортовые хлебопекарные помолы пшеницы с развитыми схемами	65...75
Макаронный помол	50...65
Обойные помолы пшеницы и ржи	Не более 300

В утвержденной технологической схеме помола каждого предприятия указывают основные параметры вальцовых станков на каждой системе. Эффективность работы вальцового станка предусматривает измельчение продуктов до определенной крупности и получение измель-

ченных продуктов высокого качества. При определенных параметрах работы мелющих валцов (нарезки, скорости вращения, состояния поверхности) эффективность размола зависит от нагрузки на мелющую линию, режима измельчения и стабильности подачи продукта в станок.

Построение процесса измельчения зерна и продуктов его переработки зависит от вида перерабатываемой культуры, ассортимента вырабатываемой продукции и подготовки зерна к переработке. При выработке сортовой муки в процессе измельчения зерна учитывают структурно-механические свойства оболочек и эндосперма. Оболочки должны быть отделены от эндосперма с минимальным их измельчением, что позволит измельчать частицы эндосперма (крупки и дунсты), освобожденные от оболочек.

Процесс размола зерна в сортовую муку должен удовлетворять следующим требованиям:

обеспечение наибольшего извлечения центральной части зерна — эндосперма и доведение его дальнейшим измельчением до определенной крупности; получаемая мука должна содержать минимальное количество частиц оболочек и зародыша; выход муки должен быть не ниже расчетного, установленного для данного вида помола, с учетом качества перерабатываемого зерна;

соблюдение на всех этапах размола установленных для данной помольной партии зерна режимов измельчения; нельзя допускать излишнего дробления оболочек и зародыша;

обеспечение стабильного ведения процесса измельчения на всех системах, так как соблюдение этого требования создает условия для ритмичной работы завода.

§ 6. ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ В БИЧЕВЫХ МАШИНАХ

На мукомольных заводах для обработки сходовых продуктов драных систем и вымола продуктов измельчения с целью максимального отделения оставшихся в них частиц эндосперма широко применяют бичевые вымольные машины ПВМ-3, МБО, А1-БВУ, А1-БВГ.

Пневмобичевая машина ПВМ-3 (рис. 71). Предназначена для использования на мукомольных заводах с внутрицеховым пневматическим транспортом. Машину применяют для дополнительного измельчения продуктов размола после валцовых станков или верхних сходов с рассевов драных систем и последующего сортирования на две фракции. В корпусе машины установлен вертикальный ситовой цилиндр 5, в котором размещен бичевой барабан 3. Над ситовым цилиндром расположена разгрузочная головка 1. Продуктопровод для подачи в машину аэросмеси присоединен к разгрузочной головке. Продукт поступает в разгрузочную головку 1, в которой происходит осаждение аэросмеси под действием центробежных сил. Вращение вала совпадает с направлением поступления аэросмеси, что способствует подаче про-

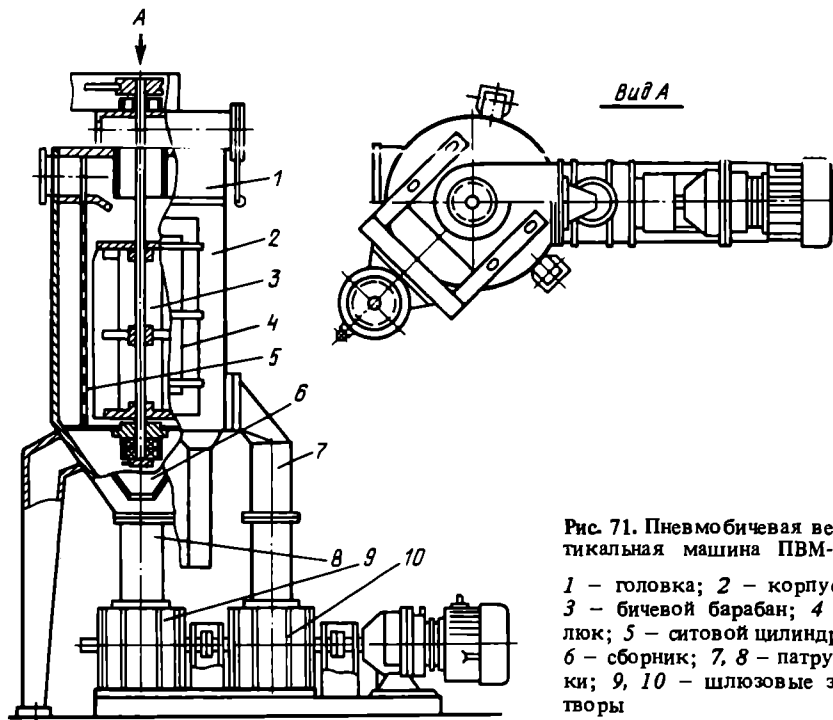


Рис. 71. Пневмобичевая вертикальная машина ПВМ-3:

1 — головка; 2 — корпус;
3 — бичевой барабан; 4 —
люк; 5 — ситовый цилиндр;
6 — сборник; 7, 8 — патруб-
ки; 9, 10 — шлюзовые за-
творы

дукта в кольцевой зазор между бичами и ситовым цилиндром 5. Под действием бичей продукт движется внутри ситового цилиндра по спирали, частично измельчается и разделяется на две фракции. Сходовая фракция, составляющая примерно 50 % от количества поступающего продукта, через патрубок 7 и шлюзовой затвор 10 выводится за пределы машины, а проходовая — через конусный сборник 6 и шлюзовой затвор 9.

Корпус машины герметичен. Воздух в машине движется следующим образом. Из разгрузочной головки одна часть воздуха поступает через кольцевой зазор между спиралеобразной крышкой камеры и валом машины, а вторая часть воздуха — в зазор между ситовым цилиндром 5 и корпусом 2 машины, что способствует прохождению частиц продукта через отверстия ситового цилиндра 5. Далее через отверстия в среднем цилиндре головки воздух возвращается в нее и выводится за пределы машины.

При использовании машины ПВМ-3 на пшеничных односортовых и двухсортовых помолах рекомендуется устанавливать сита со следующими размерами отверстий: на II драной системе 3,0 мм; на III — 2,5;

на IV – 2,0; на V – 1,5 мм. Для ржаных сортовых помолов: на I дра-
ной системе 2,0 мм; на II – 1,5; на III – 1,2 мм.

Особенностью машины ПВМ-3 является совмещение технологиче-
ской операции вымола с функцией циклона-разгрузителя в системе
пневмотранспорта.

**Техническая характеристика пневмобичевой вертикальной
машины ПВМ-3**

Производительность, т/ч	30
Внутренний диаметр ситового барабана, мм	400
Диаметр бичевого барабана, мм	380
Длина бичей, мм	600
Частота вращения бичевого барабана, об/мин	1000
Мощность электродвигателя, кВт	3,0
Габариты, мм:	
длина	1700
ширина	930
высота	2304
Масса, кг	550

Бичевая вымольная машина типа МБО. Бичевая однороторная ма-
шина (рис. 72) предназначена для: предварительного рассортирования
продуктов измельчения зерна после вальцовых станков с целью сниже-
ния нагрузок на рассевы I, II и III дражных систем; дополнительного
отделения остатков эндосперма от оболочек при сортовых помолах пше-

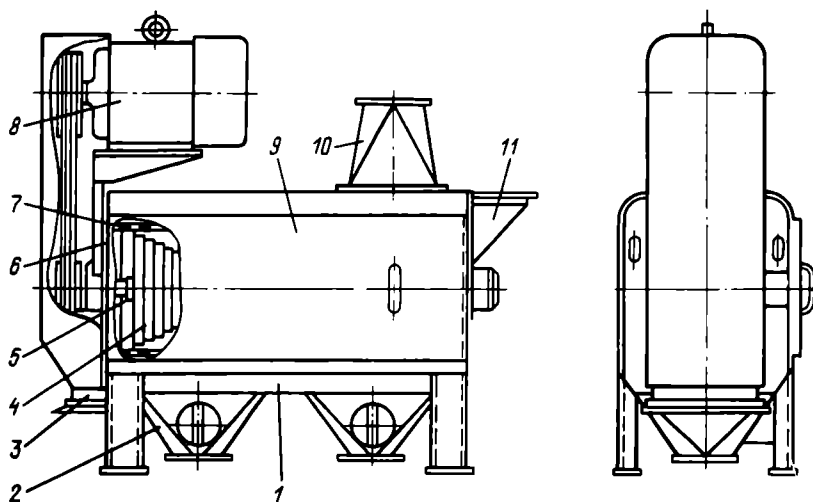


Рис. 72. Бичевая машина типа МБО:

1 – корпус; 2, 3 – выпускные патрубки; 4 – бич; 5 – бичевой ротор; 6 – диск;
7 – ситовый цилиндр; 8 – электродвигатель; 9 – дверки; 10 – патрубок для аспира-
ции; 11 – приемный патрубок

ницы, что снижает нагрузки на вальцовые станки последующих систем. Машину применяют на мукомольных заводах с механическим транспортом. В корпусе машины типа МБО горизонтально расположен бичевой ротор 5 внутри неподвижного ситового цилиндра 7, опорой для которого служат съемные диски 6. Ротор состоит из вала, установленного в подшипниковых опорах, и бичей 4, расположенных по винтовой линии с угловым шагом $10^{\circ}35'$. Ротор приводится во вращение от электродвигателя 8 через клиноременную передачу.

Исходный продукт через приемный патрубок поступает в ситовый цилиндр, подхватывается бичами ротора и равномерно распределяется под действием центробежных сил инерции по поверхности цилиндра. Эндосперм от оболочек отделяется в результате соударения и интенсивного трения частиц между собой и о поверхность цилиндра. Отделившийся эндосперм и частицы оболочек, размер которых меньше размера отверстий сита, просеиваются и удаляются из машины через выпускные патрубки 2, а частицы, не прошедшие через отверстия сита, транспортируются вдоль машины бичами и удаляются через выпускной патрубок 3.

Техническая характеристика бичевых машин типа МБО приведена в таблице 56.

56. Техническая характеристика бичевых машин

Показатели	МБО	МБО-1	МБО-2	МБО-3
Производительность, т/ч	5,0...5,5	4,5...5	3,0...4	2,5...3
Частота вращения ротора, об/мин	1200	1200	1200	1200
Диаметр ротора, мм	330	330	330	330
Число пар бичей на роторе	34	34	34	34
Окружная скорость бичей, м/с	20	20	20	30
Диаметр ситового цилиндра, мм	354	354	354	354
Зазор между ротором и ситовым цилиндром, мм	11	11	11	11
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /с	0,085	0,085	0,085	0,085
Мощность электродвигателя, кВт	5,5	5,5	4,0	4,0
Габариты, мм:				
длина	135	135	135	135
ширина	545	545	545	545
высота	1320	1320	1320	1320
Масса, кг	285	285	275	275

Бичевая вымольная машина А1-БВУ (рис. 73). Машина предназначена для отделения частиц эндосперма от оболочек верхних сходовых продуктов с III драной системы крупной и IV драной системы мелкой при переработке пшеницы в сортовую муку.

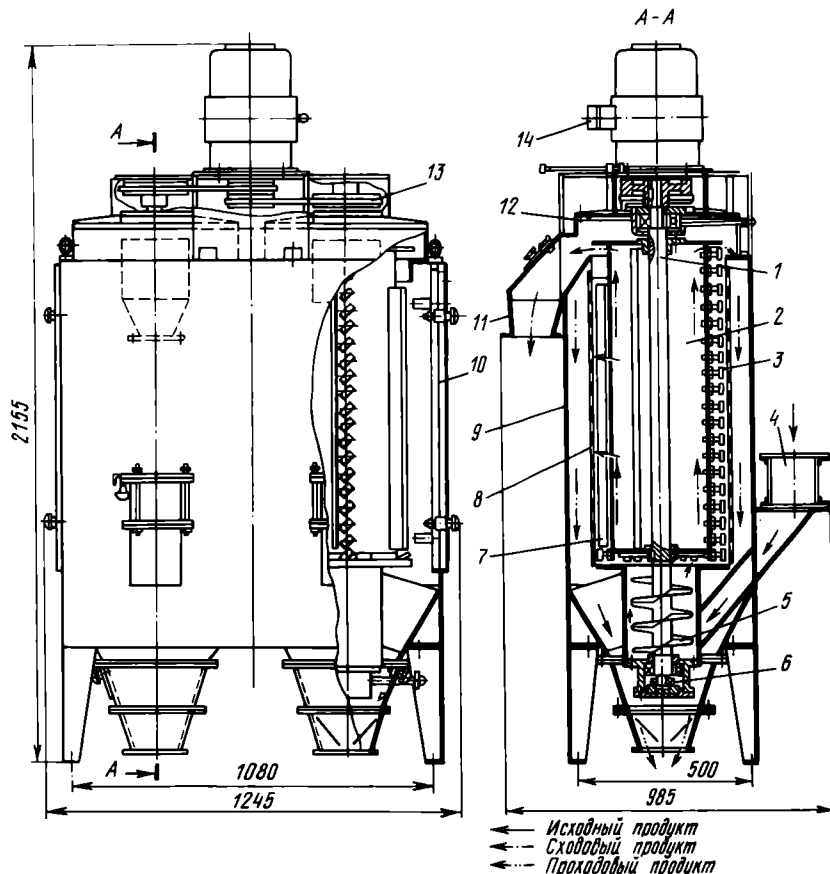


Рис. 73. Бичевая вымольная машина А1-БВУ:

1 – вал; 2 – бичевой барабан; 3 – гонок; 4 – приемный патрубок; 5 – шнек; 6, 12 – нижний и верхний подшипниковые узлы; 7 – бич; 8 – ситовой цилиндр; 9 – корпус; 10 – дверка; 11 – выпускной патрубок; 13 – клиноременная передача; 14 – электродвигатель

Машина состоит из металлического корпуса 9, разделенного на две одинаковые секции. Каждая секция включает неподвижный ситовой цилиндр 8, внутри которого установлен вертикальный бичевой барабан 2, приемный патрубок 4, выпускной патрубок 11 и дверки 10. Бичевой барабан представляет собой пустотелый цилиндр, жестко закрепленный на вертикальном валу 1. На поверхности барабана равномерно по окружности расположены три регулируемых бича 7 и три ряда гонков 3.

В нижней части цилиндра на валу расположен винтовой шнек 5,

служащий для равномерной подачи продукта в рабочую зону между бичевым барабаном и ситовым цилиндром. Бичевой барабан вращается в подшипниковых узлах 6 и 12 от электродвигателя 14 через клиноременную передачу 13.

Принцип работы бичевой вымольной машины заключается в следующем. Исходный продукт через приемный патрубок самотеком поступает в цилиндр и шнеком выводится в рабочую зону. В результате ударного действия вращающихся бичей и угла наклона гонков происходят интенсивное перемешивание, истирание и перемещение исходного продукта по винтовой линии вверх от приема к выходу. При этом отделяются частицы эндосперма от оболочек.

Продукт, полученный сходом с ситового цилиндра, выходит из машины через верхний патрубок, а продукт, просеявшийся через отверстия ситового цилиндра, — через нижний патрубок. Изменением угла наклона и высоты гонков, уменьшением или увеличением зазора между подвижными бичами и внутренней поверхностью ситового цилиндра можно регулировать время пребывания продукта в рабочей зоне и интенсивность вымола отрубянистых продуктов.

Техническая характеристика машины А1-БВУ

Производительность (на обработке верхних сходов с III драной системы), т/ч	2,5
Число приемов	2
Производительность одного приема, т/ч	1,25
Частота вращения бичевого барабана, об/мин	1065
Внутренний диаметр ситового цилиндра, мм	400
Число ситовых цилиндров	2
Общая площадь ситовых цилиндров, м ²	2,2
Диаметр отверстий ситового цилиндра, мм	1,1
Зазор, мм:	
между гонками и ситовым цилиндром	10
между регулируемыми бичами и ситовым цилиндром	10...13
Расход воздуха на аспирацию, м ³ /с	0,11
Мощность электродвигателя, кВт	4
Габариты (без открытых дверей), мм:	
длина	1245
ширина	985
высота	2155
Масса, кг	610

Вымольная машина А1-БВГ. Предназначена для отделения частиц эндосперма от оболочек сходовых фракций драных систем при переработке зерна пшеницы в сортовую муку. Вымольная машина (рис. 74) состоит из следующих основных узлов: подставки, корпуса, приемно-питающего устройства, бичевого ротора, ситового полуцилиндра, привода и выпускных устройств. Приемно-питающее устройство включает приемный патрубок и приемную камеру 5. В ней установлены спаренные клапаны 7, которые позволяют обрабатывать продукт по всей длине или

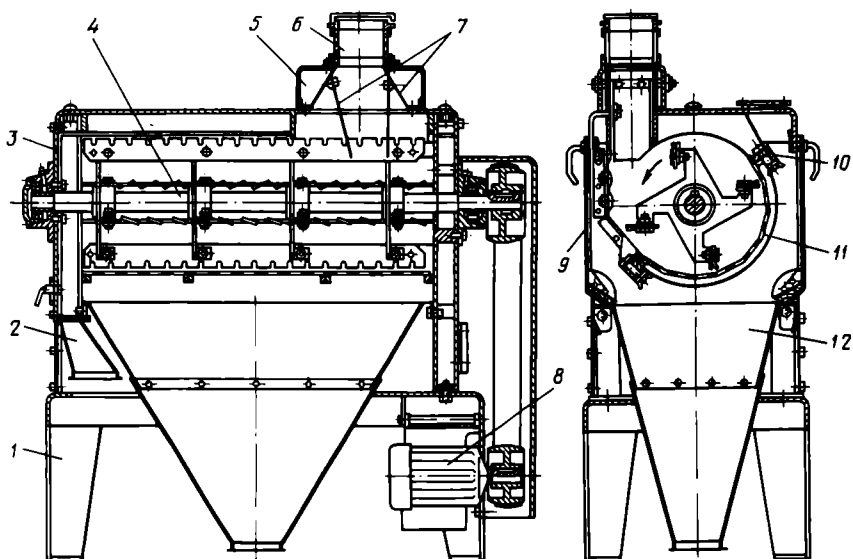


Рис. 74. Вымольная машина А1-БВГ:

1 — подставка; 2, 6 — патрубки; 3 — станина; 4 — бичевой ротор; 5 — приемная камера; 7 — клапаны; 8 — электродвигатель; 9 — дверка; 10 — зажим; 11 — ситовой полуцилиндр; 12 — конус

направлять его только в часть рабочей зоны. Положение клапанов указывается на шкале.

Основным рабочим органом машины служит бичевой ротор 4, который состоит из четырех розеток, насаженных на горизонтальный вал, вращающийся в подшипниковых опорах. К розеткам болтами крепятся четыре продольных бича, которые повернуты относительно оси вала на угол 14° . Бичевой ротор установлен в цилиндрической зоне, ограниченной ситовым полуцилиндром 11 и сплошной обечайкой.

Съемный ситовый полуцилиндр изготовлен из перфорированного нержавеющей стального полотна с круглыми отверстиями. В зависимости от крупности обрабатываемого продукта применяют три вида сит с отверстиями $\phi 0,75$; 1,0; 1,25 мм. Сито крепится к каркасу, состоящему из четырех дюралевых полудуг и трех продольных стальных соединительных планок. Ситовой полуцилиндр крепят к корпусу бичевой машины десятью пружинными зажимами. Для выпуска сходовой фракции — отрубей — использован патрубок 2, а для вывода проходовой фракции — конус 12.

Для обеспечения нормального технологического процесса и обеспыливания машины предусмотрено два варианта аспирации с верхним или нижним отсосом воздуха.

Продукт через патрубок поступает в приемную камеру с регулируемыми спаренными клапанами, которые направляют его в рабочую зону. Здесь вращающиеся бичи подхватывают продукт и отбрасывают его к поверхности многогранного сита. Частицы эндосперма отделяются от отрубей, просеиваются через сито и выводятся из машины через конус 12. Благодаря отогнутым гонкам и наклону бичей относительно оси вала сходовая фракция — отруби — продвигается в осевом направлении и выводится через выпускной патрубок 2.

Техническая характеристика машины А1-БВГ

Производительность, т/ч	0,9...1,6
Диаметр бичевого ротора, мм	415
Частота вращения бичевого ротора, об/мин	1000...1100
Зазор между ротором и поверхностью сита, мм	14
Длина ситового полуцилиндра, мм	1000
Площадь ситовой поверхности, м ²	0,6
Расход воздуха на аспирацию, не более, м ³ /мин	7,2
Мощность электродвигателя, кВт	7,5
Габариты, мм:	
длина	1730
ширина	800
высота	1710
Масса, кг	600

§ 7. ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ В ЭНТОЛЕЙТОРЕ И ДЕТАШЕРЕ

Наряду с основными измельчающими машинами используют вспомогательные машины иного принципа действия. Это машины ударного действия — энтолейтор РЗ-БЭР и деташер А1-БДГ.

Энтолейтор РЗ-БЭР. Предназначен для дополнительного измельчения крупок и дунстов после вальцовых станков с микрошероховатыми вальцами (1...3-й размольных систем). Энтолейтор (рис. 75) представляет собой цельнометаллическую конструкцию и состоит из следующих основных узлов: корпуса, ротора и привода.

Корпус 1 в форме "улитки" изготовлен из серого чугуна. В корпусе энтолейтора установлен патрубок для вывода измельченного продукта. Сверху к корпусу при помощи болтов крепится стальная крышка 5, в центре которой установлен приемный патрубок. В нижней части (днище) корпуса сделаны три отверстия для очистки рабочей камеры от продукта. Корпус с помощью трех опор 8 подвешивают к потолочному перекрытию или крепят к полу.

Внутри корпуса закреплен ротор, который состоит из двух стальных дисков 2 ϕ 430 мм. Между дисками расположены два concentричных ряда втулок 3, по 20 шт. в каждом ряду. Привод энтолейтора осуществляется от электродвигателя 7.

Продукт после измельчения в вальцовом станке поступает в приемный патрубок энтолейтора и попадает через отверстие в верхнем диске

Рис. 75. Энтолейтор РЗ-БЭР:

1 — корпус; 2 — диск; 3 — втулки; 4 — приемный патрубок; 5 — крышка; 6 — выпускной патрубок; 7 — электродвигатель; 8 — опора

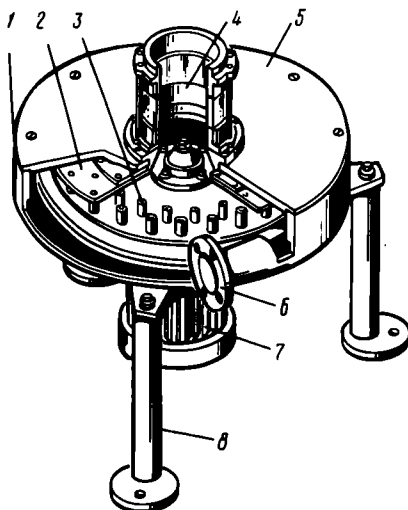
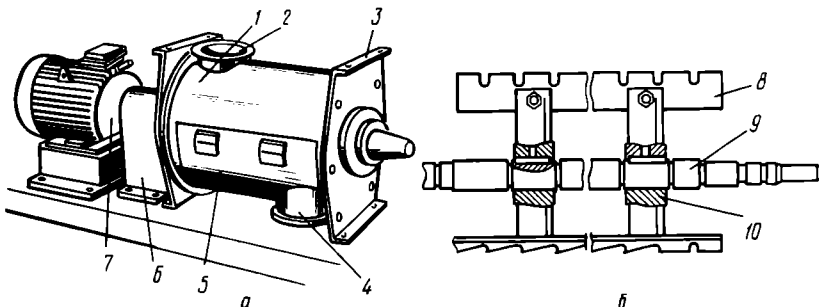


Рис. 76. Деташер А1-БДГ:

а — общий вид; б — бичевой ротор; 1 — корпус; 2 — приемный патрубок; 3 — боковина; 4 — выпускной патрубок; 5 — дверка; 6 — ограждение муфты; 7 — электродвигатель; 8 — бич ротора; 9 — вал ротора; 10 — розетка



ротора в его рабочую камеру. Под действием центробежных сил инерции и воздушного потока продукты размола зерна движутся от центра к периферии ротора. Вследствие многократных ударов о втулки и корпус продукты дополнительно измельчаются, а спрессованные комки разрушаются. Измельченный продукт выводится через патрубок б и поступает в продуктопровод пневмотранспортной сети.

Техническая характеристика энтолейтора РЗ-БЭР

Производительность, т/ч	1,5...2,3
Диаметр ротора, мм	430
Наружный диаметр корпуса, мм	550
Частота вращения ротора, об/мин	3000
Зазор между ротором и корпусом, мм	40
Мощность электродвигателя, кВт	4
Габариты, мм:	
длина	665
ширина	651
высота	539
Масса, кг	130

Деташер А1-БДГ. Он предназначен для измельчения и разрыхления комков промежуточных продуктов после вальцовых станков с шероховатой рабочей поверхностью вальцов. Деташер (рис. 76, а) состоит из следующих основных частей: корпуса, бичевого ротора, приемных и выпускных патрубков и привода.

Цилиндрический корпус 1 сварной конструкции изготовлен из листовой стали. Внутри корпуса по всей длине образующей приварены шесть пластин. В средней части корпуса с противоположных сторон расположены две дверки, которые обеспечивают доступ к ротору или выпуск продукта из корпуса при необходимости.

С торцов к фланцам корпуса крепятся две боковины 3, в которых смонтированы подшипниковые узлы. Боковины деташера взаимозаменяемы и изготовлены с отгибами сверху и снизу для возможности крепления к перекрытию или металлоконструкциям.

Бичевой ротор состоит из вала 9, на котором при помощи шпонок закреплены две розетки 10. На розетках жестко закреплены четыре стальных бича 8. Бичи с рабочей стороны имеют по десять зубьев. Зазор между бичами ротора и корпусом деташера — 4,8...5,6 мм. Ротор вращается в двух сферических шарикоподшипниках.

Технологический процесс обработки продукта в деташере происходит следующим образом. После вальцового станка продукт самотеком, или через систему пневмотранспорта направляется в приемный патрубок и поступает в рабочую зону. Здесь он подхватывается бичами вращающегося ротора, отбрасывается к внутренней поверхности корпуса и постепенно перемещается к выпускному патрубку. Шесть пластинок, приваренных к внутренней поверхности корпуса по всей его длине, обеспечивают торможение продукта, способствуют его разрыхлению и дополнительному измельчению.

Техническая характеристика деташера А1-БДГ

Производительность, т/ч	0,4...0,6
Диаметр цилиндра корпуса, мм	300
Частота вращения бичевого ротора, об/мин	695
Диаметр бичевого ротора, мм	290
Мощность электродвигателя, кВт	1,5
Габариты, мм:	
длина	1040
ширина	338
высота	365
Масса, кг	70

§ 8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Технологическая эффективность работы вальцовых станков. Определяется оптимальным сочетанием трех основных показателей: сте-

пенью измельчения зерна или его частиц, производительностью каждой пары валцов и удельным расходом электроэнергии.

Степень измельчения характеризуется уменьшением крупности частиц. Ее оценивают коэффициентом извлечения. Коэффициент извлечения (%) определяют по формуле

$$U = \frac{d - a}{100 - a},$$

где a – количество проходовой фракции в продукте до валцового станка (недосев), г; d – количество проходовой фракции в продукте после валцового станка, г.

Технологическая эффективность машины А1-БВГ. Характеризуется увеличением зольности сходовой фракции и уменьшением проходовой сравнительно с исходными показателями, а также дополнительным извлечением муки. Режим работы машины по Правилам должен обеспечивать суммарное извлечение муки в количестве 2...6 % от массы продукта, поступающего на I драную систему.

В вымольной машине А1-БВГ при зольности исходного продукта 6,1 % зольность сходовой фракции составила 6,7 %, проходовой – 1,9 %, дополнительное извлечение муки – 6...9 % к исходному продукту.

Эффективность работы бичевых машин зависит от величины рабочего зазора между бичами и ситовой поверхностью, размеров отверстия сит, нагрузки на машину, а также от частоты вращения бичевого ротора.

Размеры отверстий сит, устанавливаемых в машине, зависят от качества и крупности поступающего продукта. Обычно применяют сита с отверстиями размером 0,8...1,5 мм.

В процессе работы необходимо периодически проверять качество сходов, получаемых после бичевых машин, устанавливаемых после IV...VI драных систем, так как их направляют в отруби. Повышенное содержание в них частиц эндосперма может привести к недобору муки. Наличие оболочек в проходе свидетельствует об износе сита.

Абсолютная зольность схода после бичевых машин повышается на 0,6...0,8 % по сравнению с исходным. Содержание эндосперма в сходе уменьшается на 4...6 %.

Технологическая эффективность работы энтолейтора. Оценивается дополнительным извлечением муки, которое должно быть не менее 15 % к системе, где он установлен. Расход электроэнергии на 1 т муки, извлеченной в энтолейторе, не должен превышать 10 кВт·ч.

По данным испытаний энтолейтора после валцового станка 2-й размольной системы, извлечение муки (проход сита № 43) составило 26 %.

Технологическая эффективность работы деташера. Состоит в изменении гранулометрического состава продуктов измельчения и соответственно дополнительном извлечении муки до 15...20 %. В деташерах разрушаются агрегатированные частицы до размеров дунста и муки.

Без этой операции крупные агломераты пошли бы сходом с сита расцева, что привело бы к необходимости их повторной обработки. Таким образом, деташеры способствуют снижению оборота продукта. Извлечение муки, полученной при измельчении продукта в вальцовом станке 1-й шлифовочной системы и деташерах А1-БДГ, составляет 14,0...18,0 %, зольность муки около 0,44 %. Расход электроэнергии на 1 т извлеченной деташером муки 7...10 кВт·ч.

§ 9. ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Процесс измельчения зерна на мукомольных заводах протекает в такой последовательности. Зерно, очищенное от примесей и подготовленное к помолу, поступает в вальцовый станок I драной (крупнообразующей) системы, где дробится вальцами на частицы разных размеров. Измельченная смесь направляется в просеивающую машину — рассев, где она рассортировывается на фракции по крупности и качеству, и каждая фракция поступает для дальнейшей обработки на следующие системы.

Вальцовый станок и рассев, на котором просеивается измельченный в этом станке продукт, представляют единую технологическую систему процесса помола. Поэтому когда говорят о какой-либо системе, то следует понимать, что речь идет одновременно о вальцовом станке и рассее, обслуживающем данный станок. Если на системах происходит дробление зерна и его частиц, то эти системы называют драными или крупнообразующими и обозначают римскими цифрами (I, II, III и т. д.). Если же на них происходит измельчение промежуточных продуктов (крупок и дунстов), то системы называют размольными и обозначают арабскими цифрами (1, 2, 3-я и т. д.).

Процесс размола зерна в муку на мукомольных заводах протекает непрерывно при одновременной работе всего оборудования, т. е. каждая отдельная система работает не изолированно, а в тесной связи и зависимости от других. Поэтому малейшее изменение в работе вальцового станка какой-либо отдельной системы (увеличение или уменьшение количества продукта, поступающего в станок, изменение степени его измельчения и т. п.) постепенно отразится на работе тех систем, куда направляются продукты данной системы.

Неправильное регулирование нагрузки и режима измельчения приводит к тому, что продукты вымалываются плохо и увеличивается количество отрубей за счет невымолотых мучнистых частиц.

Требования, предъявляемые к процессу измельчения, обуславливаются типом помола и заданными показателями выхода и качества муки. В зависимости от этих требований устанавливают режим помола, на который влияют структурно-механические свойства зерна, техническая характеристика измельчающих машин, нагрузка на оборудование и т. д. Степень измельчения в вальцовых станках каждой системы оп-

ределяют органолептически, на основе имеющихся навыков и опыта работы или при помощи ситового анализа.

Наладка режима заключается в регулировании нагрузки на систему и установлении одинакового зазора между вальцами по всей их длине, т. е. сохранении параллельности работающих валцов. При оперативном контроле эффективность работы вальцового станка определяют по извлечению крупок, дунстов и муки в измельченном продукте с учетом недосева этих фракций в исходном продукте и рассчитывают по упрощенной формуле (см. стр. 195). Масса навески для анализа 100 г. Перед контролем режима измельчения необходимо обеспечить параллельную установку мелющих валцов, т. е. равномерное измельчение по всей длине мелющей линии. Комплексным показателем оценки работы вальцовых станков на мукомольном заводе являются выход готовой муки и ее качество.

Энергетические затраты на мукомольных заводах характеризуются удельным расходом электроэнергии (кВт·ч), потребной для выработки 1 т муки. Удельный расход электроэнергии зависит от следующих основных факторов: типа помола, т. е. от крупности вырабатываемой муки (чем крупнее мука, тем меньше расход электроэнергии); протяженности (развитости) технологического процесса; вида зерна и его структурно-механических свойств; влажности перерабатываемого зерна; режима технологического процесса; состояния технологического оборудования; вида внутрицехового транспорта (механический или пневматический).

Рекомендуемые нормы удельного расхода электроэнергии для различных видов помола приведены в таблице 57.

57. Рекомендуемые средние нормы удельного расхода электроэнергии, кВт·ч/т

Виды помолов	Мукомольные заводы	
	с механическим транспортом	с пневматическим транспортом
Хлебопекарные помолы пшеницы:		
односортный 75 %-ный, трехсортные, двухсортные 72–78 %-ные с развитой схемой	65,4	94,5
трехсортные, двухсортные, односортный 75–78 %-ный с сокращенной схемой	60,0	88,0
односортный, двухсортный 85 %-ный	57,2	80,1
обойный 96 %-ный	25,9	36,2
Макаронные помолы:		
двухсортный 75 %-ный	62,0	87,0
трехсортный 78 %-ный		
трехсортный 78 %-ный (мягкой пшеницы)	65,4	94,5

Виды помолов	Мукомольные заводы	
	с механическим транспортом	с пневматическим транспортом
Помолы ржи:		
двухсортный 80 %-ный	65,3	91,5
односортный 87 %-ный	41,3	58,0
ржаной 95 %-ный	28,2	
помолы смесей пшеницы и ржи в обойную муку	26,6...27,3	36,2...38,6

Для снижения расхода электроэнергии на мукомольных заводах с пневматическим транспортом систематически проводится работа в области создания более совершенных конструкций пневматического технологического оборудования, совершенствования технологического процесса, улучшения эксплуатации оборудования, автоматизации управления пневмоустановками и другие мероприятия. Минимальный расход электроэнергии на 1 т вырабатываемой продукции является наиболее убедительным доказательством правильной организации и ведения технологического процесса.

Вопросы для самопроверки. 1. Какие требования предъявляют к процессу измельчения? 2. Назовите машины, участвующие в процессе измельчения. 3. Какие факторы оказывают влияние на процесс измельчения в валцовых станках? 4. Как влияет на показатели измельчения отношение окружных скоростей валцов? 5. В каких пределах изменяется величина межвалцового зазора? 6. Как определяют производительность и извлечение валцовых станков? 7. Какие типы валцовых станков выпускают и каковы основные их различия? 8. Каково основное назначение системы охлаждения валцов? 9. Перечислите последовательно основные операции, начиная с пуска валцового станка до прекращения подачи продукта. 10. Что такое удельная нагрузка на валцовые станки и как она влияет на эффективность процесса измельчения? 11. Что такое режим помола? 12. Как контролируют степень измельчения продукта? 13. Перечислите основные параметры поверхности валцов и укажите их технологическое назначение. 14. Каково назначение бичевых и щеточных машин в технологическом процессе? 15. Где устанавливают бичевые и щеточные машины? 16. Какими показателями характеризуется эффективность работы бичевых машин? 17. Как используют бичевые машины для улучшения условий просеивания измельченного продукта? 18. Для чего предназначен энтолейтор? 19. Расскажите для каких целей используют деташер. 20. Где устанавливают энтолейтор и деташер? 21. Какими показателями характеризуется эффективность работы энтолейтора и деташера? 22. В чем заключается наладка режима измельчения?

СЕПАРИРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА ПО КРУПНОСТИ (ПРОСЕИВАНИЕ)

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ И СТРУКТУРА ПРОЦЕССА СЕПАРИРОВАНИЯ

В процессе измельчения зерна и промежуточных продуктов образуются частицы, которые различаются не только по крупности, но и по содержанию эндосперма (добротности); частицы эндосперма; частицы оболочек (плодовых и семенных); частицы эндосперма, сросшиеся с оболочками; высокодиспергированные (мучнистые) частицы различной крупности, находящиеся в свободном состоянии либо механически удерживаемые на поверхности более крупных частиц. Частицы различаются физико-технологическими свойствами: размерами и плотностью; аэродинамическими свойствами, фрикционными свойствами.

Продукты измельчения зерна рассев разделяет на более однородные фракции. Полученные после рассева продукты измельчения зерна подразделяют на две группы: неизвлекаемые на данной системе — сходовые, которые направляются на последующие системы измельчения, и извлекаемые на данной системе — промежуточные. Сходовые и промежуточные продукты классифицируют на фракции (табл. 58).

Приведенная в таблице 58 классификация относится к многосортным помолам. При простых обойных помолах продукты делят на две фракции: сход и муку. Если зольность крупок и дунстов укладывает-

**58. Классификация промежуточных продуктов и муки,
получаемых при сортовых помолах пшеницы**

Продукты	Крупность		
	Проход через сито, №	Сход с сита, №	Размер частиц, мм
Крупки:			
передирная	1	71**	0,8...1,0
крупная	71 (7)***	120 (12)	0,57...1,0
средняя	120 (12)	160 (17)	0,45...0,56
мелкая	160 (17)	200 (23)	0,31...0,45
Дунсты:			
жесткий	200 (23)	27 (29)	0,28...0,31
мягкий	27 (29)	38 (43)	0,28...0,16
Мука	38; 35	—	Меньше 0,16

*Номера металлических сит. **Номера шелковых сит. ***Номера капроновых сит.

ся в пределы, указанные в таблице, то их обычно относят к продуктам первого качества и используют для выработки муки высшего и первого сортов, если превышает — к продуктам второго качества.

Выход указанных промежуточных продуктов применительно к различным помолам нормируется Правилами. Так, например, для наиболее распространенных многосортных помолов мягкой пшеницы суммарное извлечение промежуточных продуктов на первых трех крупнообразующих системах приведено в таблице 59.

59. Извлечение промежуточных продуктов и муки на первых трех крупнообразующих системах

Продукты измельчения	Средний размер частиц, мм	Стекловидность зерна, %		
		до 40	40...60	более 60
Крупки:				
крупные	1,15	17,0	20,5	23,5
средние	0,60	17,5	19,5	20,5
мелкие	0,40	11,5	10,0	10,0
Дунсты	0,30	16,0	14,0	12,0
Мука	0,17	15,0	13,0	11,0

Основные требования, предъявляемые к процессу сортирования измельченных зерновых продуктов, сводятся к четкости разделения различных фракций по крупности.

Введем следующие понятия:

исходная смесь — смесь измельченных зерновых продуктов, поступающая в рассев для разделения на фракции;

проходовой продукт (проход) — масса частиц, содержащихся в исходной смеси или выделенных из нее, которые по своим размерам (толщине и ширине) меньше размеров отверстий данного сита;

сходовой продукт (сход) — масса частиц, содержащихся в исходной смеси или выделенных из нее, которые по своим размерам (толщине и ширине) больше размеров отверстий данного сита.

Полученные в результате сепарирования фракции по своему составу более однородны, чем исходная смесь. Однородность полученных фракций и характеризует эффективность разделения. При этом, однако, следует помнить, что в производственных условиях невозможно добиться полного выделения прохода из исходной смеси и достигнуть высокой ее однородности.

§ 2. ПРОЦЕСС СЕПАРИРОВАНИЯ В СИТОВОМ КАНАЛЕ РАССЕВА

Основной рабочий элемент рассева — ситовой канал. Он образован горизонтальной поверхностью ситовой ткани, двумя вертикальными продольными и поперечной стенками со стороны поступления продукта.

Канал совершает равномерное круговое поступательное движение. В канал непрерывным потоком поступает исходная смесь продуктов измельчения зерна, образуя на сите слой, толщина которого постепенно убывает от приемной стенки к сходовому концу канала. Перемещение потока вдоль канала обусловлено подпором поступающего продукта. Процесс сепарирования в ситовом канале состоит из одновременно протекающих операций: самосортирования и просеивания. При самосортировании частицы с большей плотностью опускаются вниз и, приближаясь к поверхности сита, проходят через его отверстия.

Большое влияние на интенсивность просеивания оказывает толщина слоя продукта. Наибольшее количество продукта просеивается при толщине слоя 14...20 мм. При меньшей толщине частицы нижнего слоя вследствие ударов о нити сита теряют контакт с ним и вероятность их просеивания уменьшается. При толщине слоя большей, чем оптимальная, снижается интенсивность самосортирования и просеивания проходových частиц. Для лучшего использования поверхности сита в каждом рабочем канале необходимо сочетание условий, обеспечивающих достижение проходowymi частицами поверхности сита в результате самосортирования и просеивания.

Именно поэтому Правила предусматривают различную нагрузку на секции рассева в зависимости от свойств сортируемых продуктов. Так, на секцию рассева ЗРШ-М рекомендуются следующие нагрузки:

Система	Нагрузка, т/сут
1...VI крупнообразующие и вымалывающие (меньшее значение относится к вымалывающим системам):	От 85...95 до 15...20
1...4-я сортировочные	От 20...25 до 15...20
1...4-я шлифовочные	От 30...40 до 25...30
1...9-я размольные	От 35...40 до 15...20

Оптимальную толщину слоя можно установить, изменяя частоту n и радиус R колебаний сита при постоянном значении ускорения: для уменьшения толщины слоя следует уменьшить частоту и соответственно увеличить радиус колебаний, для увеличения толщины — наоборот. Таким образом, эффективность работы каждого сита может быть достигнута при вполне определенном сочетании кинематических параметров n и R , зависящих от загрузки сита и свойств продукта.

§ 3. СИТА

Рабочие органы просеивающих машин — сита. Изготавливают из различных материалов с отверстиями соответствующих размеров и формы. Сита характеризуются следующими параметрами: расстоянием между осями двух соседних нитей, называемым шагом; шириной отверстия в свету; диаметром нити; коэффициентом живого сечения F , который представляет собой отношение площади всех отверстий сита в свету

(так называемое живое сечение) ко всей площади сита и показывает степень полезного использования площади сита.

Для капроновых сит F определяют по формуле

$$F = \frac{B_1 B_2}{(B_2 + d_2)(B_1 + d_1)},$$

где B_1 и B_2 — расстояние между нитями по основе и по утку, мм; d_1 и d_2 — толщина нити по основе и по утку, мм.

Чем больше значение F , тем больше севкость сита, т. е. интенсивность просеивания продукта через определенную величину площади сита в единицу времени, и, следовательно, его производительность.

Металлотканые сита изготавливают из стальной низкоуглеродистой термически обработанной проволоки.

Номер металлотканого сита соответствует размеру стороны отверстия сита. Например, если сторона равна 0,95 мм, то ситовая ткань соответствует № 095.

Капроновые сита почти повсеместно вытеснили применявшиеся раньше шелковые. Они более прочные, обладают большей севкостью, малой гигроскопичностью и значительно дешевле. Капроновые сита изготавливают из монокапроновых нитей. Для сохранения конфигурации ячеек сита покрывают специальной эмульсией и подвергают термической обработке при температуре 140 °С. Эмульсия, превращаясь в пленку, склеивает стыки основы и утка. Однако прочность клеевых соединений нитей недостаточна, и при натяжении сит на раму ячейки иногда деформируются. К недостаткам капроновых сит следует отнести также потерю эластичности нитей под воздействием света, кислорода воздуха и тепла. Капроновые сита могут быть крупочными (для сортирования крупок и дунстов) и мучными (для высева муки).

В последние годы широко применяют новые металлические и полиамидные ситовые ткани. Установлено, что точность и прочность этих тканей значительно выше ранее выпускавшихся. Для крупочных и дунстовых сит, например, эти показатели в 2,5 раза, а для мучных сит в 1,5...2,5 раза выше аналогичных показателей капроновых тканей. Средний срок службы новых сит больше примерно в 1,3...1,7 раза.

§ 4. РАССЕВЫ

В результате измельчения зерновых продуктов на различных этапах технологического процесса образуется неоднородная смесь, которую необходимо разделить на фракции. Для сортирования смеси промежуточных продуктов измельчения по крупности и качеству на мукомольных заводах применяют рассевы и вибрационные центрофугалы. Для достижения максимальной эффективности разделения подбирают соответствующие технологические схемы сортирования этих продуктов отличающихся по крупности, добротности и другим показателям.

Технологические схемы сортирования представляют собой определенную последовательность движения сортируемых продуктов по ситам отсева.

Сита в отсевах обычно komponуют в группы, каждая из которых имеет свое назначение. Движение продукта по ситам в группе может быть параллельным, последовательным или комбинированным. При параллельном движении сортируемый продукт поступает сразу на несколько сит данной группы и сортируется параллельными потоками. При этом размеры отверстий сит в группе одинаковы. При последовательном движении продукт поступает с первого сита на второе и т. д. Размеры отверстий сита в этом случае, как правило, убывают, но встречаются схемы и с ситами с отверстиями одинаковых размеров. Соединение двух указанных схем движения продукта в одной группе сит называют комбинированным.

Каждая группа сит, сортируя продукт, разделяет его на две фракции — сход и проход — и в соответствии со своим назначением выводит из отсева одну фракцию, а вторую направляет на следующую группу сит для дальнейшего сортирования.

Передача фракции сортируемого продукта с одной группы сит на последующую происходит по двум схемам — сортирование проходами и сортирование сходами. При сортировании проходами размеры отверстий сит последующей группы по отношению к первой убывают. При сортировании сходами размеры отверстий сит последующей группы возрастают. Таким образом, существующие схемы сортирования различных продуктов дают возможность, сочетая разные варианты, создавать определенные схемы отсевов для различных этапов технологического процесса сортовых помолов зерна.

В настоящее время широкое распространение получили отсевы шкафного типа. Промышленность осуществляет выпуск отсевов ЗРШ4-4М, ЗРШ6-4М, а также отсевов, входящих в комплект высокопроизводительного оборудования, РЗ-БРБ, РЗ-БРВ.

Отсевы ЗРШ4-4М и ЗРШ6-4М. Конструкции отсевов ЗРШ4-4М и ЗРШ6-4М отличаются высокой эффективностью сортирования и обеспечивают возможность индивидуального подбора технологических схем для систем путем перераспределения ситовых рамок последних групп или перестановки съемных элементов.

Отсев ЗРШ4-4М (рис. 77) четырехприемный состоит из корпуса в виде шкафа, подвешенного на четырех подвесках 4 к раме потолочного перекрытия производственного помещения. Над корпусом отсева установлены приемные устройства. Под корпусом на полу установлен блок выпускных рукавов 16 и патрубков 17.

Шкаф отсева (рис. 78) состоит из несущей рамы 10, в которой крепятся каркасы четырех секций 7, днище 12, крышка 2, обшивка. Каждая секция отсева закрывается снаружи дверями, а с противоположной стороны — распределительными коробками 6, 9, 11.

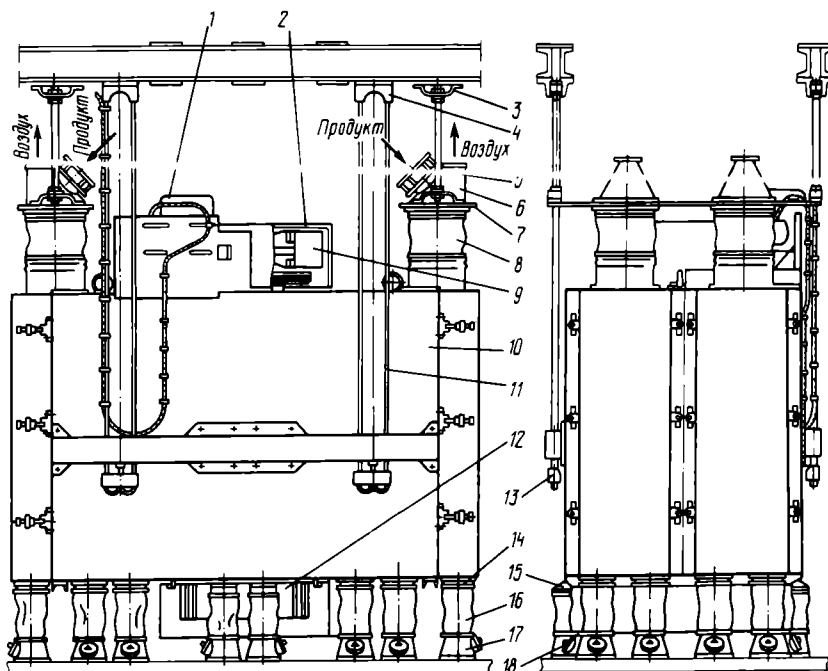


Рис. 77. Рассев ЗРШ4-4М:

1 — электродвигатель; 2, 12 — ограждения; 3 — державка; 4 — подвеска; 5 — валик-штанга; 6 — приемная коробка; 7 — приемная доска; 8, 16 — рукава; 9 — дебалансный колебатель; 10 — шкаф; 11 — канат; 13 — замок; 14, 15, 17 — патрубки; 18 — крышка

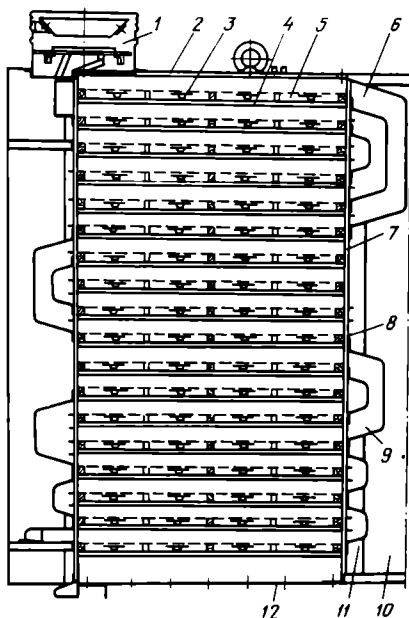


Рис. 78. Шкаф рассева ЗРШ4-4М:

1 — питатель; 2 — крышка; 3 — очиститель; 4 — поддон; 5 — ситовая рама; 6, 9, 11 — перепускные коробки; 7 — каркас секции; 8 — стенка; 10 — несущая рама; 12 — днище

В секциях установлены по 18 ситовых рам 5 с поддонами 4. Сита очищаются очистителями 3.

Ситовые рамы изготавливают из деревянных брусков, которые образуют четыре ячейки. В ячейки рамы вставляют вкладыши, представляющие собой коробку с перфорированным дном. Боковины коробки не имеют отверстий и служат для защиты деревянных частей рамы от износа их очистителями. Вкладыши лапками вставляют в прорези поперечных брусков рамы. Очистители сит вставляют во вкладыши перед набивкой сит на мукомольном заводе.

Поддоны ситовых рам двух исполнений: односкатные и двухскатные. Односкатные поддоны имеют боковые окна с одной стороны, двухскатные — с обеих сторон. Дверь отсева состоит из корпуса с перепускными коробками для передачи сходовых фракций с одного сита на другое в соответствии со схемой.

Наборы перепускных коробок и стенок соответствуют определенным функциональным схемам. Они служат для формирования потоков различных фракций продукта, получаемых в результате просеивания на ситах отсева. Коробки и стенки любой двери взаимозаменяемы и могут быть установлены в любой секции.

Привод отсева осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу и балансирующий механизм. Изменение частоты колебаний ситового корпуса осуществляется установкой сменного шкива соответствующего диаметра на электродвигателе. В комплекте отсева имеется два шкива ϕ 145 и 160 мм. Радиус траектории колебаний отсева изменяют за счет массы сменных грузов балансирующего механизма.

Исходный продукт из приемных коробок попадает в питатели, которые распределяют его на три потока, каждый из них поступает на ситовую раму. При движении продукта по ситам, совершающим круговое поступательное движение в горизонтальной плоскости, происходит сортирование продукта по размерам частиц. Движение продуктов, получаемых в результате сортирования, обусловлено технологической схемой. Фракции продукта выводятся из корпуса через выпускные патрубки.

Секция отсева может быть изготовлена по одной из четырех технологических схем (схемы № 1, 2, 3, 4), обеспечивающих сортирование всех промежуточных продуктов при сортовом и обойном помолах.

В зависимости от порядка расположения секций определенных технологических схем отсева изготавливают в семи основных исполнениях. Кроме того, по заказу потребителей завод-изготовитель может дополнительно поставить комплект сменных частей, установка которых дает возможность получить требуемое исполнение отсева.

Техническая характеристика отсева ЗРШ4-4М приведена в таблице 60.

Рассев ЗРШ6-4М (рис. 79) в отличие от рассмотренного выше имеет шесть секций. Приемно-распределительные и выпускные устройства рас-

60. Техническая характеристика рассевов

Показатели	ЗРШ4-4М	ЗРШ6-4М	РЗ-БРБ	РЗ-БРВ
Средняя удельная нагрузка, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$	—	—	1330	1330
Техническая производительность на I драной системе, т/ч	15,6	23,5	—	—
Число секций (приемов)	4	6	6	4
Размеры ситовых рам, мм	400×800	400×800	404×680	404×680
Общая полезная площадь сит, м^2	18	27	28,2	18,8
Радиус круговых колебаний, мм	47±2 и 40±2	47±2 и 40±2	41±1	41±1
Частота круговых колебаний, об/мин	220; 240	220; 240	220	220
Расход воздуха на аспирацию, $\text{м}^3/\text{ч}$	720...1020	960...1440	—	—
Мощность электродвигателя, кВт	4	4	4	3
Габариты, мм:				
длина	2430	3090	3730	2770
ширина	1440	2020	1085	1085
высота до приемной доски	2370	2370	2760	2760
Масса, кг	1920	3050	3200	2600

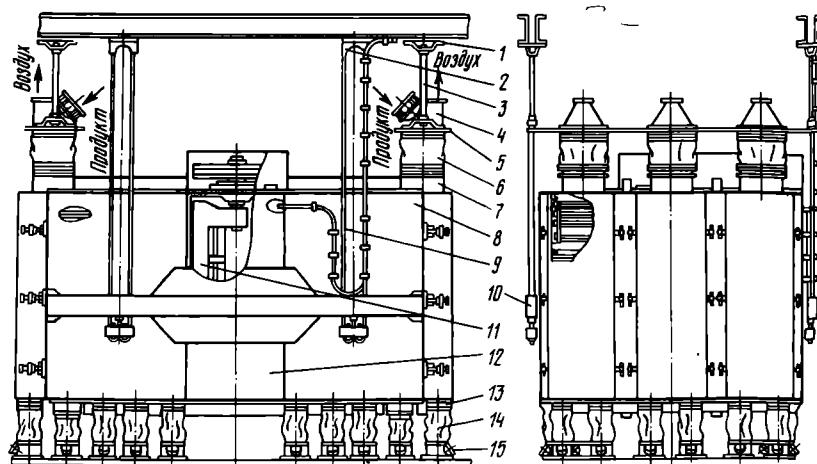


Рис. 79. Рассев ЗРШ6-4М:

1 — державка; 2 — подвеска; 3 — валик-штанга; 4 — приемная коробка; 5 — приемная дока; 6 — приемный рукав; 7 — приемный патрубок; 8 — ситовой корпус; 9 — канат; 10 — замок; 11 — дебалансный колебатель; 12 — ограждение; 13 — вы пускной патрубок; 14 — рукав; 15 — напольный патрубок

сева ЗРШ6-4М, а также конструкции секций аналогичны рассеvu ЗРШ4-4М, а привод имеет некоторые отличия.

В зависимости от порядка расположения секций определенных технологических схем в ситовом корпусе рассев можно изготавливать в двадцати исполнениях. Кроме основных исполнений с помощью комплектов сменных частей получают требуемое исполнение рассева, так же как и в рассеве ЗРШ4-4М.

Рассевы РЗ-БРБ и РЗ-БРВ. Рассевы выпускают в двух модификациях: шестиприемный РЗ-БРБ, предназначенный для разделения продуктов измельчения зерна, и четырехприемный РЗ-БРВ — для контроля муки.

Рассев РЗ-БРБ шестиприемный представляет собой сборную конструкцию шкафного типа. Он состоит из следующих основных узлов: корпуса с двумя каркасами, дверей, ситовых рам, приемных и выпускных устройств, балансирующего механизма с приводом.

Корпус шестиприемного рассева (рис. 80) представляет собой стальную конструкцию, в которой смонтированы два каркаса 13. Между каркасами в центральной части корпуса установлен балансирующий механизм 2. Корпус состоит из основания 7, крышки 3 и вертикальных стенок 12. К внешним стенкам корпуса крепятся кронштейны 14 для зажима гибких подвесок 15 из морского камыша. Корпус рассева подвешен к потолочному креплению междуэтажного перекрытия.

Каркас 13 рассева представляет собой неразборную деревянную конструкцию. Причем левый каркас является зеркальным отражением правого и состоит из тех же сборочных узлов и деталей. Каждый каркас состоит из четырех вертикальных стенок 16, образующих остов трех секций.

Соединение стенок в нижней части каркаса зависит от его технологического назначения и имеет различные формы исполнения. Отличие их заключается также в конструкции днищ и установке перемычек. В каждой секции к вертикальным брусам с одинаковым шагом прикреплены направляющие 5 для ситовых рам с поддонами. В зависимости от сочетания форм исполнения каркасов, лючков и заглушек в днище и коробов в верхней части каждой секции шестиприемного рассева имеет 12 модификаций.

Двери (рис. 81) закрывают каждую секцию рассева с обеих сторон и выполняют важную технологическую функцию — распределение фракций по ситам в соответствии со схемой их обработки. Нижняя часть корпуса дверей имеет различные исполнения, отличающиеся установкой лотков 9, перемычек 6 и заглушек 4, 7. Каждая дверь шарнирно подвешена к каркасу рассева и запирается винтовыми замками.

Внутри корпуса двери установлены съемные элементы: лотки 9 и заглушки 4, 7, с помощью которых в дверях образуются перепускные каналы 10 для передачи выходных фракций с одних сит на другие по технологической схеме и вывода их из рассева. Ситовые рамы служат основными рабочими органами рассева, их устанавливают в соответствии с технологической схемой.

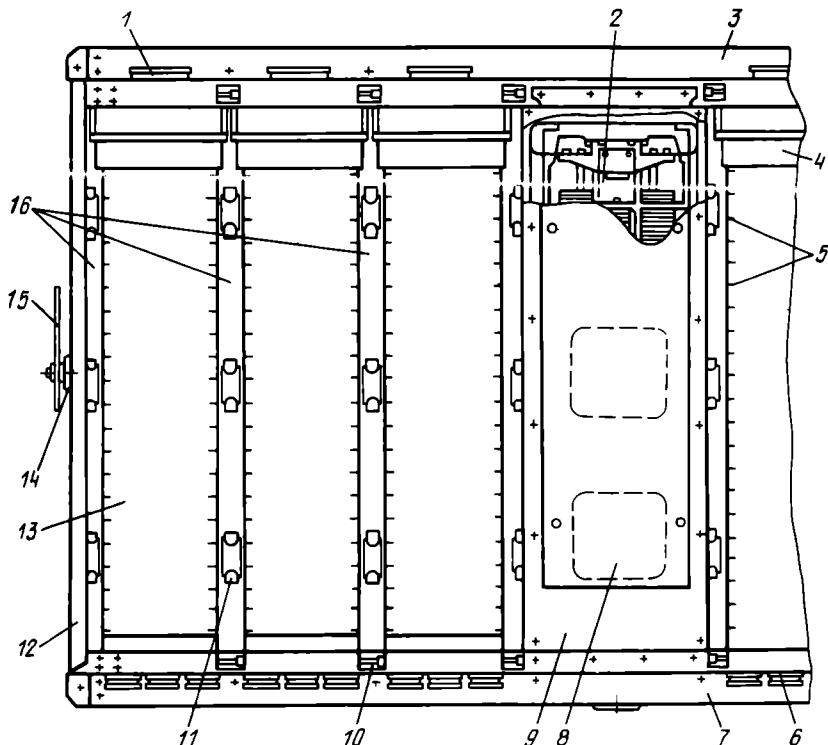


Рис. 80. Корпус сита:

1 — приемный патрубкок; 2 — балансирный механизм; 3 — крышка корпуса; 4 — питающий короб; 5 — направляющая для ситовых рам; 6 — выпускной патрубкок; 7 — основание корпуса; 8 — крышка панели; 9 — панель; 10, 14 — кронштейны; 11 — петля для дверей; 12 — стенка; 13 — каркас; 15 — подвеска; 16 — стенки каркаса

В каждой секции сита установлены 22 ситовые рамы с поддонами. Рама представляет собой деревянный каркас, состоящий из трех секций. Размеры всех рам одинаковы. Сверху к деревянному каркасу рамы металлическими скобками крепится сито, окаймленное по периметру хлопчатобумажной тесьмой. В ситах для сепарирования всех продуктов, кроме муки, применяют металлотканые сита, а для высеивания муки — капроновые. К нижней части рам крепится поддон из металлотканой сетки с отверстиями 10 × 10 мм.

Для очистки сита в каждую из трех секций рам помещен инерционный очиститель из прямоугольной текстильной пластины с металлической кнопкой в центре. Каждый очиститель движется по сетчатому поддону кнопкой вниз и очищает сито маховыми краями. По мере износа

Рис. 81. Дверь отсева:

1 — корпус; 2 — панель; 3 — бугель; 4, 7 — заглушки; 5 — штырь; 6 — перемычка; 8 — кронштейны; 9 — лоток; 10 — перепускной канал

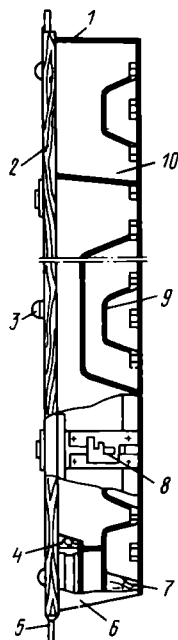
пластина постепенно уменьшается и очиститель подлежит замене. Срок службы очистителей — не менее 1 года.

На верхнюю часть рамы устанавливают поддон для вышележащей рамы. Поддоны предназначены для сбора и транспортирования проходов сит на другие рамы в соответствии с технологической схемой. Все поддоны имеют одинаковые габариты, но в зависимости от места в схеме отсева различаются по конструктивному исполнению, обеспечивая выход фракции на одну или две стороны. На поддоне установлен один пластмассовый инерционный побудитель для ускорения вывода проходовой фракции. Вертикальные брусья каркаса отсева вместе с рамами и поддонами образуют в секциях шкафа вертикальные каналы для проходных фракций. В зависимости от технологической схемы отсева эти каналы перекрыты по высоте специальными съемными элементами.

Привод отсева предназначен для передачи вращательного движения от электродвигателя ротору балансирующего механизма. Вращательное движение передается от вала привода к валу ротора балансирующего механизма посредством жесткой эксцентриковой муфты. Расстояние между осями валов (эксцентриситет) определяет радиус траектории колебаний отсева. Осев имеет постоянный радиус траектории круговых колебаний. При работе отсева под нагрузкой радиус снижается на 3,0...3,5 мм.

Ротор представляет собой чугунную отливку с вертикальными стенками и ребрами, образующими три сектора. Секторы разделены на горизонтальные секции. В середине секции залит свинец — постоянный груз — дебаланс, а в верхних и нижних секциях на шпильках установлены съемные пластины, которые предназначены для балансировки отсева.

Устройство основных узлов отсева РЗ-БРВ аналогично устройству в шестиприемном отсеве РЗ-БРБ. Различие обусловлено числом секций. Конструкция привода, балансирующего механизма, дверей, ситовых рам с очистителями и поддонов не имеет принципиальных отличий. Техническая характеристика отсевов РЗ-БРБ и РЗ-БРВ приведена в таблице 60.



Для сортирования продуктов в соответствии с приведенной классификацией в рассевах применяют набор сит, устанавливаемых с учетом схем движения по ним измельченного продукта. В основе технологических схем рассевов лежит принцип соединения сит в группы с последовательным или параллельным поступлением на них продуктов. Кроме того, каждая схема отличается числом проходов, сходов и сит.

Технологические схемы рассевов ЗРШ4-4М и ЗРШ6-4М. Секции рассевов изготавливают по одной из четырех технологических схем (рис. 82).

По схемам № 1, 2, 3, 4 комплектуют рассевы ЗРШ4-4М, по схемам № 1, 2, 3 — рассевы ЗРШ6-4М. Каждая секция рассевов ЗРШ4-4М, ЗРШ6-4М имеет 18 ситовых рам и просеивающую поверхность $4,5 \text{ м}^2$. Ситовая поверхность четырехсекционного рассева ЗРШ4-4М равна $18,0 \text{ м}^2$, а шестисекционного рассева ЗРШ6-4М — $27,0 \text{ м}^2$.

С х е м ы № 1 и 2. Они состоят из четырех групп сит. Число сит в первой группе — шесть, в остальных группах по четыре. При сепарировании продукта в рассеве со схемой № 1 получают пять промежуточных фракций, со схемой № 2 — четыре промежуточные фракции.

С х е м ы № 3 и 4. Они состоят из двух групп сит. Число сит в первой группе — двенадцать, во второй — четыре. В результате сепарирования продукта получают три промежуточные фракции.

Конструкции рассева обеспечивают возможность изменения типовых схем путем замены и перестановки элементов дверей и распределительных коробок, перестановкой перекрыш в боковых каналах и поворотом ситовых рам с поддонами на 180° .

Схема № 1 предназначена для сепарирования продуктов I...IV дра-

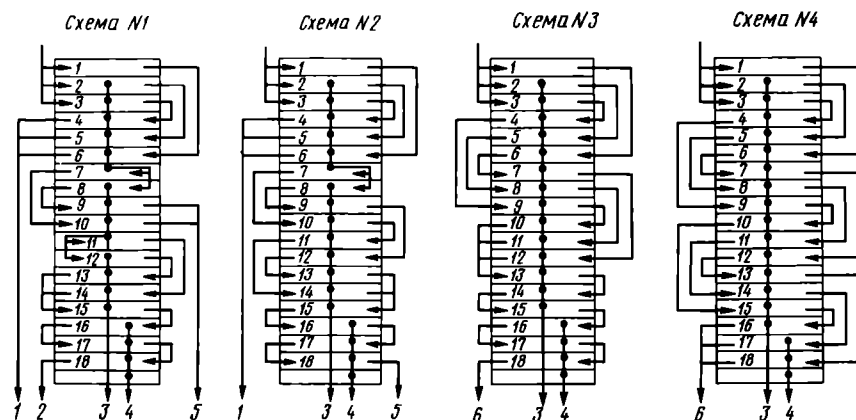


Рис. 82. Схемы секций ЗРШ6-4М:

1 — 1-й сход; 2 — 2-й сход; 3 — 1-й проход; 4 — 2-й проход; 5 — 2-й сход; 6 — сход

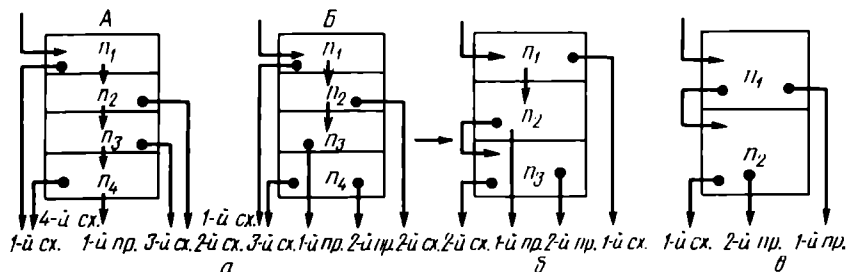


Рис. 83. Классификация технологических схем рассевов:

а – I тип; *б* – II тип; *в* – III тип; *n* – группа сит

ных крупных, 1-й и 2-й шлифовочных систем. Схема № 2 служит для сепарирования продуктов последних драных, сортировочных и размольных (1...10-й) систем, а также вымольных, сходовых систем и 3-й, 4-й шлифовочных систем.

Схема № 3 предназначена для контроля муки. Схема № 4 предназначена для разделения продуктов при обойных помолах ржи и пшеницы.

Ситовые рамы и поддоны во всех группах имеют одинаковую высоту, что обеспечивает простоту эксплуатации машин.

Технологические схемы рассевов РЗ-БРБ и РЗ-БРВ. Они имеют три типа технологических схем. Технологические схемы I типа (рис. 83, *а*) имеют четыре группы сит. Они предназначены для получения четырех сходовых и одной проходовой фракции (I тип, *А*), а также трех сходовых и двух проходвых фракций (I тип, *Б*). В схемы I типа *А* входят схемы № 1, 2 и 3, в схемы I типа *Б* – схемы № 4, 11, 18. В основном приемная подгруппа первой группы в этих схемах состоит из трех сит, а вся группа включает шесть сит.

Технологические схемы II типа (рис. 83, *б*) включают три группы сит, на которых получают две сходовые и две проходвые фракции. В большинстве случаев схемы этого типа имеют два приемных сита в первой подгруппе первой группы. Технологические схемы III типа (рис. 83, *в*) содержат две группы сит и предназначены для получения двух проходвых и одной сходовой фракций.

Это многообразие технологических схем используют в рассевах РЗ-БРБ и РЗ-БРВ, установленных в секциях *А* и *Б* (для пшеницы разной стекловидности), на мукомольных заводах, оснащенных комплектным высокопроизводительным оборудованием.

Технологические схемы I типа (№ 1...4, 11, 18). Они представлены на рисунке 84.

С х е м а № 1. Продукт поступает одновременно на три сита. Схода ситовых рам 1, 2 и 3 подаются соответственно на сита рам 6, 5 и 4, с которых получают первый сход. Проход сит рам 1...6 поступает параллельными потоками на сита рам 7 и 8. Сход с сита рамы 7 идет на сито ра-

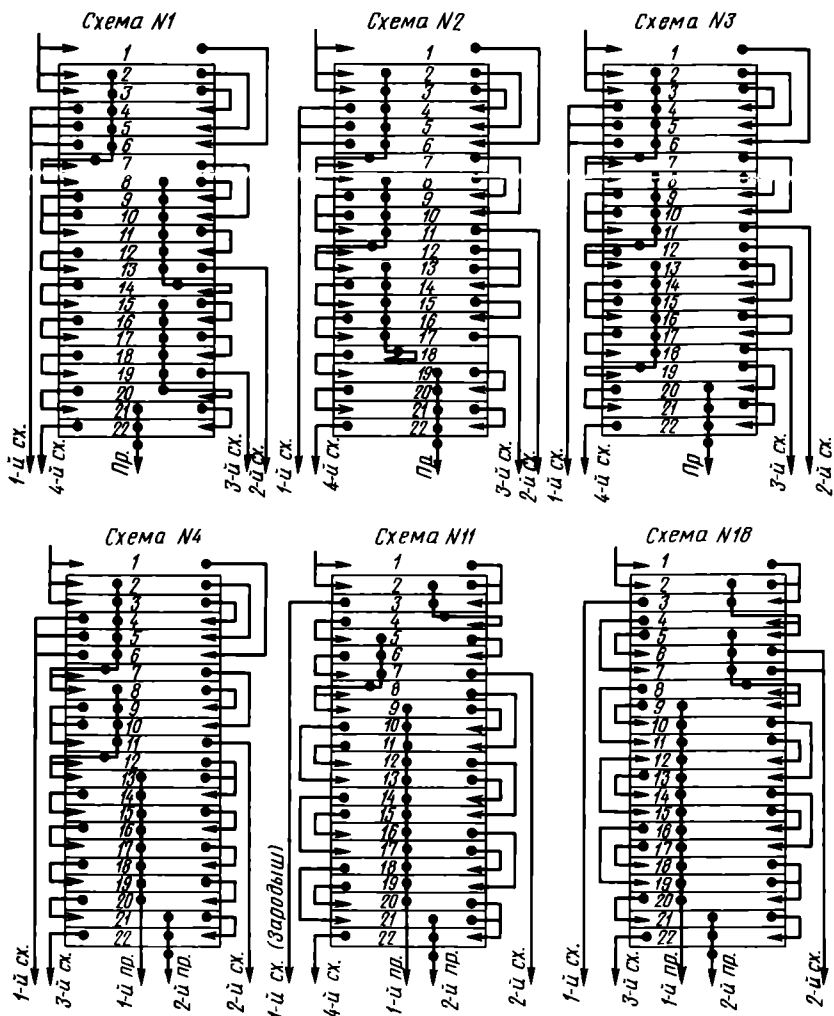


Рис. 84. Технологические схемы I типа расфасов РЗ-БРБ

мы 10, а сход с сита рамы 8 – на сито рамы 9. Схода с сит рам 9 и 10 объединяются и последовательно поступают на сита рам 11, 12 и 13; с сит рамы 13 выводится второй сход. Проход сит рам 7...13 поступает на сита рам 14, 15, 16, 17, 18 и 19; с сит рамы 19 получают третий сход. Проход 14...19 ситовых рам идет на сита рам 20, 21 и 22; с последней рамы получают четвертый сход. Ситовые рамы 20, 21 и 22 дают также проход. Число ситовых рам в группах по данной схеме: 6 – 7 – 6 – 3. Схема предназначена для I драной системы.

С х е м а № 2. Продукт поступает на три приемных сита. Схода с ситовых рам 1, 2 и 3 идут на сита ситовых рам 6, 5 и 4 (соответственно), с них получают первый сход. Проход ситовых рам 1...6 параллельно поступает на сита рам 7 и 8. Сход с сита рамы 7 идет на сито рамы 10, сход с сита рамы 8 — на сито рамы 9. Схода с сит рам 9 и 10 объединяются, поступают на сито рамы 11, с которой получают второй сход. Проход сит рам 7...11 двумя параллельными потоками направляется на сита рам 12 и 13, схода с которых объединяются и поступают на сита рам 14, 15, 16 и 17. С сита рамы 17 получают третий сход. Проход сит рам 12...17 поступает на сита рам 18...22. С сита рамы 22 получают четвертый сход. Проход получают с сит рам 18...22.

Число ситовых рам в группах по данной схеме: 6 — 5 — 6 — 5. Схему используют для II драной системы и III драной системы крупной.

С х е м а № 3. Продукт поступает на три приемных сита 1, 2 и 3, схода с которых соответственно идут на сита рам 6, 5 и 4. Схода с сит рам 4, 5 и 6 объединяются и образуют первый сход. Проход сит рам 1...6 поступает параллельно на сита рам 7 и 8. Схода с сит рам 7 и 8 идут соответственно на сита рам 10 и 9, схода с которых объединяются и поступают на сито рамы 11, с которой получают второй сход. Проход сит рам 7...11 поступает параллельными потоками на сита рам 12 и 13. Сход с сита рамы 12 идет на сито рамы 15, сход с сита рамы 13 — на сито рамы 14. Схода с ситовых рам 14 и 15 объединяются и поступают на сита рам 16...18. Сход с сита рамы 18 — третий сход. Проход сит рам 12...18 поступает на сито рамы 19 и проходит сита рам 20...22. С сита рамы 22 получают четвертый сход, а проход — через ситовые рамы 19...22.

Число ситовых рам в группах по данной схеме: 6 — 5 — 7 — 4. Схему применяют для III драной системы мелкой.

С х е м а № 4. Продукт поступает на три приемных сита 1, 2 и 3. Схода этих сит соответственно идут на сита рам 6, 5 и 4. Схода с сит рам 4, 5 и 6 объединяются в первый сход. Проход сит рам 1...6 поступает параллельно на сита рам 7 и 8. Сход с сита рамы 7 направляется на сито рамы 10, сход с сита рамы 8 — на сито рамы 9. Схода с сит рам 9 и 10 объединяются и поступают на сито рамы 11, с которой выводится второй сход. Проход сит рам 7...11 параллельными потоками поступает на сита рам 12 и 13, схода с которых объединяются и идут на сита рам 14...22. С сита рамы 22 получают третий сход. Первый проход получают с сит рам 12...19, второй — с сит рам 20...22.

Число ситовых рам в группах: 6 — 5 — 8 — 3. Схему используют для IV драной системы крупной (секция А).

С х е м а № 11. Исходный продукт поступает на два приемных сита, схода с которых объединяются и направляются на сито рамы 3. С сита рамы 3 получают первый сход. Проход сит рам 1...3 поступает на сито рамы 4 и с нее — на сита рам 5...7; с сит последней рамы получают второй сход. Проход сит рам 4...7 параллельно поступает на сита

рам 8 и 9. Сход с сита рамы 8 идет на сита рам 11, 12, 15, 16, 19 и 20. Сход с сита рамы 9 поступает на сита рам 10, 13, 14, 17, 18 и 21. Схода с сит рам 20 и 21 объединяются и направляются на сито рамы 22, с которой выводится третий сход. Продукт, прошедший через сита рам 8...19, образует первый проход, 20...22 – второй.

Число ситовых рам в группах: 3 – 4 – 12 – 3. Схему применяют для 4-й размольной системы (секция А).

С х е м а № 18. Продукт поступает на два приемных сита, схода с которых объединяются и направляются на сито рамы 3, с которой получают первый сход. Проход сит рам 1...3 двумя параллельными потоками поступает на сита рам 4 и 5, схода с которых соответственно идут на сита рам 7 и 6. Схода с сит рам 6 и 7 объединяются и выходят вторым сходом. Проход сит рам 4...6 параллельными потоками поступает на сита рам 8 и 9. Сход с сита рамы 8 направляется на сита рам 11, 12, 15, 16 и 19. Сход с сита рамы 9 идет на сита рам 10, 13, 14, 17 и 18. Схода с сит рам 18 и 19 объединяются и поступают на сито рамы 20, а с нее на сита рам 21 и 22. С сита рамы 22 получают третий сход. Продукт, прошедший сита рам 8...19, образует первый проход, 20...22 – второй.

Число ситовых рам в группах по данной схеме: 3 – 4 – 12 – 3. Схему используют для 4-й размольной системы (секция Б).

Технологические схемы II типа (№ 5...10, 12, 13, 14, 17, 19...21). Приведены на рисунке 85. Продукт поступает на три сита. Схода с ситовых рам 1...3 поступают соответственно на сита рам 6, 5 и 4. Схода с 4...6 ситовых рам объединяются и представляют собой первый сход. Проходы сит рам 1...6 параллельно поступают на сита рам 7 и 8. Сход с сита рамы 7 поступает на сита рам 10, 11, 14, 15, 18...22. С сита рамы 22 получают второй сход. Продукт, прошедший 7...18 ситовые рамы, образует первый проход, 19...22 – второй.

Число ситовых рам в группах: 6 – 12 – 4. Схему применяют для IV драной системы мелкой (секция А)

С х е м а № 6. Продукт поступает на два приемных сита. Сход с сита рамы 1 идет на сито рамы 4, сход с нее – на сита рам 5 и 8. Сход с сита рамы 2 поступает на сито рамы 3 и с нее – на сита рам 6 и 7. Схода с сит рам 7 и 8 объединяются и выводятся первым сходом. Проход сит рам 1...8 параллельно поступает на сита рам 9 и 10. Сход с сита рамы 9 направляется на сита рам 12, 13 и 16, сход с сита рамы 10 – на сита рам 11, 14 и 15. Схода с сит рам 15 и 16 объединяются и поступают на сито рамы 17, а с нее – на сита рам 18...22. С сита рамы 22 получают второй сход. Первый проход – это продукт, прошедший сита рам 9...18, второй – сита рам 19...22.

Число ситовых рам в группах сит: 8 – 10 – 4. Схема предназначена для 1-й сортировочной системы (секция А).

С х е м а № 7. Продукт поступает на два приемных сита. Сход с сита рамы 1 направляется на сито рамы 4 и далее – на сита рам 5, 8 и 9. Сход с сита рамы 2 поступает на сито рамы 3 и с нее – на сита рам 6, 7 и 10.

Схода 9 и 10 ситовых рам образуют первый сход. Проход сит рам 1...10 параллельно поступает на сита рам 11 и 12. Сход с сита рамы 11 идет на сита рам 14, 15, 18 и 19. Сход с сита рамы 12 поступает на сита рам 13, 16, 17 и 20. Схода с сит рам 19 и 20 объединяются и направляются на сито рамы 21 и с нее — на сито рамы 22. С сита рамы 22 получают второй сход. Продукт, прошедший через сита рам 11...18, образует первый проход, 19...22 — второй.

Число ситовых рам в группах сит: 10 — 8 — 4. Схему применяют для 2-й сортировочной системы (секция А).

С х е м а № 8. Продукт поступает на два приемных сита. Сход с сита рамы 1 поступает на сито рамы 4, а сход сита рамы 2 — на сито рамы 3. Схода с сит рам 3 и 4 объединяются, поступают на сито рамы 5, с которой получают первый сход. Проход сит рам 1...5 параллельно поступает на сита рам 6 и 7. Сход с сита рамы 6 последовательно поступает на сита рам 9, 10, 13, 14, 17 и 18. Сход с сита рамы 7 — на сита рам 8, 11, 12, 15, 16 и 19. Схода с сит рам 18 и 19 объединяются и поступают на сита рам 20...22. С сита рамы 22 выводится второй сход. Продукт, прошедший через сита 6...19, образует первый проход, 20...22 — второй.

Число ситовых рам в группах сит: 5 — 14 — 3. Схема предназначена для 1-й размольной системы мелкой, 7-й размольной системы, 3-й и 4-й сортировочных систем (секция А).

С х е м а № 9. Продукт поступает на два приемных сита. Схода с сит рам 1 и 2 поступают соответственно на сита рам 4 и 3. Схода с сит рам 3 и 4 объединяются и направляются на сито рамы 5, с которой выводится первый сход. Проход сит рам 1...5 параллельно поступает на сита рам 6 и 7. Сход с сита рамы 6 поступает на сита рам 9, 10, 13, 14, 17 и 18, сход с сита 7 — на сита рам 8, 11, 12, 15, 16 и 19. Схода с сит 18 и 19 объединяются и идут на сито рамы 20, а с нее — на сита рам 21 и 22. С сита рамы 22 выводится второй сход. Продукт, прошедший через сита 6...13, образует первый проход, 14...22 — второй.

Число ситовых рам в группах: 5 — 8 — 9. Схема предназначена для систем: 2-й размольной системы крупной (секции А и Б), 2-й размольной системы мелкой, 3-й размольной системы (секция А) и 1-й размольной системы крупной (секция Б).

С х е м а № 10. Продукт поступает параллельно на два приемных сита. Схода сит рам 1 и 2 направляются на сита рам 4 и 3 (соответственно). Схода с сит рам 3 и 4 объединяются и идут на сито рамы 5, с которой выводится первый сход. Проход сит рам 1...5 двумя параллельными потоками поступает на сита рам 6 и 7. Сход с сита рамы 6 идет на сита рам 9, 10, 13, 14, 17, 18 и 21, сход с сита рамы 7 — на сита рам 8, 11, 12, 15, 16, 19 и 20. Схода с сит рам 20 и 21 объединяются и направляются на сито рамы 22, с которой получают второй сход. Продукт, прошедший сита рам 6...13, образует первый проход, 14...22 — второй.

Число ситовых рам в группах: 5 — 8 — 9. Схема предназначена для систем: 5-й и 6-й размольных систем (секция А), 8-й и 9-й размольных

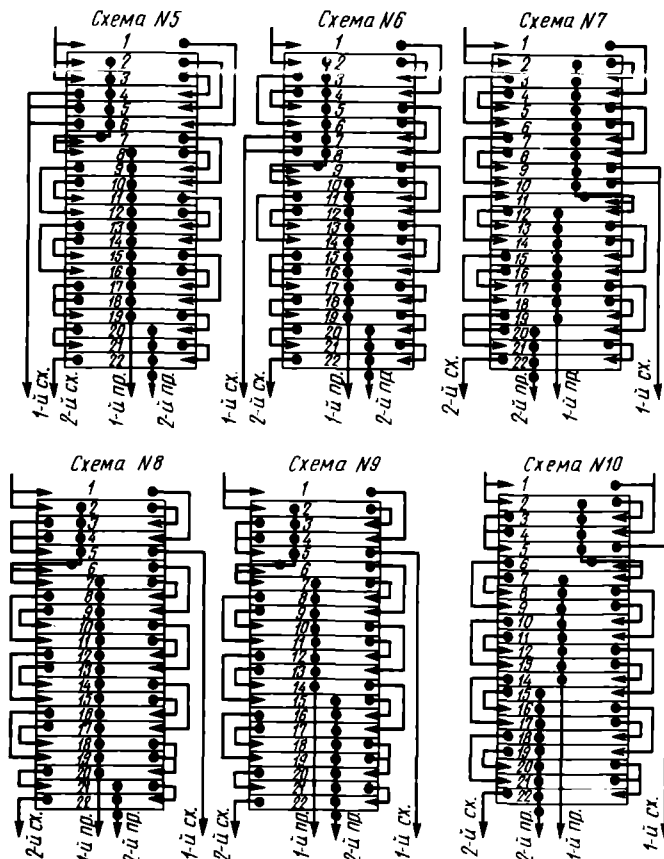
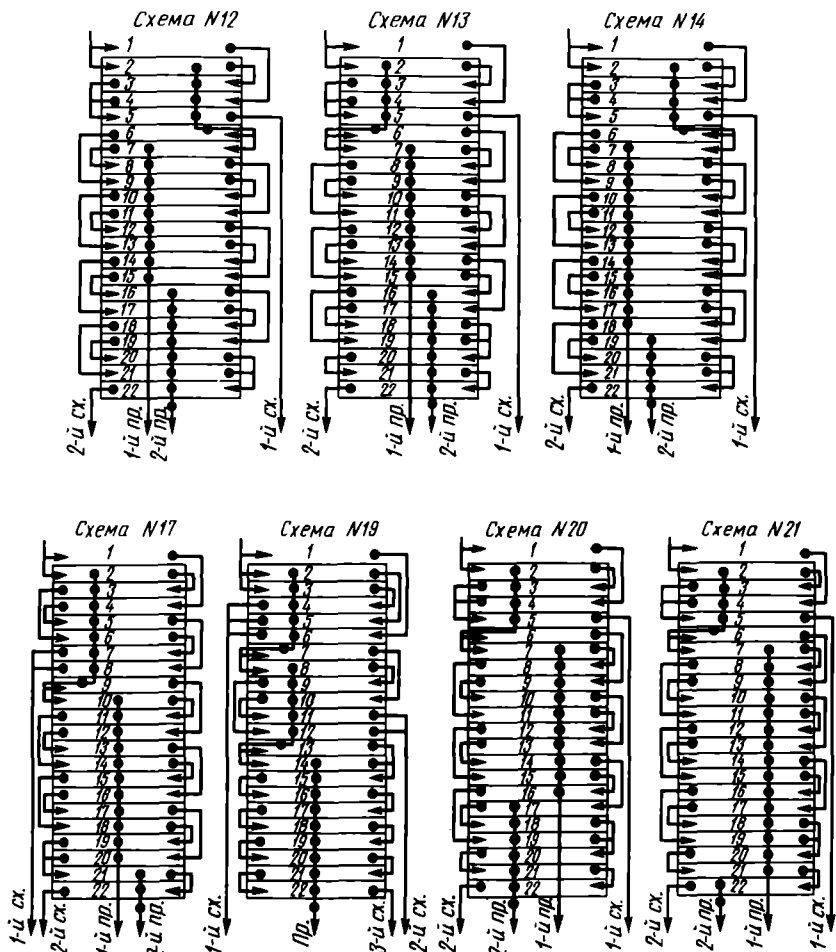


Рис. 85. Технологические схемы II типа рассевов РЗ-БРБ

систем (секция Б), 10-й и 11-й размольных систем (секции А и Б).

С х е м а № 12. Продукт поступает на два приемных сита. Схода с сит рам 1 и 2 направляются на сита рам 4 и 3 соответственно. Схода с сит рам 3 и 4 объединяются и поступают на сито рамы 5. С сита рамы 5 получают первый сход. Проход сит рам 1...5 параллельно идет на сита рам 6 и 7. Сход с сита рамы 6 поступает на сита рам 9, 10, 13, 14, 17, 18 и 21, сход с сита рамы 7 – на сита рам 8, 11, 12, 15, 16, 19 и 20. Схода с сит рам 20 и 21, объединяясь, направляются на сито рамы 22, с которой отбирается второй сход. Продукт, прошедший через сита рам 6...14, образует первый проход, 15...22 – второй.



Число ситовых рам в группах: 5 – 9 – 8. Схема предназначена для размольных систем: 8-й и 9-й (секция А) и 5-й и 6-й (секция Б).

С х е м а № 13. Продукт поступает на два приемных сита. Схода с сит рам 1 и 2 идут на сита рам 4 и 3 (соответственно). Схода с сит 3 и 4 объединяются и поступают на сито рамы 5. С сита рамы 5 получают первый сход. Проход сит рам 1...5 параллельно поступает на сита рам 6 и 7. Сход с сита рамы 6 направляется на сита рам 9, 10, 13, 14, 17 и 18, сход с сита рамы 7 – на сита рам 8, 11, 12, 15, 16 и 19. Схода с сит рам 18 и 19, объединяясь, поступают на сито рамы 20, а с нее – на сита рам 21

и 22. С сита рамы 22 выводится второй сход. Продукт, прошедший через сита рам 6...14, образует первый проход, 15...22 — второй.

Число ситовых рам в группах: 5 — 9 — 8. Схема предназначена для 1-й шлифовочной системы и 1-й крупной (секция А).

С х е м а № 14. Продукт поступает на две ситовые рамы. Схода с сит рам 1 и 2 идут на сита рам 4 и 3 (соответственно). Схода с сит рам 3 и 4 объединяются и направляются на сито рамы 5, с которой выводится первый сход. Проход сит рам 1...5 поступает параллельно на сита рам 6 и 7. Сход с сита рамы 6 поступает на сита рам 9, 10, 13, 14, 17, 18 и 21, сход с сита рамы 7 — на сита рам 8, 11, 12, 15, 16, 19 и 20. Схода с сит рам 20 и 21 объединяются и поступают на сито рамы 22, с которой получают второй сход. Продукт, прошедший через сита рам 6...17, образует первый проход, 18...22 — второй.

Число ситовых рам в группе: 5 — 12 — 5. Схема предназначена для 12-й размольной системы (секция А), IV драной системы крупной (секция Б).

С х е м а № 17. Продукт поступает на два приемных сита. Сход с сита рамы 1 направляется на сита рам 4, 5 и 8, сход с сита рамы 2 — на сита рам 3, 6 и 7. Схода с сит рам 7 и 8 объединяются и образуют первый сход. Проход сит рам 1...8 параллельно поступает на сита рам 9 и 10. Сход с сита рамы 9 идет на сита рам 12, 13, 16, 17 и 20, сход сита рамы 10 — на сита рам 11, 14, 15, 18 и 19. Схода с сит рам 19 и 20 объединяются и поступают на сита рам 21 и 22; с последней ситовой рамы отбирают второй сход. Продукт, прошедший через сита рам 9...19, образует первый проход, 20...22 — второй.

Число ситовых рам в группах: 8 — 11 — 3. Схема предназначена для 1-й и 2-й сортировочных систем (секция Б).

С х е м а № 19. Продукт поступает на три приемных сита. Схода с сит рам 1, 2 и 3 направляются соответственно на сита рам 6, 5 и 4. Схода с сит рам 4, 5 и 6 объединяются и образуют первый сход. Проход с сит рам 1...6 параллельно поступает на сита 7 и 8. Сход с сита рамы 7 идет на сита рам 10 и 11, сход с сита рамы 8 — на сита рам 9 и 12. Схода с сит рам 11 и 12 объединяются и образуют второй сход. Проход сит рам 7...12 поступает параллельно на сита рам 13 и 14. Схода с этих рам объединяются и идут на сита рам 15...22; с последней ситовой рамы получают третий сход. Продукт, прошедший через сита рам 13...22, образует проход.

Число ситовых рам в группах: 6 — 6 — 10. Схема предназначена для IV драной системы мелкой (секция Б).

С х е м а № 20. Продукт поступает на два приемных сита. Схода с сит рам 1 и 2 идут на сита рам 4 и 3 (соответственно). Схода с сит рам 3 и 4 объединяются и поступают на сито рамы 5. С сита рамы 5 выводится первый сход. Проход сит рам 1...5 идет на сита рам 6 и 7. Сход с сита 6 проходит последовательно сита рам 9, 10, 13, 14, 17 и 18, сход с сита 7 — сита рам 8, 11, 12, 15, 16 и 19. Схода с сит рам 18 и 19 объединяются и

218

поступают на сито рамы 20, а с нее — на сита рам 21 и 22. С сита рамы 22 получают второй сход. Продукт, прошедший через сита рам 6...15, образует первый проход, 16...22 — второй.

Число ситовых рам в группах: 5 — 10 — 7. Схема предназначена для размольных систем: 2-й мелкой и 3-й (секция Б).

С х е м а № 21. Продукт поступает на два приемных сита. Схода с сит рам 1 и 2 идут на сита рам 4 и 3 (соответственно). Схода с сит рам 3 и 4 объединяются и направляются на сито рамы 5, с которой выводится первый сход. Проход с сит рам 1...5 поступает параллельно на сита рам 6 и 7. Схода с сита рамы 6 идут на сита рам 9, 10, 13, 14, 17 и 18, сход с сита рамы 7 — на сита рам 8, 11, 12, 15, 16 и 19. Схода с сит рам 18 и 19 объединяются и поступают на сито рамы 20, сход с сита рамы 20 идет на сита рам 21 и 22; с сит последней рамы получают второй сход. Продукт, прошедший через сита 6...20, образует первый проход, 21...22 — второй.

Число ситовых рам в группах: 5 — 15 — 2. Схема предназначена для 3-й и 4-й сортировочных систем (секция Б).

Технологические схемы III типа (№ 15, 16). Представлены на рисунке 86.

С х е м а № 15. Продукт поступает на три приемных сита. Сход с сита рамы 1 идет на сито рамы 6, сход с сита рамы 2 — на сито рамы 5. Схода с сит рам 5 и 6 объединяются, поступают на сито рамы 8 и с нее — на сита рам 11 и 12. Сход с сита рамы 3 направляется на сита рам 4, 9, 10 и 13. Схода с сит рам 12 и 13 объединяются и поступают на сита рам

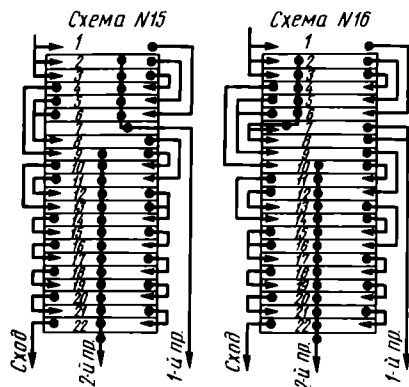


Рис. 86. Технологические схемы III типа рассевов РЗ-БРВ

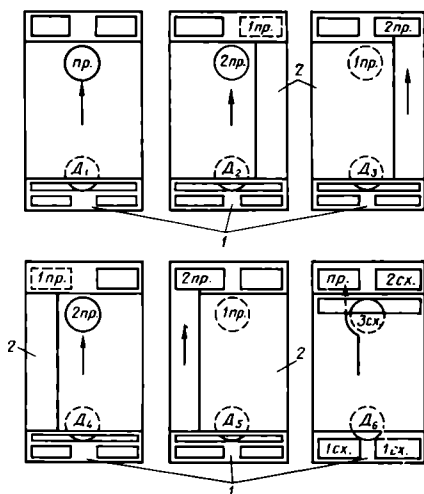


Рис. 87. Исполнения днищ (Д1—Д6) на рассехах РЗ-БРБ, РЗ-БРВ:

1 — прием; 2 — коробка

14...22. С последней ситовой рамы получают сход. Продукт, прошедший через сита рам 1...6, образует первый проход, 8...22 – второй (рама 7 заглушена).

Число ситовых рам в группах: 6 – 15. Схема предназначена для контроля первого потока муки.

Схема № 16. Продукт поступает на три приемных сита. Сход с сита рамы 1 идет на сито рамы 6, сход с сита рамы 2 – на сито рамы 5. Схода с сит рам 5 и 6 объединяются и направляются на сито рамы 9, а с нее – на сита рам 12, 13 и 16. Сход с сита рамы 3 поступает на сито рамы 4 и с нее – на сита рам 10, 11, 14 и 15. Схода с сит рам 15 и 16 объединяются и идут на сито рамы 17. Сход с сита рамы 17 проходит сита рам 18...22; с последней ситовой рамы выводится сход. Продукт, прошедший через сита рам 1...6 (рамы 7 и 8 заглушены), образует первый проход, 9...22 – второй.

Число ситовых рам в группах: 6 – 14. Схема предназначена для контроля второго потока муки.

При использовании рассевов РЗ-БРБ в драном процессе промежуточные продукты помола сепарируют в два этапа: в рассевах драных систем и затем в рассевах сортировочных систем. Прием двухэтапного сортирования можно проследить на примере продукта I драной системы (схема № 1). С рассева РЗ-БРБ получают: первый сход, второй сход – крупную крупку, третий сход – среднюю крупку, четвертый сход – смесь мелкой крупки и дунстов, проходом сит – муку.

Полученная на I драной системе смесь мелкой крупки и дунстов с недосевами муки поступает в рассев 1-й сортировочной системы – схема № 6. На втором этапе с сортировочной системы получают первым сходом мелкую крупку, вторым сходом – смесь жесткого и мягкого дунстов, первым проходом сит – муку; вторым проходом – самую мелкую фракцию мягкого дунста.

Схемы исполнения днищ в рассевах РЗ-БРБ и РЗ-БРВ представлены на рисунке 87. Днище D_1 предназначено для I, II, III драных систем и контроля муки секций А и Б. Днище D_2 используют для 1, 2, 4-й сортировочных, 1-й и 2-й шлифовочных, IV драной мелкой, 1-й и 2-й размольных крупной и мелкой, 3, 5, 6, 7 и 12-й размольных систем секции А; для 3-й сортировочной и 4-й размольной систем секции Б.

Днище D_3 применяют для 8...11-й размольных систем секции А. Днище D_4 предназначено для IV драной крупной, 3-й сортировочной и 4-й размольной систем секции А; для 1, 2 и 4-й сортировочных, IV драной крупной, 1-й размольной крупной и мелкой, 5...11-й размольных систем секции Б.

Днище D_5 – для 2-й размольной крупной и мелкой, 1-й и 2-й шлифовочных, 3-й размольной систем секции Б. Днище D_6 – для IV драной системы мелкой секции Б.

Виброцентрофугал предназначен для высеивания частиц муки из трудносыпучих промежуточных продуктов размола зерна. В виброцентрофугале сочетается ударно-истирающее воздействие бичей с процессом просеивания. Процесс просеивания через ситовой цилиндр происходит под действием центробежных сил инерции, возникающих от вращения бичевого ротора.

Виброцентрофугал (рис. 88) состоит из следующих основных узлов: ротора, ситового цилиндра, вибратора, траверсы, корпуса и станины. Ротор представляет собой консольно закрепленный в подшипниках вал 6, на котором установлены розетки 2 с продольными бичами 4. Вращение ротору передается от электродвигателя 12 через клиноременную передачу 9. Электродвигатель установлен на кронштейне, связанном со станиной 14.

Ситовой цилиндр 1 выполнен из натянутой на обручи 3 капроновой ткани. Вибратор состоит из эксцентрикового вала, который приводится во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу. Станина виброцентрофугала состоит из опорной рамы, на которой с помощью резиновых опор установлен корпус машины.

Продукт поступает в машину через отверстие в крышке приемного патрубка 5. Вращающиеся бичи подхватывают продукт и отбрасывают его к поверхности сита. Частицы муки проходят через отверстия сита и сбрасываются в него в результате колебаний ситового цилиндра, создаваемых вибратором. Далее частицы проходовой фракции муки, попадая на стенки конуса, стекают с него к выпускному патрубку 13. Сходовая фракция проходит по ситовому цилиндру к выпускному патрубку 16 и удаляется из машины.

Для интенсификации просеивания трудносыпучего продукта и вывода сходов муки в машине наряду с вращением ротора ситовой цилиндр приводится в колебательное движение с большой частотой колебаний.

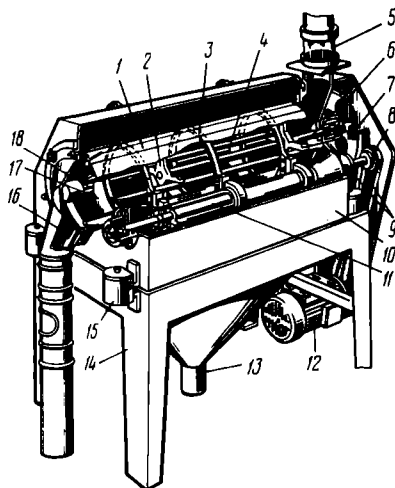


Рис. 88. Виброцентрофугал РЗ-БЦА:

1 — ситовой цилиндр; 2 — розетка; 3 — обруч; 4 — бич; 5 — приемный патрубок; 6, 11 — валы; 7, 8 — шкивы; 9 — клиноременная передача; 10 — корпус; 12 — электродвигатель; 13, 16 — патрубки; 14 — станина; 15 — амортизатор; 17 — траверса; 18 — ось

Техническая характеристика виброцентрофугала РЗ-БЦА

Производительность, т/ч	0,5...1,0
Площадь ситовой поверхности, м ²	0,66
Частота вращения, об/мин:	
ротора	500, 710
вибратора	2500
Внешний диаметр бочки ротора, мм	250...276
Размеры ситового цилиндра, мм:	
диаметр	300
длина	700
Размер отверстий сита, мкм	177
Амплитуда колебаний ситового цилиндра, мм	2
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Габариты, мм:	
длина	1135
ширина	728
высота	1420
Масса, кг	255

§ 7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ РАССЕВОВ И ВИБРОЦЕНТРОФУГАЛА

Технологическая эффективность работы рассевов. Эффективность процесса сортирования зависит от большого числа факторов: физико-механических свойств частиц смеси, соотношения компонентов различной крупности, удельной нагрузки на сито, материала и качества изготовления сита, размеров и формы его отверстий, условий транспортирования смеси, кинематических параметров, способа очистки сит, аспирации и др. На эффективность просеивания оказывают влияние условия эксплуатации и обслуживания рассева.

Технологическую эффективность сортирования в рассевах оценивают нагрузкой, коэффициентом недосева и коэффициентом извлечения. Коэффициент недосева H — относительное содержание проходовых частиц в сходовой фракции (%) — определяют просеиванием в течение 3 мин навески продукта массой 100 г на лабораторном сите, номер которого аналогичен номеру сита в производственном рассеве, сходом с которого этот продукт получен. Правилами нормируются величины недосевов. Повышенные недосевы продуктов ведут к серьезным осложнениям в работе предприятия: неоправданно увеличивается загрузка систем; невывесанные крупки и дунсты, направляемые на обогащение, снижают эффективность работы ситовеечных машин; ухудшается эффективность работы вальцовых станков; увеличивается оборот продукта по системам, а следовательно, расход электроэнергии.

Определяют следующие показатели:

производительность, или нагрузку, Q , т. е. количество продукта, поступающего в машину в единицу времени (кг/мин, т/сут);

удельную нагрузку (q_F), т. е. производительность Q , отнесенную к площади просеивающей поверхности F [т/(м² · сут)];

коэффициент извлечения проходовой фракции одноименной группы сит, т. е. отношение количества извлеченного продукта, содержащегося в исходной смеси (%).

Для определения производительности и удельной нагрузки необходимо снять баланс всех фракций, получаемых после рассева.

Коэффициент извлечения проходовой фракции η получают, определяя соотношение различных по крупности фракций, входящих в исходный продукт, а также гранулометрический состав исходной смеси. Коэффициент извлечения η (%) подсчитывают по формуле

$$\eta = \frac{p}{p_0} 100,$$

где p – масса данной фракции, извлеченной проходом на группе одноименных сит, кг; p_0 – масса данной фракции в исходном продукте, кг.

Нагрузка на рассевы РЗ-БРБ и РЗ-БРВ по системам при сортовых помоллах пшеницы приведена ниже.

Система	Нагрузка на секцию рассева, т/сут	Система	Нагрузка на секцию рассева, т/сут
I др.с.	75...84	1-я р.с.	38...52
II др.с.	56...63	2-я р.с.	35...45
III др.с. круп.	44...53	3-я р.с.	30...45
III др.с. мелк.	25...30	4-я р.с.	20...45
IV др.с. круп.	25...33	5-я р.с.	17...23
IV др.с. мелк.	32...45	6-я р.с.	27...16
1-я шл.с.	25...30	7-я р.с.	25...36
2-я "	22...30	8-я р.с.	25...30
1-я сорт.с.	21...30	9-я, 10-я р.с.	20...27
2-я "	25...45	11-я р.с.	20
3-я	25...36	12-я р.с.	25
4-я	13...36	Контроль муки	64...114

61. Эффективность работы виброцентрофугала РЗ-БЦА

Производительность, т/ч	Нагрузка, % к I др.с.	Поступает продукт		Получено				
		зольностью, %	влажностью, %	Проход			Сход	
				количество, %	зольность, %	белизна, усл.ед. по прибору ФПМ-1	количество, %	зольность, %
0,274	2,63	2,23	15,7	1,25	1,14	40,0	1,38	3,21
0,316	3,04	1,01	15,8	1,48	0,70	26,0	1,56	1,99
0,189	1,81	2,45	15,4	0,78	1,25	49,0	1,03	3,36
0,122	1,19	2,35	15,6	0,50	1,20	42,5	0,69	3,19
0,222	2,13	1,51	15,8	0,99	0,77	29,0	1,14	2,16
0,518	4,97	1,46	15,2	2,30	0,82	30,0	2,67	2,02

Технологическая эффективность работы виброцентрофугала. Она характеризуется увеличением зольности сходовой фракции и уменьшением зольности проходовой сравнительно с исходными показателями, а также дополнительным извлечением муки. Нагрузка (табл. 61) на виброцентрофугал РЗ-БЦА зависит от режимов измельчения на драных системах, а также от технологических свойств зерновой массы.

Соотношение проходовой и сходовой фракций равно 1,0:(1,2...1,3). Зольность сходовой фракции в 2,5–2,8 раза выше, чем зольность прохода. Белизна муки (прохода) такая же, как и муки первого и второго сортов, содержание сырой клейковины 36,4...38,6 %, количество белка 15,28...15,39 %.

Вопросы для самопроверки. 1. В чем заключается назначение процесса просеивания? 2. Какие сита применяют для сортирования? 3. Какие типы просеивающих машин применяют на мукомольных заводах? 4. Какие фракции продуктов получают в рассеве? 5. Что такое недосев? Каковы причины его образования и допускаемые нормы? 6. Что такое удельные нагрузки на рассевы и как их определяют? 7. Каковы условия нормальной работы просеивающих машин? 8. Каково назначение и место в технологической схеме виброцентрофугала РЗ-БЦА?

Глава XV

СОРТИРОВАНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПО КАЧЕСТВУ (ПРОЦЕСС ОБОГАЩЕНИЯ)

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ И СТРУКТУРА ПРОЦЕССА

Полученные в процессе крупобразования крупные, средние и мелкие крупки и жесткий дунст существенно различаются не только крупностью (размер крупок колеблется от 0,35 до 3,25 мм и дунстов от 0,2 до 0,35 мм), но и добротностью, т. е. относительным содержанием эндосперма и оболочек.

Если эндосперм пшеницы имеет зольность 0,36...0,50 %, оболочки 8...15 %, то зольность (%) полученных крупок и дунстов следующая:

Крупка:	
крупная	1,2...1,7
средняя	0,9...1,4
мелкая	0,7...1,0
Жесткий дунст	0,6...0,9

Это указывает на то, что полученные фракции крупок состоят как из частиц эндосперма, так и из частиц оболочек. При этом в смеси крупок встречаются свободные частицы эндосперма и оболочек, а также сродки, представляющие собой частицы эндосперма с оболочками. Поэтому основным назначением процесса сортирования крупок и дунстов по добротности является разделение их по качеству. Выделение

частиц, качество которых близко к эндосперму, необходимо для того, чтобы получить максимальное количество высококачественной муки с минимальным содержанием в ней измельченных частиц оболочек зерна.

Процесс сортирования крупок и дунстов по добротности называется процессом обогащения. Он осуществляется в ситовеечных машинах, где разделение происходит под воздействием восходящих потоков воздуха. Сортирование крупок и дунстов по добротности в ситовеечных машинах основано на использовании различий частиц сортируемой смеси по размерам, форме, массе, фрикционным и аэродинамическим свойствам. По структуре процесс разделяется на системы, обогащающие раздельно крупные, средние и мелкие крупки и жесткий дунст.

К крупкам первого качества обычно относят крупки, полученные в основном из внутренних слоев зерна и по своему качеству приближающиеся к качеству эндосперма. Крупки второго качества образуются из периферийных частей эндосперма и частично оболочек и имеют более высокую зольность, чем крупки первого качества.

На обогащение поступают практически все круподуновые фракции после рассевов драных систем. После обогащения фракций наиболее добротные частицы, которые практически не содержат оболочек, направляются в вальцовые станки размольных систем для получения потоков муки с наименьшей зольностью. Крупки, представляющие собой сrostки эндосперма с оболочками, поступают в вальцовые станки шлифовочных систем. Фракции, содержащие наибольшее количество оболочек, возвращаются в вальцовые станки последних драных или сходовых размольных систем. От эффективности процесса обогащения промежуточных продуктов размола зерна существенно зависят выход и качество муки высоких сортов.

§ 2. СОРТИРОВАНИЕ КРУПОК И ДУНСТОВ ПО ДОБРОТНОСТИ В СИТОВЕЕЧНЫХ МАШИНАХ

На типовых мукомольных заводах для обогащения крупок и дунстов применяют ситовеечные машины А1-БСО, входящие в комплект высокопроизводительного оборудования. Для технического перевооружения и реконструкции действующих заводов используют аналогичную машину А1-БС-2-О.

Ситовеечная машина А1-БСО приведена на рисунке 89. Ситовые корпуса соединены между собой кронштейнами и подвешены к станине: спереди на двух подвесках 8, сзади — на одной, расположенной посередине ситового корпуса. Угол наклона подвесок корпуса к вертикальной плоскости регулируют в пределах 5...15°. На задней подвеске установлена пружина сжатия. Она настроена на заводе-изготовителе, поэтому регулировать ее в процессе эксплуатации не рекомендуется.

В корпусе размещены один над другим три яруса ситовых рам, в каждом ярусе — по четыре ситовых рамы.

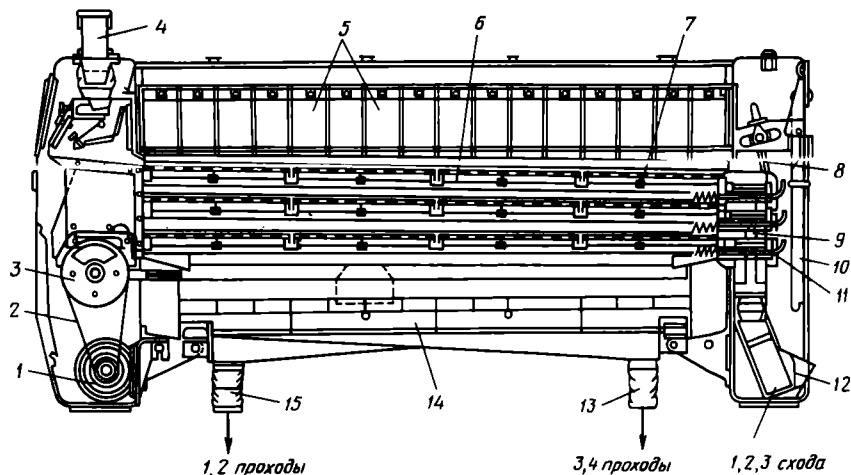


Рис. 89. Ситовечная машина А1-БСО:

1 — электродвигатель; 2 — плоскоременная передача; 3 — колебатель; 4 — приемное устройство; 5 — аспирационные камеры; 6 — ситовая рама; 7 — щетка; 8 — подвеска кузова; 9 — камера сходов; 10 — станина; 11 — зажимное устройство; 12 — поворотный клапан; 13, 15 — выпускные устройства; 14 — сборник

Ситовые рамы сварной конструкции изготовлены из алюминиевого профиля. Сита очищаются инерционными щетками. Щетка имеет два ряда пучков, волос которых направлен в противоположные стороны. В рабочем положении щетка одним рядом пучков упирается в сито и под действием сил инерции при колебаниях ситового корпуса может перемещаться только в одном направлении. При соприкосновении с упором щетка переключается (опрокидывается) и начинает перемещаться в противоположном направлении.

Для каждого яруса ситовых рам в корпусе имеется зажим для их фиксации. Поворотом ручки зажима на угол 90° в ту или иную сторону ситовые рамы освобождаются от фиксации, и их можно вынимать из корпуса.

К каждой половине ситового корпуса прикреплена распределительная коробка, служащая для вывода сходовых фракций всех ярусов сит, направляемых затем в камеру сходов 9. Для формирования сходовых фракций в камере предусмотрены два поворотных клапана.

Сборник предназначен для сбора, формирования и вывода из машины проходowych фракций продукта. Сборник 14 состоит из двух жестко соединенных между собой корпусов. В нижней части каждого корпуса расположено по два лотка, по длине которых установлены поворотные клапаны. Поворотом клапанов вокруг оси направляют проходую фракцию продукта с определенного участка ситовой поверхности нижнего яруса в любой из лотков.

Аспирационные камеры 5 смонтированы над каждой половиной ситового корпуса. Для наблюдения за процессом сортирования и обогащения продукта, происходящим на верхнем ярусе сит, стенки и фортики выполнены из органического стекла, а рабочая зона освещается светильником. Сверху аспирационные камеры и отсек между ними закрыты съемными стальными крышками. Камеры ситовечной машины подсоединены к аспирационной сети с помощью коллекторов. Каждая аспирационная камера по длине разделена перегородками на 16 одинаковых отсеков (по четыре отсека над ситовой рамой).

Расход воздуха в каждом отсеке камеры регулируют перемещением шиберов относительно неподвижной решетки с помощью специальной пластины. А для регулирования общего отсоса воздуха предназначена дроссельная заслонка, расположенная в воздуховоде аспирационной сети. Шиберы первых отсеков аспирационной камеры со стороны приема следует открыть больше, в этом случае продукт хорошо разрыхляется и быстрее перемещается по ситам. В последующих отсеках воздушный режим необходимо отрегулировать так, чтобы легкие частицы уносились в аспирационную сеть, а тяжелые после их подъема восходящим потоком падали на сита и продолжали сортироваться. Сходом должен идти продукт, состоящий в основном из оболочек (отрубей).

Исходная смесь крупок направляется на каждую половину машины отдельными самотечными трубами в приемные коробки и с помощью клапанов равномерно распределяется по ширине сит верхних ярусов. Для наладки воздушного режима в машине и удобства ее обслуживания в отсеке между аспирационными камерами установлен светильник.

Привод ситового корпуса и сборника в возвратно-поступательное движение осуществляется от колебателя, который установлен на переднем кронштейне ситового корпуса и соединен шатуном со сборником. Вращательное движение вала колебателя передается от электродвигателя через плоскоременную передачу.

Технологический процесс сортирования и обогащения продукта в машине происходит в результате взаимодействия движения продукта по ситам при возвратно-поступательном движении ситового корпуса и восходящих потоков воздуха. Воздух засасывается из подситового пространства, пронизывает все три яруса сит и поступает в аспирационную сеть. По мере разрыхления слоя продукта воздухом частицы с наибольшей плотностью перемещаются вниз к ситу, а частицы с наименьшей плотностью и наиболее шероховатые перемещаются вверх. Частицы с наибольшей плотностью и богатые эндоспермом (с низкой зольностью) быстрее опускаются на поверхность сита и просеиваются раньше отрубянистых частиц, имеющих меньшую плотность и большую зольность.

Сита верхних ярусов первых ситовых рам служат для загрузки двух нижележащих ярусов сит. Просеявшиеся крупки через сита верх-

него яруса поступают на сита среднего яруса. Просеявшиеся крупки через сита среднего яруса поступают на сита нижнего яруса и далее в сборник. Сходовые фракции крупок со всех трех ярусов сит выводятся из ситового корпуса через распределительную коробку в камеру сходов.

Для эффективной работы машины необходима равномерная толщина продукта по ширине всех сит. Соблюдение этого требования обеспечивается натяжением сит без провисания и сборок, а также недопущением перекоса ситового кузова.

В результате сортирования и обогащения продукта в ситовечной машине можно максимально получить шесть сходовых и восемь проходных фракций. Формирование этих фракций производится в соответствии с технологической схемой машины.

Техническая характеристика ситовечной машины А1-БСО

Производительность, т/ч	1,6...2,0
Число:	
ситовых рам	24
ярусов ситовых рам	3
Размеры, мм	500×432
Ширина сита, мм	480
Частота колебаний ситового корпуса, колеб/мин	480...525
Амплитуда колебаний ситового корпуса, мм	4,5...6,5
Расход воздуха, м ³ /ч	4200
Мощность, кВт:	
электродвигателя	1,1
светильника	0,08
Габариты, мм:	
длина	2670
ширина	1270
высота	1400
Масса, кг	1020

§ 3. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРУПОК

Крупки в ситовечной машине обогащаются эффективно при условии, если размеры частиц смеси отличаются незначительно. Так как скорость витания частиц эндосперма выше, чем у оболочечных частиц, то их разделение воздушным потоком происходит значительно лучше. Если частицы смеси неоднородны по крупности, то воздушный поток вместе с оболочками может унести и мелкие, добротные частицы. Правила предусматривают ограничение содержания в данной смеси продукта других фракций. Так, крупная крупка может содержать других фракций не более 25 %, средняя — не более 35 и мелкая — не более 40 %. При прочих равных условиях крупки эффективно обогащаются, если через сита ситовечной машины проходит достаточное количество воздуха. Удельный расход воздуха и его скорость одинаково влияют на эффект обогащения продукта, поэтому для регулирования работы машины эти показатели можно использовать вместе или отдельно.

Скорость воздушного потока в каждой секции выбирают в соответствии с крупностью и зольностью обогащаемой смеси крупок и размерами отверстий сит так, чтобы обеспечить удаление свободных частиц оболочек в виде отбросов и частиц оболочек с минимальным содержанием эндосперма в виде сходов.

Скорость фильтрации воздуха должна обеспечивать псевдоожиженное состояние слоя продукта, но без фонтанирующих прорывов; удерживать сродки оболочек с эндоспермом и аэродинамически легкие частицы на поверхности движущегося продукта; уносить в осадочную камеру максимальное количество легких высокозольных частиц. Скорость фильтрации воздуха через сито и слой движущегося продукта постепенно увеличивают от приемной части машины к сходовой.

По данным К. В. Дрогалина, частицы, обладающие наибольшей зольностью, витают при скорости воздушного потока 0,4...0,8 м/с. Скорость витания выше 0,8 м/с имеют частицы, зольность которых близка к зольности эндосперма. При скорости витания крупок 2,0...2,2 м/с они представляют собой почти чистый эндосперм.

На рисунке 90 изображена диаграмма воздействия воздушного потока при скорости 1,4...2,9 м/с на продукты размола зерна различной зольности, но одинаковой крупности (по Дрогалину К. В. и Карповой К. А.). Каждая кривая, представленная на диаграмме, предназначена для продуктов определенной крупности. Кривая характеризуется дробью, в числителе которой номер сита (через него проходят части-

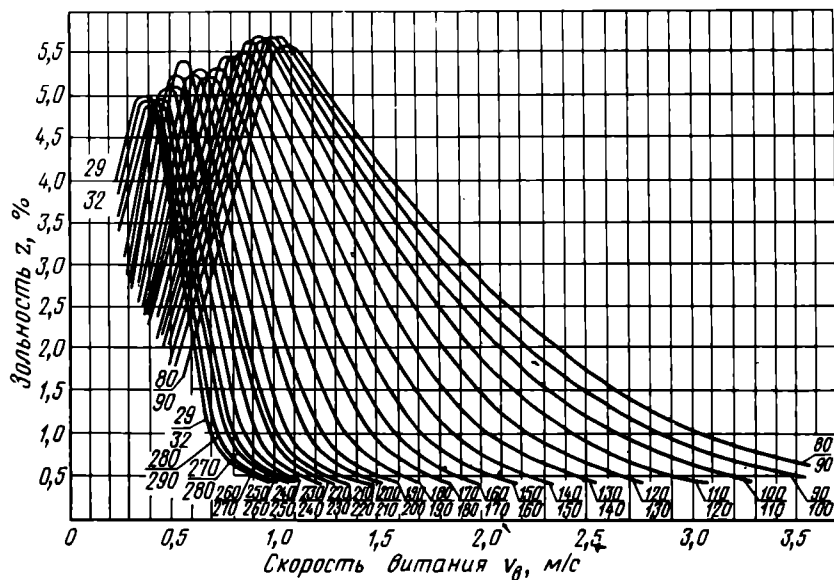


Рис. 90. Разделение потоком восходящего воздуха крупок по классам крупности

цы), а в знаменателе — тоже номер сита, но с него частицы идут сходом. Изменяя скорость восходящего потока для частиц, одинаковых по крупности, можно разделить промежуточные продукты по зольности. Этот принцип положен в основу процесса обогащения на ситовых машинах.

§ 4. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС ОБОГАЩЕНИЯ

На процесс обогащения продуктов в ситовых машинах влияют следующие факторы: удельная нагрузка на 1 см ширины сита (кг/ч); угол наклона сита ($1...2^\circ$); частота колебаний ситового кузова (480...525 колеб/мин); амплитуда колебания (4,5...6,5); удельный расход воздуха; правильный подбор и установка сит; крупность и однородность продукта, поступающего на обогащение, непрерывная и равномерная подача его в машину; степень очистки отверстий сит от застревающих в них частиц.

Процесс обогащения крупок в ситовых машинах требует постоянного контроля. Только при строгом соблюдении всех рекомендуемых режимов работы ситовых машин достигается высокая эффективность всего технологического процесса. В первую очередь от процесса обогащения зависят выход и качество муки высоких сортов и особенно муки высшего сорта.

Существенное влияние на эффективность работы ситовых машин оказывает нагрузка на сита. При повышенной нагрузке увеличивается толщина слоя продукта на ситах. В таких условиях снижается эффективность сепарирования исходной смеси крупок. При недостаточной нагрузке на сита эффект самосортирования не реализуется и в проходовой продукт попадают частицы низкого качества.

Согласно Правилам рекомендуется следующая нагрузка на 1 см ширины приемного сита ситовой машины ЗМС при сортировании крупок и дунстов:

Продукты	Удельная нагрузка, кг/(см·сут)
крупки:	
крупная	450...600
средняя	350...450
мелкая	250...350
жесткий дунст	200...250

Для систем обогащения крупок второго качества нагрузки принимаются на 25 % меньше.

Максимально допустимая нагрузка на ситовую машину зависит от вида обогащаемого продукта и обусловлена необходимостью выделения проходом через сита всех доброкачественных частиц.

Рекомендуемые удельные нагрузки ситовых машин А1-БСО при обогащении крупок и дунстов приведены ниже.

Продукты	Удельная нагрузка, кг/(см·сут)
Крупная крупка	600...700
Средняя "	500...600
Мелкая	300...400
Дунсты	200...300

Равномерность распределения сортируемого продукта по ситам также существенно влияет на эффективность процесса, поскольку равномерный слой продукта обеспечивает равномерное сопротивление воздушному потоку по всей площади сит и способствует лучшему расслоению продукта. Неравномерное распределение сортируемого продукта приводит к резкому нарушению воздушного режима и снижает эффективность работы ситовечной машины. Важным фактором является также очистка сит, обеспечивающая постоянство коэффициента живого сечения сит и стабильность работы машины.

§ 5. ПОДБОР СИТ

Технологическая эффективность работы ситовечных машин во многом зависит от правильного подбора сит. Следует учитывать, с каких сит рассевов получен данный поток крупок. Первые сита на обогащении устанавливаются на один-два номера реже сит рассевов, с которых данные крупки получены сходом. Сита на последних рамах второй ступени верхнего яруса на обогащении обычно на один-два номера реже сит рассевов, через которые проходом получен данный поток. На второй ступени обогащения на верхнем ярусе каждое последующее сито устанавливается на один-два номера реже, чем предыдущее. Сита второй ступени нижнего яруса устанавливают на номер гуще расположенного над ним сита верхнего яруса.

На рисунке 91 показана установка сит в двухступенчатой ситовечной машине ЗМС для обогащения различных по качеству крупок. При подборе нумерации сит на ситовечной машине надо учитывать дальнейшее направление продуктов по схеме технологического процесса. Для постоянного контроля за эффективностью работы ситовечной машины рекомендуется на каждой секции машины иметь технологическую схему ее работы с указанием, откуда и какой крупности (проход и сход) на данную систему поступает продукт, куда направляются отдельные потоки (проход и сход) и нумерации установленных сит.

Для выделения из обрабатываемого потока крупок лучшего качества

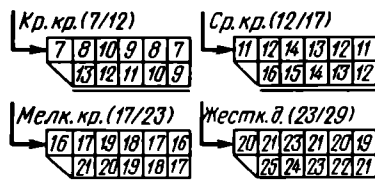


Рис. 91. Установка сит в ситовечных машинах в зависимости от крупности обогащаемого продукта

и направления их на головные шлифовочные или размольные системы схема ситовеечной машины должна предусматривать отбор не менее двух проходowych фракций — с первых и последних сит. Проходовые фракции группируют с учетом качества крупок.

§ 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ СИТОВЕЕЧНОЙ МАШИНЫ

Технологическая эффективность работы ситовеечной машины характеризуется двумя показателями — выходом обогащенного продукта (проход) и снижением его зольности (в процентах — к зольности продукта, поступившего в машину). Эффективность работы тем выше, чем больше величина снижения зольности обогащенного продукта при максимальном его выходе (табл. 62).

62. Показатели работы ситовеечной машины

Продукты	Выход проходowego продукта, %	Относительное снижение зольности проходowego продукта, %	Продукты	Выход проходowego продукта, %	Относительное снижение зольности проходowego продукта, %
Крупная крупка 1-го качества	70...75	35...40	Мелкая крупка: 1-го качества	80...85	20...25
			2-го качества	40...45	40...50
			Жесткий дунст	90...95	20...25
Средняя крупка: 1-го качества	75...80	25...35			
2-го качества	45...60	50...55			

При периодическом контроле работу ситовеечных машин оценивают по нескольким показателям: производительности (Q); удельной нагрузке (q_c); выходу обогащенных крупок или жесткого дунста ($B_{об}$); степени снижения зольности прохода (Δz); повышению зольности схода в сравнении с зольностью поступающего в машину продукта ($z_{сх}/z_{исх}$).

Для определения производительности удельной нагрузки и выхода обогащенного продукта снимают баланс продуктов: исходного продукта, прохода и схода.

Производительность машин (т/ч) определяют по формуле

$$Q = \frac{60G}{1000t},$$

где G — количество продукта, поступающего в машину, кг; t — время снятия баланса продукта, мин.

Удельную нагрузку [кг/(см·сут)] рассчитывают по формуле

$$q_c = Q/B,$$

где B – ширина сита верхнего яруса ситовечных машин, см.

Выход обогащенного продукта (%) определяют по формуле

$$B_{об} = \frac{q_1 + \dots + q_n}{G} 100,$$

где $q_1 \dots q_n$ – масса проходовых фракций, отобранных из-под машины в единицу времени, кг; G – количество продукта, поступившего в машину за ту же единицу времени, кг.

Из отобранных продуктов отбирают пробы для определения зольности.

Степень снижения зольности (%) обогащенного продукта (прохода) определяют по формуле

$$\Delta z = \frac{(z_1 - z_2)}{z_1} 100,$$

где z_1 – зольность поступающего в машину продукта, %; z_2 – зольность обогащенного продукта (прохода), %.

Работа ситовечной машины А1-БСО считается эффективной, если:

зольность верхнего схода в 2–3 раза выше зольности поступающего продукта;

зольность нижнего схода в 1,5–2 раза ниже зольности верхнего схода;

достигается снижение зольности проходовой фракции по сравнению с зольностью поступающего продукта: для крупной крупки на 40...50 %, средней – на 30...40, мелкой – на 20...25, дунстов – на 10...15 %.

Вопросы для самопроверки. 1. В чем сущность процесса обогащения? 2. Как устроена ситовечная машина А1-БСО? 3. В чем заключается назначение воздушного потока в ситовечной машине? 4. Какие факторы влияют на процесс обогащения? 5. Какие показатели характеризуют технологическую эффективность работы ситовечной машины?

Г л а в а XVI

АССОРТИМЕНТ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОМОЛОВ

§ 1. АССОРТИМЕНТ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МУКИ И МАННОЙ КРУПЫ

Мукомольные заводы производят продукцию в ассортименте, соответствующем их техническим возможностям, качеству перерабатываемого зерна, фактической потребности в отдельных видах продукции.

Мука — ценный пищевой продукт размола зерна. Она составляет часть основного питания населения многих стран мира. Используют муку для производства большого ассортимента хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий. Род зерна, из которого выработана мука, определяет ее вид (мука пшеничная, ржаная и т. д.). Наиболее распространена пшеничная и ржаная мука.

Из зерна пшеницы вырабатывают:

муку хлебопекарную — крупчатку, высшего, первого и второго сортов, обойную;

муку макаронную — высшего сорта (крупку), первого сорта (полукрупку);

крупку манную, крупку пшеничную дробленую, крупку пшеничную Полтавскую № 4 из мягкой пшеницы.

Из зерна ржи вырабатывают:

муку хлебопекарную — сеяную, обдирную, обойную;

из смеси ржи и пшеницы:

ржано-пшеничную и пшенично-ржаную муку.

В качестве побочных продуктов получают зерновые смеси, мучку кормовую пшеничную и ржаную, отруби пшеничные и ржаные.

Пищевые достоинства различных сортов пшеничной и ржаной муки зависят от ее химического состава. Содержание белка меньше в высшем сорте, так как последний отбирают из центральной части эндосперма, бедного белком, и больше в остальных сортах. Крахмала больше всего содержится в высшем сорте и меньше — в обойной муке. Жира в муке высоких сортов содержится меньше, чем в обойной. Средний химический состав муки разных сортов приведен в таблице 63.

63. Средний химический состав муки, % на сухое вещество

Продукты	Белок	Крахмал	Клетчатка	Пентозаны	Сахар	Жир	Зола	Сырая клейковина
<i>Пшеничная мука</i>								
Крупчатка	15,0	77,0	0,15	2,00	2,00	0,95	0,55	33
Высший сорт	12,5	79,1	0,12	1,95	1,85	0,80	0,48	29
Первый "	14,0	77,5	0,30	2,50	2,00	1,50	0,65	32
Второй	15,5	71,0	0,70	3,40	2,50	1,90	1,10	27
Обойная	15,0	66,0	2,30	7,20	4,00	2,00	1,85	22
<i>Ржаная мука</i>								
Сеяная	9,0	73,5	0,4	4,5	4,7	1,1	0,75	—
Обдирная	10,5	67,0	1,3	6,0	5,5	1,4	1,35	—
Обойная	13,5	62,0	2,2	8,5	6,5	1,9	1,90	—

Обойная мука отличается от сортовой более высоким содержанием витаминов, так как большая их часть сосредоточена в зародыше. Мука может быть белой, кремовой или желтой в зависимости от цвета эндо-

64. Показатели качества муки, вырабатываемой на мукомольных заводах

Продукты	Зольность в пересчете на сухое вещество, %, не более	Крупность помола				Количество клейковины не менее, %, качество	Металло- магнитная примесь, мг на 1 кг муки, не более
		Остаток на сите		Проход через сито			
		из шелковой ткани или проволочной сетки, №	не более, %	из шелковой ткани или проволочной сетки, №	не более или не менее, %		
Мука пшеничная хлебопекарная							
Крупчатка	0,60	23	2	35	Не более 10	30,0	3,0
Высший сорт	0,55	43	5	—	—	28,0	3,0
Первый "	0,75	35	2	43	Не менее 80	30,0	3,0
Второй	1,25	27	2	38	Не менее 65	Не ниже 2-й группы 25,0	3,0
Обойная	Не менее чем на 0,07 % ниже зольности зер- на до очистки, но не более 2,0	0,67	2	38	Не менее 35	Не ниже 2-й группы 20,0	3,0
Мука ржаная хлебопекарная							
Сеяная	0,75	27	2	38	Не менее 90	—	3,0
Обдирная	1,45	045	2	38	Не менее 60	—	3,0
Обойная	2,0, но не ме- нее чем на 0,07 % ниже зольности зер- на до очистки	067	2	38	Не менее 30	—	3,0

Продукты	Зольность в пересчете на сухое вещество, %, не более	Крупность помола				Количество клеяковины не менее, %, качество	Металло- магнитная примесь, мг на 1 кг муки, не болес
		Остаток на сите		Проход через сито			
		из шелковой ткани или проволочной сетки, №	не более, %	из шелковой ткани или проволочной сетки, №	не более или не менее, %		

Мука для макаронных изделий

Мука из твердой пшеницы (дурум) для макаронных изделий: высший сорт (крупка)	0,75	140/36	Не более 3	260/70 или 27	Не более 12	30 Хорошей упругости, нелипкая, некоротко рвущаяся	3,0
первый сорт (полукрупка)	1,10	190/50	Не более 3	32	Не более 40	32	3,0
Мука второго сорта (хлебопекарная) из твердой пшеницы	1,75	27	Не более 2	38	Не менее 65	То же 28	3,0
Мука высшего сорта (крупка) для макаронных изделий, вырабатываемая при хлебопекарном помоле мягкой пшеницы	0,55	150	Не более 3	43	Не более 50	28 Хорошей упругости, нелипкая, некоротко рвущаяся	3,0
Мука из мягкой стекло-							

видной пшеницы для макаронных изделий: высший сорт (круп- ка)	0,55	150/40
первый сорт (полу- крупка)	0,75	190/50
Мука ржано-пшеничная обойная хлебопекарная	Не менее чем на 0,07 % ниже зольности зер- на	0,67
Мука пшенично-ржаная обойная хлебопекарная	То же	0,67
Крупа манная марки М (из мягкой пшеницы)	0,60	—
Крупа манная марки МТ (из мягкой пшеницы + + твердая до 20 %)	0,70	23
То же, марка Т (из твер- дой пшеницы)	0,85	23
Крупа пшеничная Пол- тавская № 4 (из мягкой пшеницы)	—	1
Крупа пшеничная drob- леная	—	2,5

Не более 3	260/70 или 27	Не более 15	28 Хорошей уп- ругости, не- липкая, неко- ротко рву- щаяся	3,0
Не бо- лее 3	43	Не более 50	30	3,0
Не бо- лее 2	38	Не менее 40	То же —	3,0
Не бо- лее 2	38	Не менее 40	—	3,0
<i>Крупы</i>				
Не бо- лее 8	38	Не более 2	—	3,0
Не бо- лее 5	38	Не более 1	—	3,0
Не бо- лее 5	38	Не более 1	—	3,0
Не ме- нее 60	20	Не менее 60	—	3,0
Не бо- лее 2,0	1	Не более 25,0		3,0

Продукты	Зольность в пересчете на сухое вещество, %, не более	Крупность помола				Количество клейковины не менее, %, качество	Металло- магнитная примесь, мг на 1 кг муки, не более
		Остаток на сите		Проход через сито			
		из шелковой ткани или проволочной сетки, №	не более, %	из шелковой ткани или проволочной сетки, №	не более или не менее, %		
Побочные продукты							
Отруби пшеничные	—	Не установлен		Не установлено		—	С острыми краями — не допускается, до 2 мм — не более 5 мг на 1 кг, от 0,5 до 2 мм — не более 1,5 мг на 1 кг То же
Отруби ржаные	—	—	—	—	—	—	С острыми краями — не допускается, до 2 мм — не более 5 мг на 1 кг, от 0,5 до 1 мм — не более 1,5 мг на 1 кг То же
Мучка кормовая пше- ничная	—	—	—	—	—	—	С острыми краями — не допускается, до 2 мм — не более 5 мг на 1 кг, от 0,5 до 1 мм — не более 1,5 мг на 1 кг То же
Мучка кормовая ржаная	23	35	—	—	—	—	То же

сперма перерабатываемого зерна. В таблице 64 приведены показатели качества муки, вырабатываемой на мукомольных заводах.

Нормируемые крупность и зольность муки предопределяют построение схемы помола и выход муки. Дополнительные данные о готовой продукции, кроме приведенных в таблице 64, следующие:

манная крупа – состоит из крупинок эндосперма размером частиц 330...900 мкм;

крупчатка – мука состоит из относительно крупных (200...300 мкм) частиц внутренних слоев эндосперма. Отличается однородностью частиц крупитчатой формы, большим содержанием белка; цвет белый или кремовый с желтоватым оттенком;

высший сорт – мука состоит из тонкоизмельченных частиц эндосперма (средний размер частиц от 140 мкм и меньше); цвет белый или белый с кремовым оттенком;

первый сорт – наиболее распространенный сорт муки, которую широко используют в производстве хлебобулочных изделий. Состоит из тонкоизмельченных частиц (до 160 мкм) эндосперма и небольшого количества измельченных оболочек. Цвет белый или белый с желтоватым оттенком;

второй сорт – мука состоит из измельченных частиц эндосперма со значительной примесью измельченных оболочек (от 30 до 20 мкм). Цвет белый с желтоватым или сероватым оттенком;

обойная – мука состоит из измельченных частей зерна (включая плодовые оболочки и зародыш). Мука сравнительно крупная, неоднородная по размеру частиц. Цвет белый с желтоватым или сероватым оттенком с заметными частицами оболочек.

Муку для макаронной промышленности вырабатывают:

высшего сорта – крупку, состоящую из однородных частиц крупитчатой формы, цвет кремовый с желтым оттенком (из твердой пшеницы) или белый с желтоватым оттенком (из мягкой высокостекловидной пшеницы);

первого сорта – полукрупку, состоящую из частиц крупитчатой формы и некоторого количества мягкой муки, цвет светло-кремовый.

§ 2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МУКЕ КАК К ПИЩЕВОМУ ПРОДУКТУ

Среди всех продуктов питания хлеб отличается наиболее полным содержанием питательных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека. Для того чтобы мука была годной для употребления в пищу, она должна отвечать следующим требованиям: не содержать вредных примесей, которые могут вызвать заболевание человека (к вредным примесям относят куколь, горчак, головню, спорынью, вязель); не содержать металломагнитных примесей, особенно если они имеют игольчатую форму; не обладать посторонними запахами.

ми (затхлым, полынным), а также не иметь горького, кислого или другого неприятного привкуса; не содержать минеральной примеси, которая при разжевывании вызывает хруст; обладать стойкостью при хранении.

Мука является основным сырьем для хлебопекарной и макаронной промышленности, поэтому требования, предъявляемые к ней, заключаются в том, чтобы мука обладала всеми свойствами, необходимыми для получения высококачественного хлеба и макаронных изделий.

§ 3. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ПОМОЛОВ

В мукомольном производстве под помолом следует понимать совокупность связанных между собой в определенной последовательности технологических операций по переработке зерна в муку, в ходе которых стремятся либо наиболее полно извлечь из зерна эндосперм в виде муки, либо измельчить в муку все зерно.

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

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

Переход от менее сложных к более сложным видам помола обуславливает следующие изменения в схеме: увеличение количества систем и соотношения длин вальцовых линии размольных и драных систем, развитие процесса обогащения крупок и дунстов.

Разовый помол. Этот помол является наиболее простым методом измельчения зерна в муку путем пропуска его через измельчающую машину (жерновой постав, молотковую дробилку) для получения муки с достаточной степенью измельчения. Мука разового помола имеет низкое качество. Все измельченные оболочки вместе с эндоспермом попадают в муку, что придает ей темный цвет и уменьшает питательную ценность. Вследствие отсутствия при таком помоле просеивания (сортирования по крупности) мука получается чрезвычайно неоднородной по размеру частиц. Особенно резко выделяются по крупности частицы оболочек, которые благодаря своей упругости измельчаются в меньшей степени, чем эндосперм. Для улучшения качества муки разового помола из нее отбирают некоторое количество крупных оболочек (отрубей). Смесь измельченных продуктов, полученную после измельчающей машины, просеивают в буратах или центрофугалах и отобранные сходом оболочки (отруби) направляют отдельным потоком. Мука становится более однородной, качество ее улучшается.

Повторительные помолы. Повторительные (многократные) помолы более совершенны, чем разовые. Метод многократного помола заключается в том, что зерно измельчается не за один пропуск через машины, а постепенно, последовательно проходя через них. Многократные помолы могут быть осуществлены различными способами — простыми, в результате которых получается мука с большим содержанием частиц оболочек, и сложными, при которых вырабатывается мука более тонкая, с меньшим содержанием частиц оболочек зерна, т. е. лучшего качества.

В основном многократные помолы можно проводить следующими способами.

1. Зерно измельчается последовательно в нескольких размалывающих машинах. После каждой машины измельченная смесь поступает на просеивание, где из нее отсеивается готовая мука, а более крупные частицы направляются на следующую измельчающую машину. Такую операцию повторяют до тех пор, пока почти все частицы не превратятся в муку. Муку, полученную на всех системах в результате отсеивания, смешивают и объединяют в один сорт. Этим способом вырабатывают обойную муку.

2. При просеивании смеси, полученной после пропуска через каждую размалывающую машину, добиваются, чтобы от измельченного зерна, кроме муки, отсеивались частицы крупнее ее, которые в зависимости от размеров и качества группируют в отдельные потоки. Эти потоки представляют собой промежуточные продукты, после размала которых получается мука различного качества. Ее можно объединить в один сорт или разделить на несколько сортов определенного качества. Кроме муки, в конечном результате получаются частицы оболочек зерна — отруби. Этим способом вырабатывают муку ржаную — обдирную и сеяную.

3. Если промежуточные продукты рассортировать по размерам и качеству, обработать в ситовечных машинах и вальцовых станках шлифовочных систем (обогащать), то из таких продуктов можно выработать муку различных сортов. Помол надо вести так, чтобы отделить эндосперм от оболочек, не подвергая последние сильному измельчению. Промежуточные продукты будут представлять собой крупки и дунсты, состоящие из частиц различных размеров и отрубянистости. Муку высокого качества вырабатывают только из специально обработанных (обогащенных) крупок. При таких помолах вырабатывают пшеничную муку.

В зависимости от группировки потоков муки сортовые помолы делятся на односортовые и многосортные, а также на упрощенные и развитые.

При упрощенных помолах промежуточные продукты разделяют по качеству на меньшее количество отдельных потоков. Обработывают их либо только в просеивающих машинах, либо с применением нескольких ситовечных машин.

При развитых помолах промежуточные продукты сортируют и про-

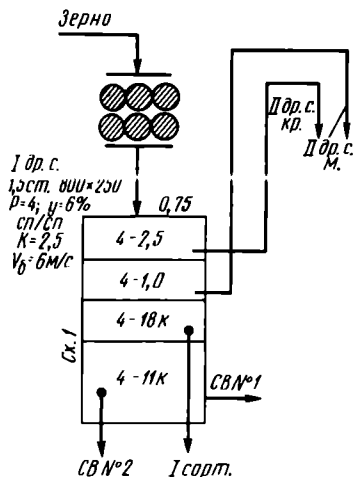


Рис. 92. Схема I драной системы

сеивают особенно тщательно, применяют для их обогащения большое количество ситовеечных машин. Последовательность технологического процесса переработки зерна в муку представляют в виде схемы.

На рисунке 92 показана схема I драной системы, на которой работает 1,5 вальцового станка с вальцами размером 800 x 250. Вальцы рифленые (на рисунке кружки заштрихованы). Прямоугольником обозначен рассев. Сбоку показано, по какой схеме в нем расположены сита, а над ним — число

рассевов, выделенных для данной системы. Цифры внутри прямоугольника показывают число рам, на которые натянуты сита одинаковых номеров (например, четыре рамы с металлотканым ситом № 2, 5). Линии, отходящие от прямоугольника, показывают, на какую систему направляются продукты. Технологическая система — это совокупность измельчающей и просеивающей машины.

Технологический процесс сложного повторительного помола подразделяется на отдельные процессы — крупобразующий (драной), обогащения и размольный. В драном процессе главная задача — получить большее количество крупок и дунстов и меньше муки, а на последних системах — отделить оболочки от эндосперма у конечных продуктов (вымол).

В процесс обогащения входят ситовеечные системы, главная задача которых при помощи воздуха и сил разделить по качеству промежуточные продукты помола (крупные, средние, мелкие крупки и жесткий дунст) и выделить из них свободные частицы оболочек. Процесс обогащения дополняют шлифовочные системы, назначение которых освободить крупки от частиц оболочек, связанных с эндоспермом.

Назначение размольного процесса — получить из промежуточных продуктов максимальное количество муки и на последних системах — вымол конечных продуктов.

§ 4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПОСТРОЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Классификацию применяемых помолов можно представить в следующем виде (рис. 93). В основу построения помолов должны быть положены принципы, обеспечивающие наиболее полное использование

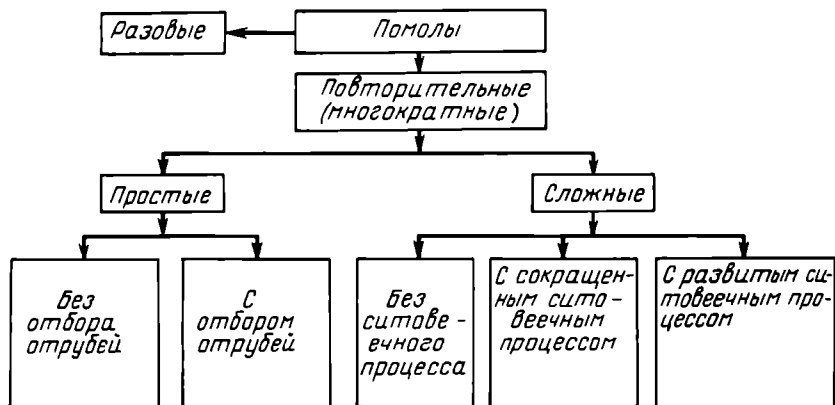


Рис. 93. Классификация помолов

зерна. При этом нужно учитывать, что построение схем помолов зависит от многих факторов, к самым важным из них следует отнести ассортимент выпускаемой продукции, структурно-механические свойства зерна, производительность завода.

К технологическому процессу производства зерна предъявляют следующие требования:

установление оптимальной продолжительности операции и оптимального числа систем, обеспечение максимального выхода продукции высокого качества с учетом структурно-механических свойств зерна, типа помола и наличия технологического оборудования;

непрерывность процесса, определенную последовательность и взаимосвязь между операциями;

прямоточность направления всех промежуточных продуктов измельчения, т. е. получаемые продукты измельчения нельзя отправлять на предыдущие системы измельчения и просеивания (отсутствие заворотов);

минимальный расход энергии на 1 т вырабатываемой продукции;

оптимальная загрузка машин в соответствии с Правилами;

правильное группирование по крупности и зольности продуктов, направляемых на отдельные системы, применение правильных нормативов при построении технологической схемы.

Под типом помола понимают количество сортов муки (продукции), вырабатываемой из пшеницы или ржи базисного качества, а также нормы общего выхода этой продукции и соотношения в нем выхода муки отдельных сортов.

Выходом продукции (общим и по сортам) считают количество выработанной продукции (в целом или по отдельным сортам) в процентах к количеству зерна, поступившего в приемный бункер мукомольного завода для переработки.

65. Виды хлебопекарных помолов мягкой пшеницы и базисные нормы выходов продукции

Продукты помола	Помолы с развитой схемой		Помолы с сокращенной схемой		Помолы с короткой схемой	
	односортный 75 %-ный	трехсортные, двухсортные (высший + + первый; (высший + + второй)	трехсортные с сокращенной схемой, двухсортные (первый + второй), односортный (первый)		односортный 85 %-ный, двухсортные (первый + + второй)	обойный
<i>Основная продукция</i>						
Общий вид муки (%)	От 72 до 75	От 72 до 78	От 75 до 78	От 72 до 75	85, от 75 до 78	96
в том числе:						
высшего сорта	От 72 до 75	От 25 до 65	От 0 до 25	—	—	—
первого "	—	От 10 до 45	От 40 до 65	От 72 до 75	До 40	—
второго	—	До 15	До 30	—	85, до 38	—
<i>Побочные продукты</i>						
Мучка кормовая	От 3,0 до 6,0	От 0 до 6,0	От 0 до 3,0	От 3,0 до 6,0	—	От 0 до 3,0
Отруби	19,3	19,3	19,3	19,3	12,3	10,3
Отходы I и II категорий	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
III категории (без мойки зерна)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Усушка	—	—	—	—	—	0,3
И т о г о	100	100	100	100	100	100

Различают три вида выходов:

базисный — определяют на основе базисных норм качества зерна. По базисным нормам определяют плановые показатели выработки готовой продукции. В таблицах 65, 66 и 67 показаны виды помолов и базисные нормы выхода продукции из зерна базисных кондиций: влажность 14,5 %; зольность зерна, очищенного от сорной примеси, 1,85; сорная примесь 1; вредная примесь 0,1; зерновая примесь 1 %; натура пшеницы 750 г/л, ржи 700 г/л; стекловидность 55 % (для мягкой пшеницы), 75 % (для твердой пшеницы);

66. Виды макаронных помолов твердой и мягкой пшеницы и базисные нормы выходов продукции

Продукты помола	Виды помола		
	твердой пшеницы		мягкой пшеницы
	двухсортные	трехсортные	трехсортные
<i>Основная продукция</i>			
Общий выход муки (%), в том числе:	От 72 до 75	От 75 до 78	От 75 до 78
высшего сорта (крупка)	Не менее 60	От 30 до 55	От 25 до 35
первого сорта (полукрупка)	—	От 10 до 35	От 15 до 40
второго сорта (хлебопекарная)	До 15	До 15	До 20
<i>Побочные продукты</i>			
Мука кормовая	От 3,0 до 6,0	От 0 до 3,0	От 0 до 3,0
Отруби	19,3	19,3	19,3
Отходы I и II категорий	2,0	2,0	2,0
III категории с механическими потерями (без мойки зерна)	0,7	0,7	0,7
Итого	100	100	100

расчетный — определяют на основе учета отклонений фактического качества зерна, направляемого в переработку, от базисного. Расчет выполняют по нормам, приведенным в приложении 3;

фактический — определяют по фактическому количеству выработанной продукции, выраженному в процентах по отношению к количеству зерна, принятого на мукомольный завод для переработки.

Результаты работы мукомольного завода по выходам определяют, сравнивая данные расчетного и фактического выходов. Превышение фактического выхода по сравнению с расчетным называется примолом (учитывается со знаком "+"), а уменьшение — промолот (учитывается со знаком "-").

67. Виды хлебопекарных помолов ржи, смеси ржи и пшеницы, базисные нормы выходов продукции

Продукты помола	Виды помолов					
	сортовые			обойные		
	двухорт- ные	одноорт- ные	ржаной 95 %-ный	ржано-пше- ничный 95 %-ный	пшенично- ржаной, 96 %-ный	
<i>Основная продукция</i>						
Общий выход муки (%),	От 78 до 85	87	63	95	95	96
в том числе:						
сеяной	От 10 до 30	—	63	—	—	—
обдирной	От 48 до 75	87	—	—	—	—
обойной	—	—	—	95	95	96
<i>Побочные продукты</i>						
Мука кормовая	От 0 до 3	—	12			
Отруби	От 12 до 17	10,0	21,5	2,0	2,0	1,0
Отходы I и II кате- горий	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
III категории с ме- ханическими поте- рями (без мойки зерна)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Усушка	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
И т о г о	100	100	100	100	100	100

Все мукомольные заводы должны работать на утвержденных для них видах помолов с выработкой муки в заданном ассортименте.

Нормы выхода и качество всех сортов муки и манной крупы определяются действующими государственными стандартами или временными техническими условиями.

При переработке пшеницы и ржи получают побочные продукты: муку кормовую пшеничную и ржаную, отруби пшеничные и ржаные, отходы от очистки зерна.

Вопросы для самопроверки. 1. Каковы ассортимент и качество продукции трехсортного помола пшеницы? 2. Что положено в основу классификации помолов? 3. Что входит в понятие "повторительный помол"? 4. Какие существуют способы проведения повторительных помолов? 5. Какие факторы положены в основу построения схемы помола? 6. Какие требования предъявляют к технологическому процессу производства муки? 7. Что понимается под типом помола? 8. Что такое выход продукции? 9. Какие требования предъявляются к муке как к пищевому продукту?

ПРОСТЫЕ ПОВТОРИТЕЛЬНЫЕ ПОМОЛЫ

§ 1. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ СХЕМЫ ПОМОЛА ПШЕНИЦЫ И РЖИ В ОБОЙНУЮ МУКУ

Под простыми повторительными помолами понимают обойные помолы пшеницы и ржи, а также односортный ржаной обдирный помол, проводимые по несложным технологическим схемам. Применяют четыре вида обойных помолов: пшеничный, ржаной, ржано-пшеничный и пшенично-ржаной, которые строят на одинаковых принципах. При ржано-пшеничном помоле смесь зерна состоит из 60 % ржи и 40 % пшеницы, при пшенично-ржаном — из 70 % пшеницы и 30 % ржи. Отклонения в соотношении двух культур допускаются в размере $\pm 5\%$.

Простые помолы характеризуются наименее развитым процессом и включают либо один драной процесс, либо драной и сокращенный размольный процессы. В ходе технологического процесса переработки пшеницы и ржи в обойную муку добиваются получения муки лучшего качества на небольшом количестве систем с минимальной затратой энергии и максимальными нагрузками на технологическое оборудование.

При обойном пшеничном помоле выход муки составляет 96, отрубей — 1 %, ржаном соответственно 95 и 2 %. В задачу обойного помола входит измельчение зерна для получения муки с показателями качества, установленными нормами: зольность — для ржи не более 2 %, но не менее чем на 0,07 % ниже зольности зерна до очистки (для пшеницы и ржи); крупность — остаток на металлотканом сите № 067 не более 2 % и проход через шелковое сито № 38 не менее 30 % (для пшеницы и ржи); количество клейковины для пшеничной муки не менее 20 %, качество ее не ниже второй группы (для ржи показатели по клейковине не указывают); цвет муки — для пшеницы белый с желтоватым или сероватым оттенком, для ржи серовато-белый с заметными частицами оболочек зерна.

Гидротермическая обработка зерна в процессе подготовки его к обойному помолу не является обязательным технологическим приемом. Ввиду отсутствия эффективной гидротермической обработки зерна рекомендовано предусматривать сухую очистку его поверхности в обочных или шелушительных машинах типа А1-ЗШН, при этом суммарное количество отходов, получаемых при шелушении и с зерноочистительных машин, не должно превышать общей расчетной нормы отбора отходов.

Обойный помол пшеницы и ржи может осуществляться в вальцовых станках или других измельчающих машинах. При построении схемы

обойных помолов пшеницы и ржи необходимо руководствоваться техническими нормами, указанными в Правилах, в которых предусмотрены: нагрузка на 1 см длины валцов в сутки для пшеницы и ржи 300 кг; нагрузка на 1 м² просеивающей поверхности в сутки для пшеницы и ржи 4500 кг. По схеме технологического процесса обойного помола пшеницы и ржи можно использовать на трех-четырех драных системах.

Число рифлей на 1 см длины окружности валцов колеблется от 4,0...4,5 на I драной системе до 7,0...8,0 на последней. Уклон рифлей 12...14 %, окружные скорости быстровращающихся валцов 6 м/с и более, отношение скоростей 2,5 на всех системах, взаиморасположение рифлей "острие по острию", угол острия от 30 до 35°, угол спинки от 65 до 70° (меньший угол острия и больший уклон рифлей принимают при переработке ржи).

На рассевах для выработки обойной муки применяют сита с размерами отверстий от 560 до 800 мкм. Для дополнительной обработки продуктов с I, II, III драных систем применяют бичевые машины.

Режим измельчения и просеивания продуктов при обойном помоле следует устанавливать с учетом максимального извлечения муки, главным образом на первых двух системах. Практика показала, что с целью интенсификации процесса помола и увеличения содержания в муке фракций мелких частиц целесообразно применять бичевые машины типа МБО для обработки продуктов после валцовых станков, при этом сход бичевых машин направляют в валцовый станок следующей системы, проход – в рассев данной системы.

На рисунке 94 приведена примерная схема технологического процесса обойного помола пшеницы и ржи в хлебопекарную муку на мукомольном заводе производительностью 130 т/сут. В связи с большим вы-

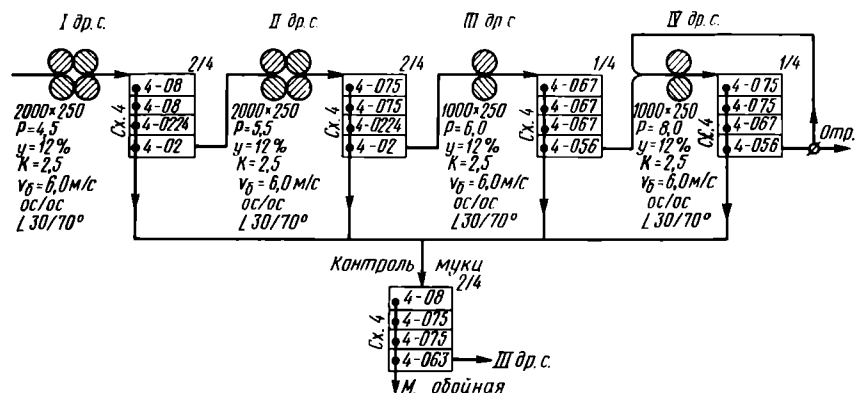


Рис. 94. Примерная схема технологического процесса обойного помола пшеницы и ржи в хлебопекарную муку на мукомольном заводе производительностью 130 т/сут

ходом муки режимы измельчения при обойных помолах применяют низкими, обеспечивающими максимальное извлечение муки по системам. Для выработки стандартной продукции ее контролируют на контрольных рассевах, а затем направляют на выбор. Сита на контрольных рассевах устанавливают на один-два номера реже, чем на рабочих системах.

Режимы измельчения зерна при обойных помолах, рекомендуемые Правилами, приведены в таблице 68.

68. Рекомендуемые режимы измельчения и удельные нагрузки на I–II драных системах при обойных помолах пшеницы и ржи

Дранные системы	Номер контрольного сита	Извлечение, % от массы продукта, поступающего на данную систему	Удельная нагрузка на вальцовую линию, кг/(см·сут)
I	067	40...50	500...700
II	067	50...70	300...400

Техническая характеристика примерной схемы обойного помола приведена в приложении 1, а примерный баланс обойного помола в таблице 69.

69. Баланс обойного ржаного помола, %

Системы	Системы				Мука	Рассев контроля муки	Отруби	Итого по системе
	I	II	III	IV				
I	100	59	—	—	—	41	—	100
II	59	—	23	—	—	36	—	59
III	25,5	—	—	8	—	17,5	—	25,5
IV	8	—	1	—	—	5,0	2	8,0
Итого	—	59	25,5	8	98	99,5	2	—
Рассев контроля муки	99,5	—	1,5	—	98	—	—	99,5

Баланс обычно составляют по отношению к I драной системе, для чего необходимо произвести пересчет базисного выхода готовой продукции, который в данном примере составляет 95 %. Выход отрубей 2 %. Фактическое поступление зерна на I драную систему: 100 % (зерно, поступившее на мукомольный завод) — 2 % (отходы I и II категорий) — 0,7 % (механические потери) — 0,3 (усушка) = 97 %. Определяем, какое количество муки фактически надо взять при базисном выходе муки 95 %:

$$x = \frac{95 \cdot 100}{97} = 98 \text{ \%}$$

§ 2. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ СХЕМЫ ПОМОЛА РЖИ В ОБДИРНУЮ МУКУ

Технологический процесс производства обдирной муки несложен и строится на четырех-пяти драных и двух-трех размольных системах (рис. 95). Для дополнительной обработки продукта после вальцовых станков I, II, III, IV драных систем применяют бичевые машины.

Для вымола сходовых продуктов с V драной системы применяют бичевую машину. Крупочные продукты отбирают на I и II драных системах. На 1-ую размольную систему поступают нижние схода с I и II драных систем.

При обдирном помоле базисный выход муки 87 %, отрубей 10 %, зольность обдирной муки не более 1,45 %, сход с сита № 045 должен быть не более 2 %, а проход через сито № 38 (шелковое) не менее 60 %, мука должна быть серовато-белого цвета. Правилами при односортом 87 %-ном помоле разрешается выработка сеяной муки в количестве до 10 %, при снижении общего выхода на 0,40 % за каждый процент отбора сеяной муки. Рекомендуемые средние удельные нагрузки при обдирном 87 %-ном помоле: на вальцовые станки 100...150 кг/(см·сут), рассева типа ЗРШ 1700...2000 кг/(м²·сут).

Примерное распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности по этапам технологического процесса при 87 %-ном обдирном помоле ржи показано в таблице 70.

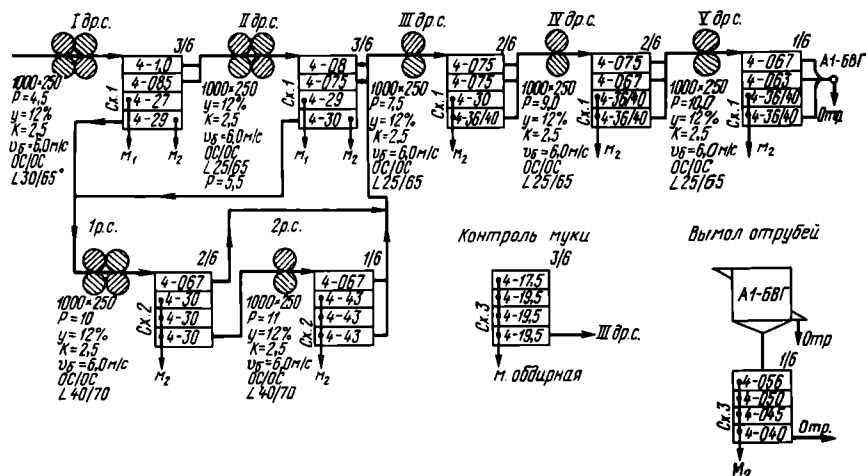


Рис. 95. Примерная схема технологического процесса сортового 87 %-ного помола ржи на мукомольном заводе производительностью 130 т/сут

70. Примерное распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности по этапам технологического процесса

Вид помола	Отношение		Просеивающая поверхность на контроле, муки, %
	длины вальцовой линии размольных и драных систем	площади просеивающей поверхности размольных и драных систем	
Обдирный 87 %-ный помол ржи	0,3...0,5	0,2...0,4	15...20

Режимы измельчения на драных системах при обдирном помоле ржи [проход через сито № 08 (24)] следующие:

Система	Извлечение муки, % к системе
I	45...55
II	55...65
III	55
IV	35

Режим обдирного помола устанавливают с таким расчетом, чтобы на I и II драных системах извлечь необходимое количество продуктов для загрузки 1-й размольной. На остальных системах стремятся получить максимальное количество муки лучшего качества и оболочки с минимальным содержанием эндосперма. Из 87 % муки в драном процессе получается 72...73 % и с размольных систем – 14...15 %.

Ориентировочные показатели извлечения муки по системам, % к I драной системе, при обдирном помоле ржи следующие:

Система	Извлечение муки, %
I	21,2
II	22,8
III	15,5
IV	8,5
V	5
Пересев	3
1-я размольная	9,5
2-я "	6,5
В с е г о на контроль	92
Сход с контроля	5 (не более)
Мука после контроля	87

Техническая характеристика примерной схемы обдирного 87 %-ного помола ржи на мукомольном заводе производительностью 130 т/сут приведена в приложении 2.

Вопросы для самопроверки. 1. Какие помолы относят к простым повторительным? 2. Какие известны выходы муки при простых помолах ржи и пшеницы? 3. Каковы нормы качества обойной муки, получаемой из пшеницы и ржи? 4. Какой режим при обойных и обдирных помолах поддерживают на драных системах? 5. Какие удельные нагрузки для рассевов ЗРШ применяют при обойных помолах?

СЛОЖНЫЕ ПОВТОРИТЕЛЬНЫЕ ПОМОЛЫ РЖИ

§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При сложных повторительных помолах ржи вырабатывают муку сеяную при односортомном помоле с выходом 63 % и сеяную и обдирную при двухсортомном помоле с выходами: сеяной муки 10...30 %, обдирной — 48...75 %. Общий выход продукции при двухсортомном помоле составляет 78...85 %. Обдирная мука, вырабатываемая при этом помоле, имеет такое же качество, как и при односортомном 87 %-ном. Выход отрубей при 63 %-ном помоле составляет 21,5 %, и, кроме того, отбирается 12,5 % кормовой мучки, при двухсортомном помоле отрубей — 12...17 %. Зольность сеяной муки не более 0,75 %, обдирной — не более 1,45 %.

Оболочки зерен ржи толще, чем пшеницы, обладают большей эластичностью и прочностью и крепче связаны с периферийным слоем эндосперма, который имеет вязкую структуру. Этими особенностями и объясняется невозможность при измельчении отделения чистого эндосперма в виде крупок. Получаемый продукт представляет собой частицы эндосперма, на поверхности которых сохранилась значительная часть оболочек. И в смеси этих крупок имеется незначительное количество частиц оболочек, отделенных от эндосперма. Частицы смеси почти не отличаются по скорости витания одна от другой, в связи с чем процесс обогащения при сортовых помолах ржи не применяют.

Построение схем сложных помолов ржи определяется структурно-механическими свойствами зерна, т. е. прочностью эндосперма, в известной мере обусловливаемой стекловидностью зерна, заданным количеством и качеством муки.

При помоле мучнистых сортов ржи, эндосперм которых более хрупкий, чем эндосперм стекловидной ржи, применяют сокращенный драной процесс. Из мучнистой ржи получают больше муки и меньше промежуточных продуктов, характеризующихся мучнистой консистенцией и более прочным срастанием оболочек с эндоспермом. Промежуточные продукты измельчают по сокращенной схеме размольного процесса без предварительного обогащения. Промежуточные продукты из мучнистой ржи легче измельчаются, поэтому на каждой системе извлекают значительное количество муки.

Для стекловидной ржи требуется более развитый драной процесс. Из стекловидной ржи получают меньше муки и больше промежуточных продуктов стекловидной консистенции, однородных по составу, поэтому процесс обогащения также не применяют. Размольный процесс более развит, чем при переработке мучнистой ржи, так как промежуточные продукты труднее измельчаются, и поэтому на каждой системе из-

влекается относительно меньшее количество муки. Наряду с прочностью эндосперма на построение схемы помола оказывают влияние структура, вязкость и толщина оболочек, а также степень срастания их с эндоспермом.

Вязкие и более толстые оболочки ржи оказывают большее сопротивление при измельчении, чем оболочки пшеницы, этим и объясняется повышение удельного расхода электроэнергии на измельчение ржи. Если оболочки плотно срослись с эндоспермом, отделение оставшихся частиц эндосперма от оболочек усложняется. В таких случаях применяют более развитый процесс вымола.

На построение схемы помола значительное влияние оказывает качество вырабатываемой муки, основными показателями которого являются крупность и зольность. Чем более тонкой (и с меньшей зольностью) должна быть вырабатываемая мука, тем более развитой должна быть схема помола. Поэтому схема помола ржи в сеяную и обдирную муку с выходом $15 + 65 \%$ будет менее развита, чем схема помола ржи в сеяную муку с выходом 63% . В первом случае извлекают только 15% муки сеяной, во втором – 63% .

Для удаления пыли из зерна рекомендуется перед драным процессом, особенно при односортном сеяном помоле, пропускать зерно через плющильную машину.

§ 2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ПОМОЛА

Построение схемы технологического процесса при сложных помолах ржи обуславливается структурно-механическими свойствами зерна (стекловидностью, толщиной оболочек), качеством и ассортиментом вырабатываемой муки, крупностью зерна, его зольностью и влажностью. Рожь менее стекловидная и более мучнистая, чем пшеница, поэтому при ее размоле промежуточных продуктов с драных систем получается меньше, а муки больше. Промежуточные продукты мучнистой консистенции более или менее однородны по составу.

Размольный процесс применяют сокращенный, так как при ржаных помолах большую часть муки отбирают с драных систем и меньшую – с размольных. Удлинять размольный процесс не следует: крупки, полученные из ржи, легко измельчаются.

§ 3. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ И СХЕМА ДВУХСОРТНОГО ПОМОЛА РЖИ С ВЫХОДОМ МУКИ 80 %

По Правилам для этого помола предусмотрены нагрузка на 1 см длины вальцов $80...100 \text{ кг}/(\text{см} \cdot \text{сут})$; нагрузка на 1 м^2 просеивающей поверхности $1100...1700 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{сут})$ для рассевов ЗРШ-М. При построении технологической схемы размола зерна руководствуются примерными характеристиками, приведенными в таблице 71.

71. Примерное распределение вальцовой линии и просеивающей поверхности по этапам технологического процесса

Вид помола	Число систем		Отношение		Просеивающая поверхность на контроле муки, %
	драных	размольных	длины вальцовой линии размольных и драных систем	площади просеивающей поверхности размольных и драных систем	
Двухсортный 80 %-ный помол ржи	4...5	3...5	0,6...1,0	0,5...0,8	15...20

Для интенсификации измельчения в драном процессе применяют взаиморасположение рифлей мелющих валцов "острие по острию" при следующих основных параметрах:

число рифлей на 1 см — от 4,5 на I драной системе до 10 на V драной системе;

уклон рифлей — от 8 до 12 %;

профиль рифлей с углом острия от 25 до 30 ° с углом спинки 65°;

скорость быстровращающегося вальца — 6 м/с;

отношение окружных скоростей валцов — 2,5.

Режимы измельчения, характеризуемые проходом через сито № 08 (24), ориентировочно составляют для I драной системы 40...50 %, для II драной системы 50...60 %. Удельную нагрузку на I драную систему устанавливают в интервале 600...800 кг/(см·сут).

В размольном процессе применяют нарезные валцы со следующими параметрами:

взаиморасположение рифлей "острие по острию";

число рифлей на 1 см — от 9 на 1-й размольной системе до 11 — на последней;

уклон рифлей соответственно 8...12 %;

профиль рифлей с углом острия 35...40°, с углом спинки 65...70°;

скорость быстровращающегося вальца — от 5 до 6 м/с;

отношение окружных скоростей нарезных валцов — 2,5; а

валцов с микрошероховатой поверхностью — 1,25 (валцы с микрошероховатой поверхностью могут быть установлены в станках на 1...2-й размольных системах, где используют также энтолейторы или деташеры для улучшения качества и хлебопекарных свойств муки).

Удельные нагрузки на головных размольных системах устанавливают в диапазоне 200...300 кг/(см·сут), на остальных — 150...200 кг/(см·сут) (меньшие значения принимают для валцов с микрошероховатой поверхностью).

Для улучшения качества и хлебопекарных свойств муки данного

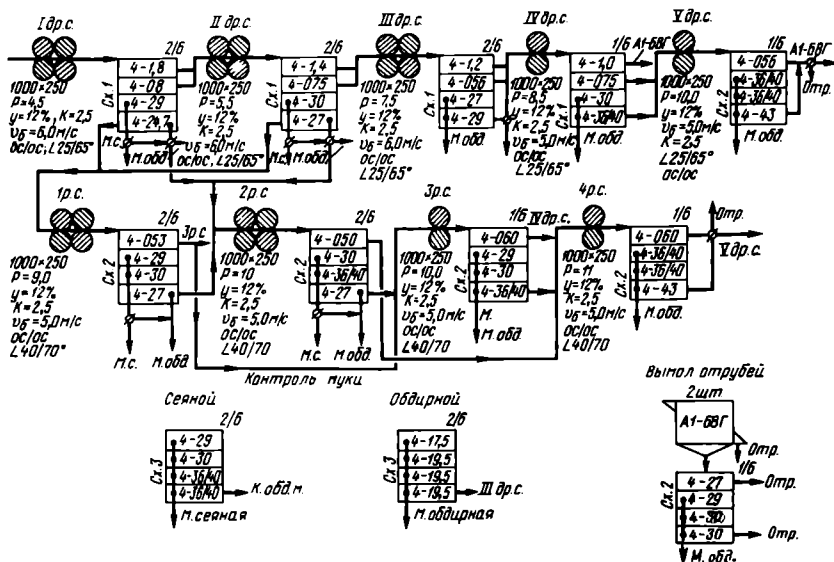


Рис. 96. Примерная схема технологического процесса двухсортного 80 %-ного помола ржи на мукомольном заводе производительностью 130 т/сут

сорта ее отбор в начале технологического процесса осуществляют через сита на два-три номера реже, чем в конце процесса. На рисунке 96 приведена примерная схема технологического процесса двухсортного 80 %-ного помола ржи, а в приложении 3 ее техническая характеристика.

§ 4. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ И СХЕМА ПОМОЛА РЖИ С ВЫХОДОМ 63 % СЕЯНОЙ МУКИ

Технологический процесс производства сеяной муки значительно сложнее, чем двухсортный помол ржи. Объясняется это не только требующей тонкостью муки, но и физическими свойствами ржи. Из центральной части сравнительно легко разрушающегося эндосперма получают примерно 20...22 % муки зольностью 0,35...0,45 %, но периферийная часть эндосперма относительно прочно связана с алейроновым слоем и при механическом воздействии трудно отделяется от оболочек. Поэтому в процессе размола на средних и особенно на последних системах мука образуется в результате одновременного измельчения периферийного слоя эндосперма и оболочек. Для максимального использования зерна необходимо при этом помоле тщательно формировать и готовить партии, а также правильно строить схему помола. Этот помол как менее рентабельный проводят лишь на некоторых мукомольных заводах,

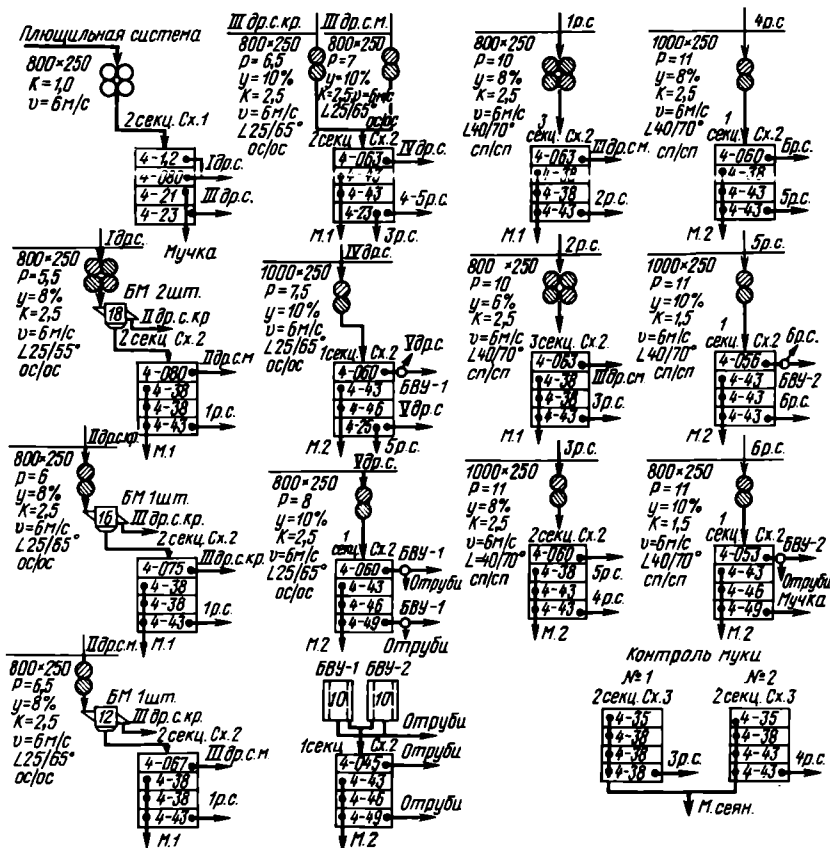


Рис. 97. Примерная схема 63 %-ного сеяного помола ржи в хлебопекарную муку на мукомольном заводе производительностью 110 т/сут

72. Ориентировочные показатели извлечения муки и крупки по системам при 63 %-ном помеле ржи (в % к I драной системе)

Система	Крупка	Мука	Система	Крупка	Мука
Плющильная	—	1 % кор- мовой мучки	1-я размольная	—	9,0
I драная	17	7,0	2-я "	—	8,0
II "	15	10,5	3-я	—	5,5
III "	3	6,5	4-я	—	4,0
IV "	—	5,0	5-я	—	3,5
V "	—	3,0	6-я	—	2,5

Система	Крупка	Мука	Система	Крупка	Мука
Пересев проходов бичевых машин	—	1,0	Итого по раз- мольному процессу	—	32,5
Итого по драно- му процессу	35,0	33,0	Всего на конт- роль		65,5
			Сход с контроля	2,5	2,5
			Мука после конт- роля		63,0

расположенных в районах с повышенным спросом на сеяную муку.

Основная особенность схемы заключается в применении плющильной подготовительной системы, которая не только удаляет пыль из бороздки, но и предварительно дробит зерно, облегчая процесс последующего измельчения его на I драной системе (рис. 97).

Технологический процесс производства сеяной муки ведут на двух технологических линиях с числом систем: драных — четыре — семь (включая плющильную), размольных — пять — семь; отношение $I_p/I_{др} = 0,7...0,9$; $F_p/F_{др} = 0,7...1$; $F_{контр} = 10...12$ %.

В приложении 4 приведены параметры работы вальцовых станков.

На плющильной системе выделяется 0,5...1 % муки (зольность 3,5...3,8 %), которую направляют в кормовую муку (кормовую муку получают проходом через сита № 20к...23к). В результате предварительного плющения зерна с I драной системы получают муку более высокого качества.

Муку сеяную по системам отбирают проходом сит № 43к, 46к, 49к, 52к. В таблице 72 приведены ориентировочные показатели извлечения муки и крупки по системам. Крупочными системами являются I, II и частично III драная. В расसेве контроля муки надо устанавливать редкие сита для просеивания муки лучшего качества и густые сита для просеивания муки более низкого качества.

Извлечение крупок и дунстов с драных систем в проходе через сито № 08 составляет на I драной системе 25...35, на II — 35...45 % к системе. На 1-й размольной системе мука составляет 25...35, на остальных — 35...40 %. Сход с последней размольной системы должен быть не более 2...3 %.

В приложении 5 приведена техническая характеристика 63 %-ного сеяного помола ржи для мукомольного завода производительностью 110 т/сут. Ориентировочный баланс 63 %-ного помола ржи представлен в таблице 73.

258 73. Количественный баланс односортового 63 %-ного помола ржи

Система	Нагрузка, %	Плющиль- ная ма- шина	Дранные системы						Вымольные машины		Пересев
			I	II	III	IV	V	VI	№ 1	№ 2	
Плющильная		100	90		8,9						
I драная	90			65							
II "	65				38,6						
III	47,5					37,6					
IV	37,6						33,4				
V	33,4							12,4	18,5		
VI	12,4								5,3	3,5	11,9
Вымольная машина № 1	23,8										5,3
" " № 2	10,6										
Пересев	17,2										
1-я размольная	26,8										
2-я "	17,8										
3-я	14,2										
4-я	13,7										
5-я	10,1										
6-я	7,7									0,3	
7-я	7,8									6,3	
Рассев контроля сеяной муки:											
первый поток	52,5										
второй "	15,6										
Итого		100	90	65	47,5	37,6	33,4	12,4	23,8	10,6	17,2

Продолжение

Система	Размольные системы							Рассев контроля сеяной муки		Мука	Мучка	Отруби	Итого
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	первый поток	второй поток				
Плющильная											1,1		100
I драная	14,3		3,4					7,3					90
II "	12,5	3,1						10,8					65
III			3,1					6,8					47,5
IV									4,2				37,6
V									2,5				33,4
VI							2,0		1,6				12,4
Вымольная машина № 1												11,9	23,8
" " № 2									1,1			5,3	10,6
Пересев		14,7		2,7				9,4			14,5	1,6	17,2
1-я размольная			7,7	1,8				8,3					26,8
2-я "				7,1	1,4			5,7					17,8
3-я					8,3	1,2		4,2					14,2
4-я						5	1,0		2,6				13,7
5-я							4,8		2,1				10,1
6-я									1,5				7,7
7-я													7,8
Рассев контроля сеяной муки:													
первый поток				2,1						50,4			52,5
второй "					0,4					15,2			15,6
Итого	26,8	17,8	14,2	13,7	10,1	7,7	7,8	52,5	15,6	65,6	15,6	18,8	

Вопросы для самопроверки. 1. Какие факторы определяют построение технологической схемы? 2. Сколько процессов и систем при двухсортном помоле ржи? 3. Какова характеристика технологической схемы помола ржи с выходом 63 % сеяной муки?

Глава XIX

СЛОЖНЫЕ ПОВТОРИТЕЛЬНЫЕ ПОМОЛЫ ПШЕНИЦЫ С СОКРАЩЕННЫМ ПРОЦЕССОМ ОБОГАЩЕНИЯ

§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Сложными повторительными помолами пшеницы с сокращенным процессом обогащения являются помолы пшеницы с выработкой муки второго сорта. Выход муки составляет 85 %, отрубей 12,3, отходов всех категорий с механическими потерями 2,7 %. Качество муки не должно отличаться от качества муки второго сорта, вырабатываемой при многосортных помолах пшеницы. Этот тип помола применяют на мукомольных заводах, технически менее оснащенных и с сокращенным технологическим процессом.

При поступлении в переработку партий пшеницы с наличием зерен проросших, поврежденных клопом-черепашкой, морозобойных и других, отличающихся от основного зерна плотностью, в схеме подготовки зерна к помолу рекомендовано устанавливать концентратор. Для улучшения хлебопекарных свойств муки легкую фракцию зерна (3-й проход) концентратора целесообразно обрабатывать в шелушилельных машинах А1-3ШН-3, при этом суммарное количество отходов шелушения и зерноочистительных машин не должно превышать общей расчетной нормы отходов.

§ 2. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ И СХЕМА ПОМОЛА ПШЕНИЦЫ С ВЫХОДОМ 85 % МУКИ

На рисунке 98 приведена технологическая схема односортного помола пшеницы с выходом муки 85 % на мукомольном заводе производительностью 110 т/сут. Примерное распределение вальцово-просеивающей поверхности по этапам технологического процесса при односортном 85 %-ном помоле пшеницы такое же, как при двухсортном 80 %-ном помоле ржи (см. табл. 71). Схема помола состоит из драного процесса, сокращенного процесса обогащения и размольного процесса. Драной процесс предусматривает пять систем.

Для повышения эффективности сортирования продуктов измельчения после вальцовых станков I...IV драных систем обработку продукта проводят в радиально-бичевых машинах. Число рифлей на 1 см

260

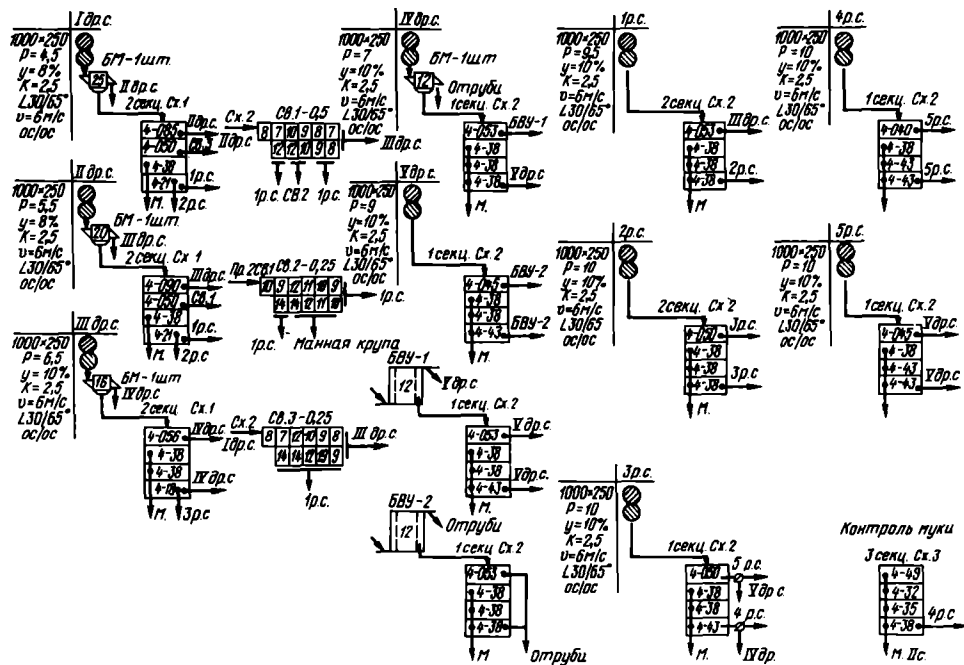


Рис. 98. Примерная схема 85 %-ного помола мягкой пшеницы в хлебопекарную муку на мукомольном заводе производительностью 110 т/сут

на I...V драных системах 4,5...10. Уклон рифлей на I и II драных системах 8 %, на III и IV – 10 и на V драной системе 10...12 %.

Окружная скорость быстровращающегося вальца 6 м/с, отношение окружных скоростей 2,5, взаиморасположение рифлей на I...V драных системах "острие по острию". Сита в отсеках устанавливают с учетом размеров частиц измельченного зерна.

Так, в отсеке I драной системы (при работе в отсеках типа ЗРШ, схема № 1) приемные сита устанавливают проволочные: первые четыре сита № 085 и вторые четыре № 050. На каждой последующей системе размеры отверстий сита соответственно уменьшают, оставляя на V драной системе первые четыре сита № 045.

Процесс обогащения состоит из трех систем. Обогащению подвергается крупная крупка I и II драных систем. Манную крупу отбирают из крупной крупки II драной системы после двукратного обогащения в ситовечной машине.

В размольном процессе применяют пять систем, оболочки вымалывают совместно со сходами, поступающими на V драную систему. Для отбора муки второго сорта на всех системах применены мучные сита № 43к...46к...49к. Число рифлей на 1 см длины окружности вальцов размольных систем 9...11, уклон рифлей 8...12, окружная скорость быстровращающегося вальца 6 м/с, отношение окружных скоростей 2,5. Взаиморасположение рифлей "острие по острию".

В отсеках размольных систем приемные сита устанавливают металлканые: на 1-й – № 040...053, на 2-й и 3-й – № 053...050, на 4-й – № 050...040 и на 5-й – № 045.

Соотношение длины вальцовой линии и просеивающей поверхности по системе приведено в таблице 74.

74. Примерное соотношение длины вальцовой линии и просеивающей поверхности по системам при одиосортном 85 %-ном помоле пшеницы

Дранные системы	Длина вальцов, %	Просеивающая поверхность рассевов, %	Размольные системы	Длина вальцов, %	Просеивающая поверхность рассевов, %
<i>Драной процесс</i>			<i>Размольный процесс</i>		
I	20...26	19...25	1-я	17...20	16...23
II	20...26	19...25	2-я	17...20	16...23
III	20...26	12...19	3-я	17...20	16...23
IV	11...20	12...19	4-я	12...17	16...23
V	11...20	12...19	5-я	12...17	12...16
			6-я	10...17	12...16
Просеивание проходов вымольных бичевых машин		7...12			
Итого	100	100	Итого	100	100

Удельные нагрузки на 1 см длины вальцовой линии 80...100 кг/сут, на 1 м² просеивающей поверхности 1100...1700 кг/сут в отсевах типа ЗРШ и на 1 см ширины сит ситовечных машин 800...1000 кг/сут.

Технологический режим характеризуется большим выходом муки в драном процессе. В таблице 75 приведены ориентировочные режимы работы драных систем.

75. Режимы работы драных систем

Показатели	Дранные системы			
	I	II	III	IV
Проход через сито №	1	08	38	38
Извлечение, % от массы продукта, поступающего на драную систему	45...55	50...60	30...40	25...30

На I и II драных системах отбирают до 45 % крупок и дунстов, в том числе крупной крупки 16 % зольностью 1,4...1,6 %, средней и мелкой крупок 18 % зольностью 0,80...0,90 % и дунстов 11 % зольностью 0,6...0,7 %. Средневзвешенная зольность крупок и дунстов колеблется в пределах 1,2...1,25 %. Общий выход муки в драном процессе составляет 52 % и средневзвешенная зольность 1,2...1,22 %. Режим работы систем должен обеспечить максимальное извлечение муки.

В таблице 76 приведены данные об извлечении и зольности муки на размольных системах.

76. Извлечение муки и ее зольность на размольных системах при односортом 85 %-ном помоле пшеницы (по Л. Е. Айзиковичу)

Размольные системы	Извлечение муки, %		Зольность, %
	к I драной системе	к данной системе	
1-я	17,0	50...55	0,77
2-я	13,0	40...50	0,80
3-я	8,0	40...50	1,36
4-я	4,2	35...40	1,64
5-я	3,6	30...35	2,25

Общий выход муки по помолу в целом 86...87 % от массы зерна, поступившего на I драную систему, со средневзвешенной зольностью 1,22...1,24 %.

СЛОЖНЫЕ ПОМОЛЫ ПШЕНИЦЫ С РАЗВИТЫМ ПРОЦЕССОМ ОБОГАЩЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, ОСНАЩЕННЫХ ТРАДИЦИОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

§ 1. ЭТАПЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Для получения сортовой муки высокого качества необходимо отделить эндосперм от оболочек без их значительного измельчения. Для этого по мере дробления зерна свободные от оболочек частицы эндосперма отсортировывают. Их направляют в размол отдельно от других, более отрубянистых частиц зерна. Продукты помола сортируют по крупности частиц и степени их отрубянистости. Сортирование промежуточных продуктов по крупности обусловлено необходимостью подачи в измельчающие машины (вальцовые станки) однородного по крупности продукта для получения максимальной эффективности измельчения.

Необходимость сортирования продуктов по качеству вызывается стремлением наиболее полно отделить оболочки от эндосперма и выделить оболочки в виде отрубей. Степень крупности и качество муки регулируют соответствующим подбором нумерации сит. Более густые сита увеличивают количество отбираемых отрубей при одновременном уменьшении крупности муки и улучшении ее качества. Весь сортовой помол состоит из трех процессов: драного (крупнообразующего), обогащения, шлифованного и размольного. Сортной помол завершается формированием и контролем муки.

§ 2. ДРАНОЙ ПРОЦЕСС

Назначение драного процесса. В общей схеме переработки зерна в муку назначение драного процесса заключается в том, чтобы раздробить зерно на сравнительно крупные частицы. При этом необходимо извлечь из эндосперма на первых драных системах возможно большее количество промежуточных продуктов в виде крупок и дунстов с минимальной зольностью и небольшое количество муки, а на последних системах отделить от оболочек оставшиеся частицы эндосперма. Поэтому драной процесс подразделяется на два этапа: отбор крупок и дунстов, вымол.

Дранные системы состоят из вальцовых станков с рифленой поверхностью, соединенных внутризаводским транспортом (механическим или пневматическим) с просеивающими машинами. Системы связаны между собой так, что верхний сход с просеивающей машины предыдущей системы поступает на вальцовый станок последующей системы. Исключени-

ем является I драная система, получающая для переработки целое зерно, и последняя драная система, верхний сход с которой является отрубями. Мука с драных систем в зависимости от ее качества поступает в потоки муки первого или второго сортов. Все остальные продукты (кроме верхних сходов), получающиеся на драных системах, являются промежуточными и направляются на обогащение и размол.

Техническая характеристика. В схемах технологического процесса многосортных (с общим выходом муки 75...78 %) и односортного помолов (с выходом 72 % муки первого сорта) драной процесс должен строиться с учетом требований Правил. Эти требования в основном сводятся к следующему:

число драных систем – пять-шесть;

окружная скорость быстровращающихся валцов – 5...6 м/с, отношение окружных скоростей быстро- и медленновращающихся валцов – 2,5;

число рифлей на I драной системе – 4,0...4,5, на последней – до 11 на 1 см. Число рифлей на мелких системах увеличивается на 0,5...1,5 по сравнению с аналогичной крупной системой; уклон рифлей – на 4...6, 8...9 %;

в зависимости от технологических свойств зерна взаиморасположение рифлей рекомендуется применять: на I, II и III драных системах при стекловидности зерна выше 40 % – "спинка по спинке" и ниже 40 % – "острие по острию"; на остальных драных системах – "спинка по спинке";

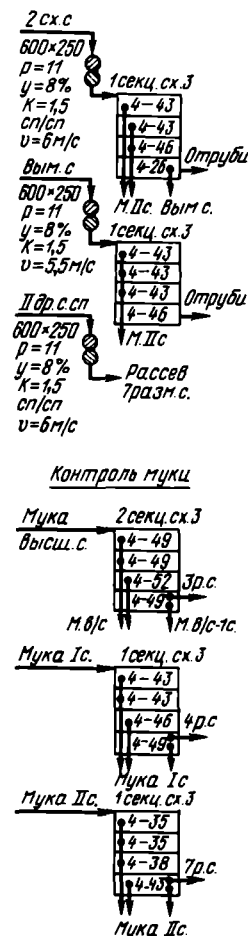
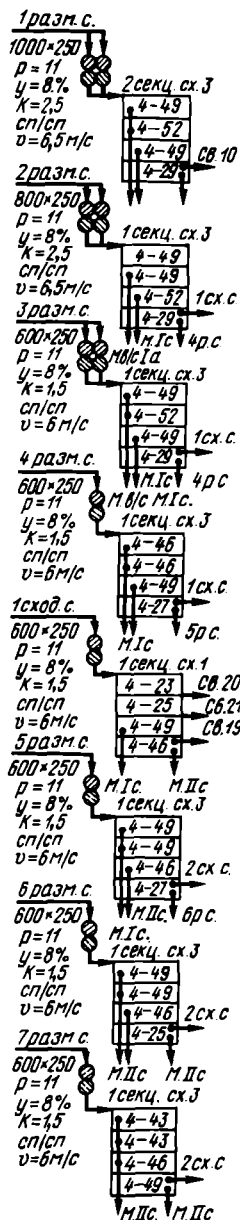
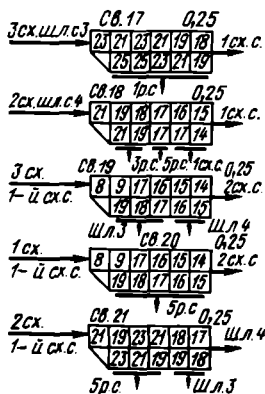
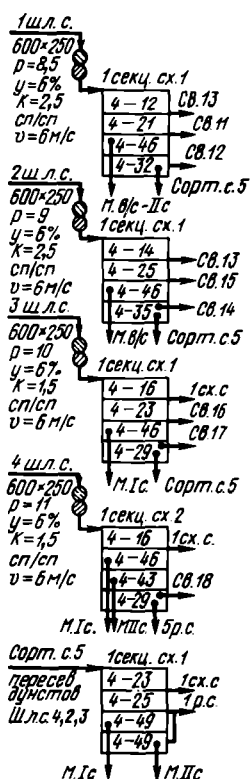
общий угол заострения рифлей должен быть в пределах от 90 до 110°, в том числе угол острия от 30 до 40°, угол спинки от 60 до 70°. Большие углы заострения и углы граней применяют на последних (V...VI) драных системах.

Для более эффективного вымола сходовых продуктов в драном процессе предусматривается применение и вымольных бичевых машин.

Деление систем на крупные и мелкие. Эффективность измельчения продукта в валцовых станках в значительной степени зависит от однородности поступающего продукта. Расстояние между рабочими вальцами устанавливают в зависимости от крупности фракции измельчаемого продукта. Состав верхнего схода любой драной системы чрезвычайно неоднороден, состоит из смеси крупных и сравнительно мелких частиц. Если эта смесь направляется на следующую по схеме систему, на которой зазор между вальцами установлен с ориентацией на крупные частицы, то мелкие продукты будут проходить через станок без воздействия на них валцов, что приведет к бесполезной загрузке станка и просеивающей машины данной системы.

Если же расстояние между вальцами равнять по мелкой фракции продукта, то крупные частицы будут вынуждены проходить через более узкое мелющее пространство, что приведет к излишнему дроблению оболочек.





завода производительностью 175 т/сут

Для создания нормального и правильного режима работы драных систем на мукомольных заводах сортового помола при наличии на них достаточного количества технологического оборудования рекомендуется сходовые продукты со II, III, IV или III и IV драных систем измельчать раздельно (на крупных и мелких системах), а после станков просеивать их совместно или раздельно.

Применение сортировочных систем. Схемы движения продуктов в отсевах головных драных систем (I, II и III) не позволяют четко разделить продукт на фракции, поэтому на мукомольных заводах сортового помола вводится двухэтапное сортирование, которое заключается в следующем. На первом этапе сортирования в отсеве драной системы, в который поступает смесь продукта, измельченного в вальцовом станке, отдельными фракциями получают верхние схода, крупную и среднюю крупки. На втором этапе все остальные продукты (мелкую крупку, дунст и муку) в смеси направляют на дополнительное сортирование. Крупки и дунст, отсеянные в этих отсевах, направляют на соответствующие технологические процессы, муку — в контрольный отсев.

В зависимости от производительности мукомольного завода смеси группируют по одному из вариантов: раздельное направление потоков смесей с I, II и III драных систем на 1, 2 и 3-ю сортировочные; совместное сортирование смесей с I, III драных систем в 1-й сортировочной и отдельное со II драной системы во 2-й сортировочной.

На рисунке 99 показана схема трехсортного 75...78 %-ного помола пшеницы мукомольного завода производительностью 175 т/сут. Схема предусматривает пять драных систем. Все системы (кроме I драной) разделены на крупные и мелкие. Установлены отсевы ЗРШ-4М.

Сортирование мелких продуктов с I, II драной мелкой и III драной систем объединено на сортировочной системе № 1, а со II драной крупной системы — на сортировочной системе № 2. Муку, полученную на сортировочных системах № 1 и 2 и IV драной системе, направляют в первый сорт, а с V драной системы — во второй сорт. Для обработки верхних сходов с IV и V драных систем применяют бичевые машины с цилиндрами из металлического сита с отверстиями ϕ 0,8 мм.

Порядок подбора сит для драного процесса. Сита в отсевах устанавливают с учетом размеров частиц разрушенных зерен, идущих сходом с одной системы на другую, промежуточных продуктов, непосредственно выводимых из отсева самостоятельными фракциями, и смесей, направляемых на сортировочные системы, в которых завершается разделение этих смесей на исходные фракции крупок и дунстов, а также отсева муки. Так, в отсеве I драной системы устанавливают для верхнего схода проволочные сита № 2,5...2 и для второго схода — № 1,2...1. На каждой последующей системе размеры отверстий сит соответственно уменьшают. Так, например, на IV драной системе для верхнего схода устанавливают сито № 1...090 и для второго схода — № 063...060. Для получения смеси (мелкой крупки, дунста и муки) также служат прово-

лочные сита № 045...040 или капроновые 16к...17к. На II драной системе для этих продуктов можно ставить сита № 045...040 (или 15к...17к).

На нижних рамах рассевов I и II драных систем применяют также проволоочные или капроновые сита, сходом с которых получают крупную крупку, проходом — среднюю. На I и II драных системах устанавливают сита № 060...053 (12к...14к). На III драной системе сходом нижних сит № 050...045 (15к...17к) отбирают среднюю крупку, проходом — мелкую. На IV драной системе вслед за верхними ситами устанавливают мучные сита № 46к...49к, за ними — дунстовые № 25к.

Вымол в драном процессе осуществляется на последних драных системах в бичевых и щеточных машинах. Задача этих систем заключается в отделении остатков эндосперма от оболочек. Обработка верхних сходов с IV и V драных систем в бичевых машинах обеспечивает интенсивный вымол оболочек и извлечение муки. Бичевые машины более эффективно вымалывают крупные оболочки, а щеточные — мелкие. В бичевых машинах остатки эндосперма от оболочек отделяются в результате ударного воздействия бичей на обрабатываемый продукт, взаимотрения частиц продукта и трения их об элементы подвижных рабочих органов машины, а также при прохождении продукта через отверстия в ситовом цилиндре. Такое воздействие на отрубянистый продукт способствует нарушению связей между оболочками и алейроновым слоем, интенсивному измельчению эндосперма, менее значительному разрушению оболочек.

В системах сортирования первые двенадцать сит мучные № 46к...49к, последние сита № 20к...25к. Сход с них — мелкая крупка, проход — дунст.

Режим работы вальцовых станков драных систем. Режим работы должен обеспечивать заданную степень измельчения зерна или его частей. Характеризуется показателями общего и частного извлечения.

Общее извлечение представляет собой отношение массы продуктов, полученных в драной системе проходом через определенное сито и направленных на другие операции и процессы, к массе зерна, подаваемого на I драную систему, либо к нагрузке на драную систему, выраженное в процентах.

Частное извлечение — это отношение массы определенной фракции продукта, полученной с данной системы и направленной на другие операции и процессы, к массе зерна, поступившего на I драную систему, либо к нагрузке на данную систему, выраженное в процентах.

В том и другом случаях учитывают величину недосева, содержащегося в продукте, поступившем в вальцовый станок данной системы.

Общее извлечение определяют по формуле

$$I_{\text{общ}} = \frac{(I_{\text{с}} - H) Q_{\text{с}}}{100},$$

где I_c – извлечение после пропуска через станок к массе продукта, поступившего на данную систему, %; H – недосев в продукте, поступившем на данную систему, % к системе; Q_c – поступление продукта на I драную систему, %.

Рекомендуемые режимы измельчения зерна на драных системах при многосортных помолах приведены в таблице 77.

77. Режим измельчения на драных системах

Показатели	Дранные системы			
	I	II	III	IV
Проход через сито №	1	1	08	056
Извлечение, % от массы продукта, направляемого на данную систему	20...35	50...60	35...50	25...40

Величину извлечения по системам устанавливают в процессе эксплуатации в зависимости от структуры зерна и количества драных систем, участвующих в технологическом процессе.

Режим измельчения (фактический) контролируют проведением ситового анализа:

проверяют (органолептически) степень загрузки станка и равномерность измельчения продукта по всей длине мелющей зоны;

отбирают средний образец продукта, поступающего в станок (кроме I драной системы), и после прохода его через валцы (в навеске продукта до станка определяют недосев);

от каждого образца отбирают навеску массой 100 г;

каждую навеску просеивают в рассеве-анализаторе в течение 5 мин на соответствующем сите;

по окончании просеивания проход через сито взвешивают на технических весах и выражают в процентах к массе навески.

Степень извлечения продукта на данной системе (режим ее работы) в процентах определяют по упрощенной формуле

$$I = a - b,$$

где a – количество прохода в продукте после станка; b – количество прохода в продукте до станка (недосев).

Режим работы драных систем в соответствии с приведенными выше показателями извлечения и в зависимости от стекловидности зерна должен ориентировочно обеспечить получение соответствующего количества крупок и дунстов.

Крупки и дунсты первого качества отбирают с I, II и III драных систем, крупки второго качества – с IV драной системы и дунсты второго качества – с IV по VI драную систему. Ориентировочные показатели извлечения крупок, дунстов и муки с I...III драных систем приведены в таблице 78.

78. Ориентировочные показатели извлечения крупок, дунстов и муки с I...III драных систем при многосортных хлебопекарных помолах мягкой пшеницы, % от массы зерна, поступающего на I драную систему

Дранные системы	Крупка			Итого крупок	Дунст	Итого крупок и дунстов	Муки	Итого извлечение продуктов
	крупная	средняя	мелкая					
Стекловидность пшеницы выше 60 %								
I	6,0	4,0	1,5	11,5	2,0	13,5	1,5	15
II	17,5	11,0	5,5	34,0	6,0	40,0	6,0	46
III	—	5,5	3,0	8,5	4,0	12,5	3,5	16
Итого	23,5	20,5	10,0	54,0	12,0	66,0	11,0	77
Стекловидность пшеницы 40...60 %								
I	5,5	4,0	1,5	11,0	2,5	13,5	1,5	15
II	15,0	11,5	5,5	32,0	7,0	39,0	7,0	46
III	—	4,0	3,0	7,0	4,5	11,5	4,5	16
Итого	20,5	19,5	10,0	50,0	14,0	64,0	13,0	77
Стекловидность пшеницы до 40 %								
I	5,0	3,5	2,5	11,0	2,5	13,5	1,5	15
II	12,0	12,0	6,5	30,5	8,0	38,5	7,5	46
III	—	2,0	2,5	4,5	5,5	10,0	6,0	16
Итого	17,0	17,5	11,5	46,0	16,0	62,0	15,0	77

Из приведенных данных видно, какое влияние на выход крупок и дунстов оказывает стекловидность пшеницы.

§ 3. ПРОЦЕСС СОРТИРОВАНИЯ ПО КАЧЕСТВУ КРУПОК И ДУНСТОВ (ОБОГАЩЕНИЕ)

Обогащение крупок и дунстов при переработке пшеницы в сортовую муку является важным звеном общей цепи технологического процесса мукомольного завода. Хорошо организованная и налаженная работа ситовеечных машин, четкая группировка потоков крупок по однородности, по крупности и качеству, направляемых на обогащение, позволяет предприятию увеличивать выхода муки высоких сортов и улучшить качество всех сортов муки.

Правила рекомендуют группировать крупки после просеивающих машин перед обогащением в следующие потоки:

крупная крупка — отдельно с каждой драной системы. Для мукомольных заводов малой производительности, имеющих недостаточное количество ситовеечных машин, допускается в порядке исключения объединять крупки и дунсты с I и III драных систем для совместной обработки;

79. Ориентировочный количественный баланс процесса обогащения при сортовом помоле пшеницы стекловидностью 40...60 %

Продукты	Поступает в машину, % от массы зерна, поступившего на I драную систему	Поступает с машины, % от массы зерна, поступившего на I драную систему					
		Крупки			Всего крупок и манной крупы	Сход	Относы
		на шлифовочную систему	манная крупа	в размол			
<i>Крупки и дунсты первого качества</i>							
Крупа крупная:							
с I и II драных систем	25,0	17,0	2,0	1,5	20,5	3,5	1,0
с III драной системы	5,5	4,0	—	—	4,0	1,0	0,5
Крупа средняя и мелкая с I, II и III драных систем	20,5	8,5	—	10	18,5	1,5	0,5
Итого	51,5	29,5	2,0	11,5	43,0	6,0	2,0
Дунст жесткий с I, II и III драных систем	6,0	—	—	5,5	5,5	0,5	—
Всего	57,0	29,5	2,0	17,0	48,5	6,5	2,0
Крупки со шлифовочных систем	21,0	1,5	—	17,5	19,0	1,5	0,5
<i>Крупки и дунсты второго качества</i>							
Крупа с IV драной системы	4,0						
Крупа после просеивания отягивающих с ситовеечных машин	1,5	2,5	—	1,5	4,0	1,0	0,5
Крупа в сходе с ситовеечных машин	8,0	4,0	—	1,5	5,5	1,5	1,0
Итого	13,5	6,5	—	3,0	9,5	2,5	1,5
Крупа со шлифовочных систем	6,0	—	—	4,0	4,0	1,5	0,5

средняя крупка с I и II драных систем — отдельно или совместно, с III драной системы — отдельно;

мелкая крупка с I, II и III драных систем после отсева дунста и муки — отдельно или совместно, с IV драной — отдельно;

жесткий дунст — отдельно с каждой драной системы. Допускается смешивание дунста только с I и III драных систем.

Так как после шлифовочных систем в смеси крупок содержатся свободные частицы оболочек, то для их отделения среднюю и мелкую крупку также обогащают. Иногда обогащают мелкую крупку (нижний сход) с 1-й и 2-й размольных и 1-й сходовой систем.

Обогащение занимает значительное место в общей схеме технологического процесса всего мукомольного завода. В таблице 79 приведен баланс процесса обогащения.

На рисунке 100 приведена схема обогащения с использованием двухступенчатых ситовеечных машин. Ситовеечная машина в схеме показана в виде прямоугольника, расщепленного на мелкие квадраты (секции), в которых указаны номера сит, установленных в данной секции. Результатом процесса обогащения следует считать количественно-качественные изменения состава фракций обогащенного продукта, что позволяет определить правильное направление получаемых фракций по системам для их дальнейшей переработки. Контроль за ходом процесса обогащения заключается в систематической проверке равномерности загрузки

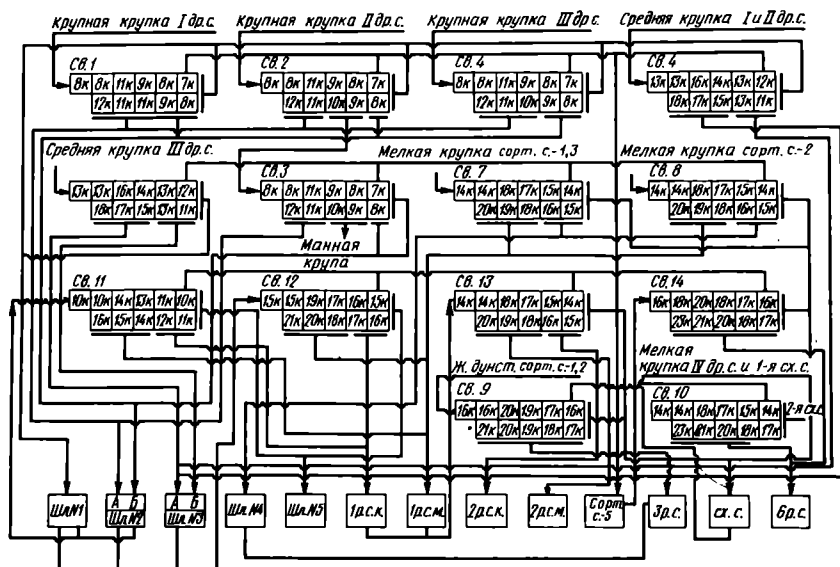


Рис. 100. Схема обогащения с использованием двухступенчатых ситовеечных машин

сит ситовечной машины, степени их очистки (по характеру схода с машины), степени очистки каждой фракции продукта от оболочечных частиц (органолептические или определением зольности).

§ 4. ОТБОР МАННОЙ КРУПЫ

На мукомольных заводах сортового помола пшеницы, кроме муки высшего, первого и второго сортов, вырабатывается до 2 % манной крупы. Схема отбора манной крупы показана на рисунке 101.

Манную крупу отбирают в процессе помола из потока крупки II драной системы крупной (более добротной, чем с других систем). Крупную крупку со II драной системы направляют на ситовечную машину для обогащения, затем делят на три потока. Проход через первое сито (мелкую фракцию крупной крупки) передают в вальцовый станок 2-й шлифовочной системы, проходы через второе, третье и четвертое сита — на специально выделенную контрольную ситовечную машину и проход через пятое сито (крупную фракцию крупной крупки) — на 1-ю шлифовочную.

На контрольной ситовечной машине проходом через первое сито получают мелкую фракцию крупной крупки и направляют ее на 2-ю шлифовочную систему. Проход через последующие три сита — готовый продукт (манную крупу) и проход через последнее сито — крупную фракцию крупной крупки — передают на 1-ю шлифовочную систему. Показатели качества манной крупы приведены в таблице 64.

§ 5. ШЛИФОВОЧНЫЙ ПРОЦЕСС

Шлифовочным процессом в мукомольном производстве называется освобождение крупок (крупных, средних и мелких) от связанных (сросшихся) с ними частиц оболочек путем механического воздействия на них (пропуск через вальцовые станки). При сортовых помолах пшеницы в зависимости от производительности и оснащенности мукомольного завода применяют до пяти шлифовочных систем. На эти системы направляют крупку после драных систем и после ситовечных машин. После шлифования крупные крупки по размеру становятся средними, средние — мелкими и мелкие — дунстами.

На системах, обрабатывающих крупную крупку, устанавливают вальцы с числом рифлей 9...9,5, для средних — 10 и для

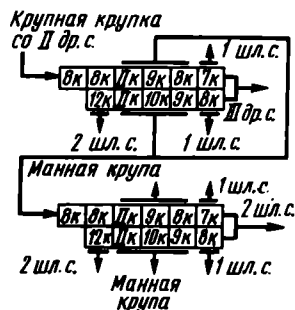


Рис. 101. Схема отбора манной крупы

мелких — 10,5 на 1 см длины окружности вальца. Уклон рифлей для всех систем 4...6 %, расположение рифлей "спинка по спинке", отношение скоростей 1,25...1,5. В отдельных случаях можно применять гладкие вальцы с микрошероховатой поверхностью. Сита в отсеках шлифовочных систем устанавливают для отделения верхних сходов — в пределах 08...053 металлотканые (или 9...14 капроновые), для средних крупок 15...17 капроновые, для мелких крупок 21...25 капроновые и для муки 38...49 капроновые.

Режим работы шлифовочных систем должен обеспечить наиболее полное отделение оболочек от крупок с наименьшим дроблением последних и минимальным образованием муки. Для обеспечения этих требований необходимо: направлять на системы продукты, однородные по крупности и зольности; правильно устанавливать кинематические параметры вальцов; устанавливать зазор между вальцами так, чтобы он был почти равен размеру шлифуемых крупок.

Одним из важных показателей, характеризующих работу шлифовочных систем, является количество извлеченной муки (а также ее качество). Так, при обработке крупок первого качества в вальцовых станках 1-й и 2-й шлифовочных систем максимальное количество муки (проход через шелковое сито № 38) должно быть не более 12 % по отношению к массе продукта, поступившего на систему. На вальцовых станках 3-й и 4-й шлифовочных систем это количество не должно превышать 15 %, при обработке продуктов второго качества не более 18 %.

Направление крупок на шлифование зависит от производительности мукомольного завода и количества отбираемой муки высшего и первого сортов. Крупки, направляемые на шлифование, должны отвечать следующим показателям качества: зольность крупной крупки должна быть не более 1,2 %, средней — не более 1 и мелкой — не более 0,85 %.

Варианты построения шлифовочных процессов приведены на рисунке 102:

первый — применяют при небольшой производительности предприятия при двухсортном помоле пшеницы с выходом муки первого и второго сортов;

второй — применяют при небольшой производительности предприятия при трехсортном помоле пшеницы и при двухсортном помоле с выходом муки высшего и второго сортов;

третий — строится при трехсортных помолах пшеницы. Шлифовочные системы делят на А и Б. На шлифовочную систему А направляют проходы через первые сита ситовечных машин, обогащающих крупные или средние крупки. На шлифовочную систему Б направляют проходы через вторые сита ситовечных машин. Это зависит от производительности, качества перерабатываемого зерна (стекловидности) и количества отбираемой муки высочих сортов. При этом продукты шлифования просеивают совместно.

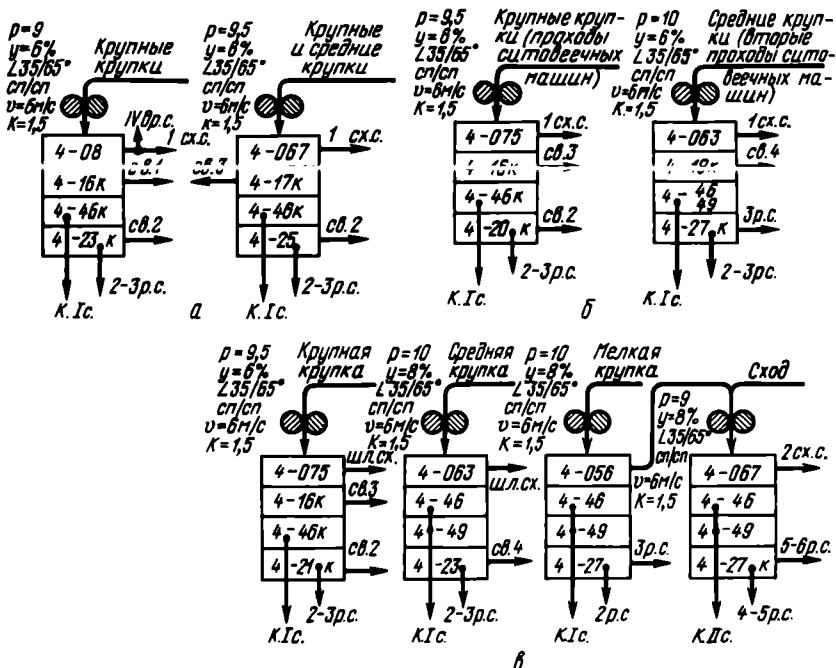


Рис. 102. Варианты схем шлифовочного процесса:

а – первый; б – второй; в – третий

Режимы работы шлифовочных систем характеризуются количеством и качеством промежуточных продуктов, получаемых с них. При шлифовании крупной крупки зольность составляет 1,9...2,6 %, средней – 1,8...2,4 и мелкой – 1,17...2 %. При шлифовании сходов зольность первого схода колеблется в пределах 3,2...4,3. Зольность крупок, получаемых в шлифовочном процессе, в зависимости от фракции (средняя или мелкая) колеблется от 0,61 до 1,28 %, зольность дунста в пределах от 0,5 до 0,9 %.

При правильном ведении шлифовочного процесса получают примерно следующее соотношение продуктов с систем:

при шлифовании крупных крупок: первый сход (смесь с преобладанием частиц оболочек) 8...10 %, второй (средняя крупка) – 44...46, третий сход (мелкая крупка) 18...22, дунст 14...17, мука 8...10 %;

при шлифовании средних крупок: первый сход (смесь с преобладанием частиц оболочек) 5...8 %, второй (мелкая крупка) – 60...63, третий сход (жесткий дунст) 8...12, мягкий дунст 8...10, мука 10...12 %;

при шлифовании мелкой крупки: первый сход (смесь с преобладанием оболочек) 4...6 %, второй (жесткий дунст) – 45...58, мягкий дунст 30...35, мука 14...16 %.

При трехсортном помоле пшеницы шлифованию подвергают крупную, среднюю и мелкую крупку, получаемую проходом через последние сита ситовеечных машин. При двухсортном помоле пшеницы шлифованию подвергают крупную крупку и частично среднюю, полученную проходом через последние сита ситовеечных машин.

Режим работы шлифовочных систем определяют путем просеивания 100 г продукта после вальцового станка на сите № 38ш, проход через которое не должен превышать 20 %.

§ 6. РАЗМОЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Назначение процесса — измельчение в муку крупок и дунстов, полученных в драном и шлифовочном процессах и освобожденных от оболочек при обогащении. Этот этап является завершающим в технологическом процессе. С каждой размольной системы стремятся получить возможно большее количество муки с минимальной зольностью при максимальных удельных нагрузках на технологические машины и минимальном удельном расходе энергии. Выбор числа размольных систем зависит от производительности мукомольного завода, вида помола, прочности измельчаемых продуктов, степени развития крупочного (драного), ситовеечного и шлифовочного процессов.

При трехсортных помолах пшеницы применяют в размольном процессе десять — четырнадцать систем, в том числе три-четыре — для размола крупок и дунстов первого качества, три-четыре — для продуктов второго качества, две-три — для вымола и одну-две сходовые системы.

Размольный процесс предусматривает три этапа измельчения: первый — для измельчения в муку круподунстовых продуктов первого качества (включает первые пять систем); второй — для измельчения промежуточных продуктов второго качества (включает три системы) и третий — для вымола оболочечных продуктов размольного процесса.

Вальцы вальцовых станков размольных систем устанавливают со следующими параметрами: количество рифлей — 10...11 на 1 см, уклон рифлей — 8...10 %, расположение рифлей "спинка по спинке", отношение окружных скоростей — 2,5 на 1-й и 2-й размольных системах и 1,5 на остальных. На мукомольных заводах сортового помола применяют вальцы с шероховатой поверхностью, параметр шероховатости которых 2,16...2,44 мкм.

В просеивающих машинах (рассевах) устанавливают в основном капроновые сита следующих номеров:

для отдельных сходовых продуктов	15к...21к
" " дунстов	23к...29к
для муки высшего сорта	43к...58к
" " первого	43к...49к
" " второго	38к...49к

Схема трехсортного 75—78 %-ного помола пшеницы, показанная на рисунке 99, предусматривает семь размольных, две сходовые и одну вымольную системы. Режим измельчения крупок и дунстов на размольных системах (так же, как в драном и шлифовочном процессах) неразрывно связан с удельными нагрузками на вальцовые станки и протирывающую поверхность.

Так как основной задачей размольного процесса является измельчение поступающих на размол крупок и дунстов, режим измельчения устанавливается так, чтобы обеспечить максимально возможное извлечение на системе муки (без ущерба для ее качества). При размоле крупок и дунстов первого качества режим работы этих систем должен обеспечить извлечение муки, характеризующееся проходом через шелковое сито № 43 или капроновое № 49 в количестве 45...60 % от массы поступающего на систему продукта. На других системах первого качества следует обеспечивать извлечение муки через шелковое сито № 43 или капроновое № 49 в пределах 35...40 %. Для продуктов второго качества извлечение должно составлять не менее 20...25 % проходом через шелковое сито № 38.

В таблице 80 приведены ориентировочные показатели, характеризующие режим работы отдельных размольных систем при трехсортном помоле.

80. Ориентировочные показатели извлечения муки по размольным системам
(по Л. Е. Айзиковичу)

Системы	Количество поступающего продукта, % к I драной системе	Качество поступающего продукта		Извлечение муки, %		Зольность муки, %
		Натура, г/л	Зольность, %	к I драной системе	к данной системе	
1-я размольная	25,0	650	0,59	9,0	40...50	0,50
2-я "	20,0	580	0,57	10,0	50...55	0,43
3-я	16,5	550	0,57	8,0	45...50	0,46
4-я	16,3	530	0,63	6,5	40...50	0,61
5-я	14,0	500	0,73	6,2	40...45	0,70
6-я	9,1	500	1,02	3,8	40...45	0,75
7-я	8,0	480	1,64	2,8	30...35	0,85
8-я	6,5	430	2,76	1,9	25...30	1,61
9-я	6,0	380	3,30	1,5	20...25	1,80
1-я сходовая	11,0	430	1,53	1,5	15...20	0,80
2-я "	8,0	410	2,34	2,0	20...25	1,36
Вымольная	8,0	340	3,90	1,2	15...20	1,84

Построение схемы технологического процесса, особенно для мукомольных заводов, вырабатывающих высокосортную муку, зависит от мощности предприятия (суточной производительности), вида помола

(двух-, трехсортный), требований, предъявляемых к ассортименту и качеству вырабатываемой продукции, структурно-механических свойств зерна, предназначенного к переработке (стекловидности, влажности, сортовых особенностей и районов произрастания).

При измельчении стекловидной пшеницы в драном (крупнообразующем) процессе увеличивается процент выхода промежуточных продуктов (крупок, дунстов) и уменьшается выход муки. Промежуточные продукты получаются более зольными, так как они образуются не только в результате измельчения эндосперма, но и хрупких оболочек. Мука из стекловидной пшеницы получается рассыпчатой (крупитчатой), легко просеивается через сита и не замазывает их. Вымалывается стекловидная пшеница легче, чем мучнистая, а отруби содержат меньше мучнистых частиц.

Переработка в муку высокостекловидной пшеницы требует более развитых ситовеечного и шлифовочного процессов не только в связи с увеличением количества крупок, поступающих на обогащение, но и более высокой их зольности. Кроме того, на системах крупнообразования (I...IV драные) крупки и дунсты получаются более крупными, нуждающимися в большей степени в обработке на шлифовочных системах.

Процесс размола также должен быть более развитым не только в связи с поступлением на него большого количества крупок, но и более высокой их прочности. При измельчении мучнистой пшеницы, отличающейся мелкозернистой структурой эндосперма и незначительной прочностью, в драном процессе получают меньше крупок и больше муки. Поэтому при размоле мучнистой пшеницы ситовеечный и шлифовочный процессы строят сокращенными.

Твердая пшеница по своим структурно-механическим свойствам еще больше отличается от мучнистой, чем стекловидная. При ее измельчении в драном процессе эндосперм почти целиком разделяется на крупки, а муки получается незначительное количество. Хорошо вымалывается твердая пшеница.

Твердую пшеницу используют главным образом для выработки муки для макаронной промышленности, но, кроме того, ее используют как улучшитель для подсортировки к зерну средней и низкой стекловидности. Однако при этом следует учитывать, что увеличение процента примеси твердой пшеницы приводит к снижению удельных нагрузок на оборудование и увеличение расхода энергии.

Исследования, проведенные ВНПО "Зернопродукт" и на некоторых мукомольных заводах, подтвердили целесообразность раздельного размола мягкой и твердой пшеницы, так как при таком способе переработки обеспечивается больший выход высококачественных крупок и дунстов, улучшается качество муки, увеличиваются удельные нагрузки.

Муку, получаемую в процессе работы отдельных систем, группируют в зависимости от качества и вида помола данного мукомольного завода. Муку высшего сорта формируют из потоков, идущих с 1, 2 и 3-й размольных систем, муку первого сорта — из потоков с 1, 2 и 3-й размольных систем после отбора муки высшего сорта и из потоков с 4, 5 и 6-й размольных систем, с 1, 2, 3 и 4-й шлифовочных систем и с систем сортирования (после I, II и III драных систем).

Каждый сорт муки формируют из отдельных потоков в сборных шнеках, где происходит смешивание, после чего муку направляют в контрольные рассевы (каждый сорт отдельно). Сорта муки должны быть сформированы так, чтобы получить установленный выход и высокое качество. Назначение контрольных рассевов — просеять всю готовую муку с тем, чтобы отобрать из нее случайно попавшие частицы оболочек или неизмельченные промежуточные продукты, что возможно в случае порыва мучных сит на рабочих рассевах или в результате подсора в муку продуктов. Мучные сита на рамах контрольных рассевов устанавливают на один-два номера реже, чем на рабочих системах.

Для действующих мукомольных заводов с ограниченным количеством технологического оборудования лаборатория ВНПО "Зернопродукт" разработала примерные сокращенные технологические схемы двух- и трехсортных помолов пшеницы. Эти схемы отличаются от схем, рекомендуемых Правилами, меньшим числом систем в драном, шлифовочном и размольном процессах; ситовые машины используются только для отбора манной крупы.

При подготовке зерна к помолу обязательным является максимальное для данного типа зерна увлажнение при соблюдении определенного времени отволаживания. Перед I драной системой необходимо дополнительное увлажнение зерна на 0,4...0,5 % с отволаживанием в течение 10...15 мин. Повышенные требования к гидротермической обработке объясняются более низкими режимами измельчения.

На действующих мукомольных заводах в размольном отделении для снижения нагрузки на рассевы драных систем рекомендуется после вальцовых станков первых четырех систем устанавливать бичевые машины, которые делят измельченный продукт по крупности на две фракции. Продукты (40...60 %), полученные сходом, направляют на вальцовый станок следующей системы, а просеявшиеся — на рассев данной системы. Этот прием улучшает сортирование промежуточных продуктов, позволяет применить более густые мучные сита. Кроме того, продукты дополнительно измельчают в бичевых машинах.

Окружные скорости в бичевых машинах следует выбирать в зависимости от качества обрабатываемых продуктов: для продуктов с крупных драных систем 14...17, с мелких — 8...11 м/с. Рекомендуется устанавливать одну бичевую машину после каждых 0,5 вальцового станка.

При использовании пневмобичевых машин необходимо иметь двухступенчатую пылевую защиту: первая ступень в циклонах типа УЦ или БЦШ, вторая — в фильтрах.

Соотношение между вальцовой линией драного и шлифовочно-размольного процессов принимают 1:1. На I драной системе применяют низкий режим измельчения — 40...45 % (проход через сито № 1,0). При этом для улучшения качества крупок и дунстов нагрузка на 1 см вальцовой линии должна составлять 750...800 кг/сут (табл. 81).

81. Ориентировочные режимы работы вальцовых станков и бичевых машин при сокращенной схеме помола

Дранные системы	Вальцовые станки		Бичевые машины		
	Извлечение, % и сито	Нагрузка, кг/(см·сут)	Окружная скорость бичевого барабана, м/с	Количество схода, %	Размеры отверстий сита, мм
I	40...45 № 1	750...800	14...17	50	2,5...3
II круп.	45...50 № 1	500...600	14...17	40...50	2
II мелк.	50...55 № 05	350...450	8...11	40...50	1,8
III круп.	40...45 № 08	350...450	14...17	35...40	1,8
III мелк.	55...60 № 04	250...350	8...11	35...40	1,6
IV	25...30 № 04	200...300	8...11	35...40	1,5...1,6

Для улучшения качества промежуточных продуктов на IV...V дранных системах применяют окружные скорости быстровращающихся вальцов 4...4,5 м/с и отношение окружных скоростей вальцов на V драной системе 1,5:1. Для сокращения размольного процесса на головных системах при условии обеспечения высокого качества поступающего продукта применяют интенсивные режимы измельчения, что достигается изменением отношения окружных скоростей с 1,5 до 2,5 на 1, 2 и 3-й размольных системах. Режим работы вальцовых станков этих систем должен обеспечивать извлечение 50...60 % к системе (проход через сито № 43) при нагрузке не более 250...300 кг/(см·сут).

Начиная с 5-й размольной системы, рекомендуется окружную скорость быстровращающихся вальцов принимать 4...5 м/с и отношение окружных скоростей 1,25:1, что снижает интенсивность перетирания оболочек и улучшает качество муки. В отсевах дранных, шлифовочных и размольных систем применяют мучные сита № 43к...58к.

Использование технологических приемов, заложенных в сокращенных схемах помола, на действующих мукомольных заводах позволяет перевести заводы односортного помола на двухсортные и заводы двухсортного помола на трехсортные. При сохранении вида помола увеличивается производительность завода и повышается отбор муки высших сортов.

§ 8. МАКАРОННЫЙ ПОМОЛ

Макаронные изделия (макароны, лапша, вермишель и др.) должны характеризоваться хорошим цветом, низкой кислотностью, гигроскопичностью, устойчивостью при хранении и прочностью при перевозках. Для обеспечения всех этих требований муку для макаронной промышленности вырабатывают из твердой или мягкой высокостекловидной пшеницы со стекловидностью не менее 60 %. Твердая пшеница, поступающая на мукомольный завод и предназначенная для производства макаронной муки, не должна содержать мягкой пшеницы более 15 %. Муку для макаронных изделий вырабатывают из твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы в следующем ассортименте:

Высший сорт	— крупка,
Первый "	— полукрупка,
Второй	— мука, используемая в хлебопечении.

Типы помолов твердой и мягкой высокостекловидной пшеницы в муку для макаронного производства приведены в таблице 77, нормы ее качества — в таблице 76.

Макаронная мука из твердой пшеницы отличается цветом, структурой и консистенцией. Мука высшего сорта (крупка) состоит из внутренних слоев эндосперма, первого — из частиц периферийного эндосперма с некоторым количеством отрубянистых частиц. Повышенное содержание клетчатки и более высокая зольность в макаронной муке объясняются как строением эндосперма, так и наличием в муке большего количества (по сравнению с хлебопекарной) отрубянистых частиц.

Кроме макаронной муки, при трехсортном помоле получают муку второго сорта под названием "второй сорт типа хлебопекарной", непригодную для производства макарон. Мука лишь по цвету (слабая пигментация оболочек твердой пшеницы) похожа на хлебопекарную муку второго сорта, содержит около 2 % клетчатки, зольность муки до 1,75 %. В чистом виде эта мука для хлебопечения непригодна. Ее используют в качестве примеси к обойной хлебопекарной муке. Макаронная мука из твердой пшеницы имеет кремовый цвет, относительно высокое содержание белка (14...16 %), выход сырой клейковины составляет 30...32 %, клейковина эластичная, светлая и растяжимая.

Мука из мягкой высокостекловидной пшеницы содержит больше крахмала. Макаронные изделия белого цвета, по внешнему виду почти не уступают макаронным изделиям, полученным из твердой пшеницы.

Во избежание разрушения поверхности зерна его следует обрабатывать в обочных машинах со стальным цилиндром и в щеточных машинах.

Рекомендуется трехэтапное холодное кондиционирование твердой и высокостекловидной мягкой пшеницы: первое увлажнение зерна твердой пшеницы до 14,5...15 %, мягкой — до 14,0...14,5 %, отволаживание в течение 6...12 ч; второе увлажнение — на 1...2 % до 16...17 %, отволаживание твердой пшеницы в течение 2...4 ч, мягкой — 1...2 ч; третье увлажнение — на 0,3...0,5 % с доведением влажности твердой пшеницы до 16...17 %, мягкой — до 16...16,5 %, отволаживание в течение 15...30 мин.

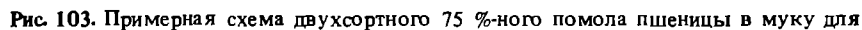
При построении схемы технологического процесса подготовки зерна твердой и высокостекловидной мягкой пшеницы следует руководствоваться примерным порядком размещения машин, приведенным в главе XII. При построении схемы помола зерна применяют пять-шесть драных систем, десять-одиннадцать шлифовочных и одну-три размольные.

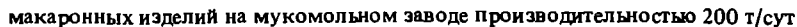
Крупки и дунсты первого качества отбирают с I...IV драных систем включительно и дунсты второго качества — с V и VI драных систем.

Количество рифлей на вальцах станков устанавливают 3,5...9,5 на 1 см на драных, 9...10 на шлифовочных системах. На размольных системах рекомендуется применять вальцы с гладкой или шероховатой поверхностью. Взаиморасположение рифлей на I...IV драных системах "острие по острию" (для твердой пшеницы) или "острие по спинке" (для мягкой пшеницы), на всех остальных — "спинка по спинке".

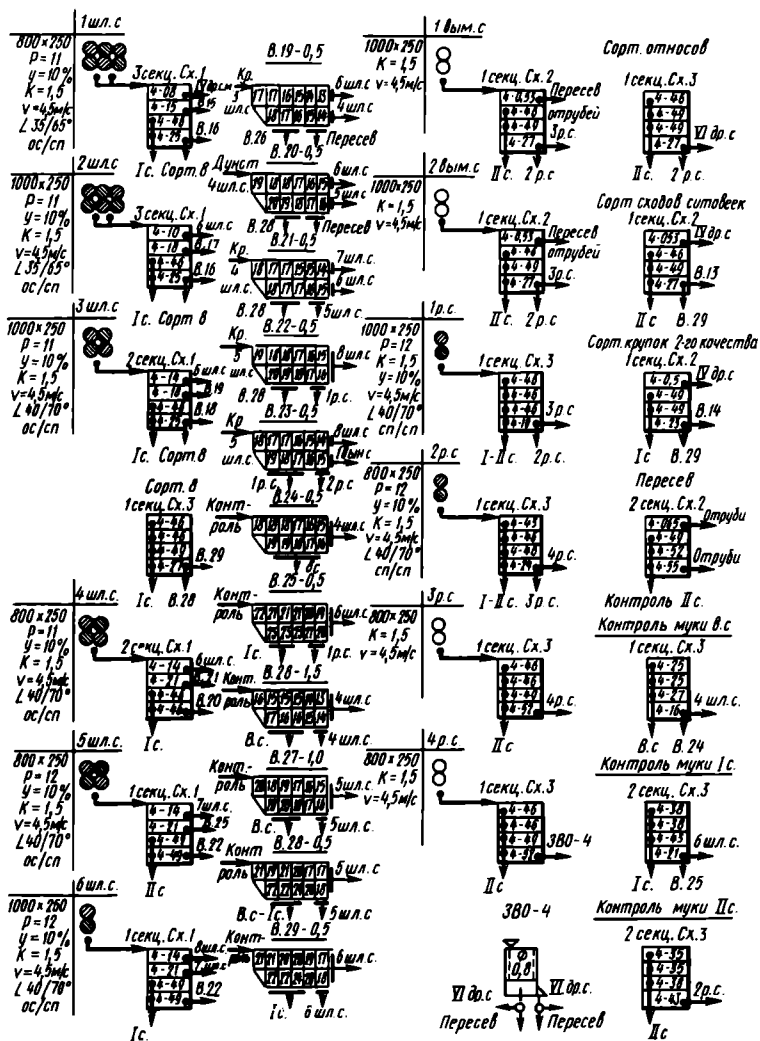
Зерно твердой пшеницы отличается крупнозернистой структурой эндосперма и значительной прочностью. При измельчении зерна получают много промежуточных продуктов в виде крупок и дунстов и немного муки. Промежуточные продукты имеют повышенную зольность. Мука из твердой пшеницы получается крупитчатой, легко просеивается через сита и не замазывает их. Твердая пшеница вымалывается легче, чем мучнистая, это объясняется менее прочным срастанием оболочек с эндоспермом. У твердой пшеницы также при прочих равных условиях выход муки на драных системах более высокий, а отруби содержат меньше мучнистых частиц. В технологических схемах переработки твердых пшениц, как правило, не применяют бичевые и щеточные машины, так как твердая пшеница хорошо вымалывается. Показатели, характеризующие режим измельчения, приведены в таблице 82.

Особенностью схем технологического процесса макаронных помолов является развитый процесс обогащения крупок и дунстов в ситовых машинах. Обогащению подвергаются все крупки с I, II, III и IV драных систем, а также крупки со шлифовочных систем. Режим работы шлифовочных систем оценивают количеством прохода через сито № 27ш в 100 г продукта, отобранного и просеянного после вальцового станка. Ориентировочное извлечение составляет 1...5 % в зависимости от крупности и качества обрабатываемого продукта.









в муку для макаронных изделий на мукомольном заводе производительностью

**82. Показатели, характеризующие режим измельчения
на драных системах при переработке пшеницы в макаронную муку**

Показатели	Дранные системы			
	I	II	III	IV
Проход через сито №	1	1	08	056
Извлечение, % от массы продукта, поступающего на систему	7...10	35...45	35...45	30...40

Рекомендуется следующий порядок формирования сортов муки: крупку отбирают из продуктов высшего качества с драных и шлифовочных систем и контролируют в отсевах и ситовечных машинах;

полукрупку отбирают из дунстов первого качества с драных и шлифовочных систем. Контролируют полукрупку в отсевах и ситовечных машинах;

второй сорт (муку хлебопекарную) отбирают в виде тонкой муки со всех систем. Контролируют в отсевах.

Для отбора муки с отдельных систем по сортам применяют следующие сита:

При переработке твердой пшеницы

для крупки	14к...15
" полукрупки	21к...25
муки второго сорта	38к...38

При переработке мягкой высокостекловидной пшеницы

для крупки шелковые	15к...18
" полукрупки "	21к...29
муки второго сорта	38к...58

Схема технологического процесса двухсортного 75 %-ного помола твердой пшеницы для макаронного производства на мукомольном заводе производительностью 200 т/сут показана на рисунке 103. Схема технологического процесса трехсортного 78 %-ного макаронного помола мягкой высокостекловидной пшеницы на мукомольном заводе производительностью 250 т/сут показана на рисунке 104. Технические характеристики схем приведены соответственно в приложениях 6 и 7.

Макаронную муку высшего сорта при хлебопекарных помолах вырабатывают из пшеницы, имеющей стекловидность не менее 50 % и содержание сырой клейковины не менее 23 %. Макаронная крупка должна характеризоваться следующими основными показателями качества: зольность не более 0,55 %, влажность не более 15,5 %; крупность: сход с шелкового сита № 150 не более 3 %, проход через шелковое сито № 43 не более 5 %; содержание клейковины не менее 28 %. По внешнему виду мука должна иметь равномерную окраску и содержать минимальное количество отрубянистых и черных включений. Влажность зерна, направляемого на I драную систему, должна быть не менее 16,0...16,5 %.

Режимы измельчения на I, II, III драных системах должны соответствовать Правилам для хлебопекарных помолов. Взаиморасположение рифлей на I, II драных системах целесообразно принять "острие по спинке", что позволит увеличить выход крупок в драном процессе на 2...4 %. Для повышения эффективности обработки крупок на шлифовочных системах нагрузка на них не должна превышать 200...250 кг/(см·сут). Взаиморасположение рифлей целесообразно принять "острие по острию".

В процессе размола следует особое внимание уделять эффективности работы ситовеечных машин, которые целесообразно перевести на последовательное обогащение на трех ярусах сит (без желобковых рамок).

Макаронная мука должна формироваться из крупки и дунстов, получаемых проходом сита № 17к и сходом сита № 29к с I, II драных, 1-й, 2-й сортировочных и шлифовочных систем первого качества, после их обогащения на соответствующих ситовеечных машинах.

Для повышения эффективности обработки крупку на контроль целесообразно направлять двумя потоками по крупности. При формировании макаронной муки следует учесть, что содержание клейковины в крупках и дунстах, получаемых на I, II драных и 1-й, 2-й сортировочных системах, на 2...3 % выше, чем на 1-й, 2-й шлифовочных, а количество отмываемой клейковины в макаронной муке на 1,0...1,5 % ниже, чем в хлебопекарной муке высшего сорта.

При невозможности установки дополнительной ситовеечной машины для контроля макаронной крупки ее следует выделить из имеющихся за счет ситовеек, обогащающих средние крупки II драной системы, которые могут быть направлены на I шлифовочную систему без обогащения. При формировании макаронной крупки следует учесть, что содержание клейковины в крупках и дунстах драного процесса более чем на 3 % превышает ее количество в соответствующих продуктах шлифовочных систем.

Вопросы для самопроверки. 1. В чем заключается назначение и построение драного процесса при трехсортном помоле пшеницы? 2. Каков принцип сортировочных систем в драном процессе? 3. Расскажите о порядке подбора сит для драного процесса. 4. Каков режим работы валцовых станков драных систем? 5. На каком принципе строится процесс обогащения? 6. В чем особенности отбора манной крупы по сравнению с отбором муки? 7. Каково назначение и построение шлифовочного процесса? 8. Какие варианты построения шлифовочных процессов Вы знаете? 9. Каково назначение и построение размольного процесса при трехсортном помоле пшеницы? 10. Каковы особенности построения технологической схемы при макаронном помоле? 11. Расскажите о формировании сортов муки.

СЛОЖНЫЕ ПОМОЛЫ ПШЕНИЦЫ С РАЗВИТЫМ ПРОЦЕССОМ ОБОГАЩЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ, ОСНАЩЕННЫХ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКТНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

§ 1. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Технологический процесс размола зерна на мукомольных заводах производительностью 500 т/сут, оснащенных комплектным высокопроизводительным оборудованием, осуществляется в двух секциях производительностью по 250 т/сут. Высокоствольное зерно (ствольность более 55 %) перерабатывают в секции А, низкоствольное — в секции Б.

Технологическая схема размола зерна предусматривает выработку 75 % хлебопекарной муки зольностью до 0,52 %, 5,5 % муки зольностью 2,0...2,5 % и выше и 18,5...25 % отрубей (рис. 105).

Сложный технологический процесс размола зерна включает следующие процессы: дражной, обогащения (ситовечный), шлифовочно-размольный.

Расход зерна в размольном отделении стабилизирован с помощью автоматических весов (вместимостью ковша 50 кг), установленных после бункеров для отволаживания перед I дражной системой.

Зерно и продукты его переработки размалывают в вальцовых станках типа А1-БЗН. Для дополнительного измельчения крупок и дунстов после вальцовых станков размольных систем применяют энтолейторы РЗ-БЭР и деташеры А1-БДГ. Продукты измельчения сортируют в шести-приемных рассевах РЗ-БРБ. Крупки и дунсты обогащают в двухприемных ситовечных машинах А1-БСО с тремя рядами сит, работающих по последовательной схеме обогащения. В каждой секции предусмотрено получить три потока муки и один — отрубей. Продукты направляют в отделение формирования сортов муки.

Технические показатели схем приведены в таблице 83, а распределение оборудования и нормы нагрузок по системам — во временной инструкции по организации и ведению технологического процесса на мельницах, оснащенных высокопроизводительным оборудованием.

83. Технические показатели схем размола зерна

Показатели	Секция А	Секция Б
Производительность, т/сут	250	250
Длина вальцовой линии, см	3600	3600
в том числе:		
290		

Показатели	Секция А	Секция Б
драных систем	1300	1400
размольных	2300	2200
Отношение массы валцовой линии размольных и драных систем	1,769	1,571
Удельная нагрузка на валцовую линию, кг/(см·сут)	70...75	70...75
Площадь просеивающей поверхности, м ²	186,375	186,375
в том числе:		
драных систем	89,034	89,034
размольных "	79,662	79,662
контроля муки	17,679	17,679
Отношение просеивающей поверхности размольных и драных систем	0,895	0,895
Нагрузка на просеивающую поверхность, кг/(м ² ·сут)	1330	1330
Ширина сит ситовеечных машин, см	396	396
Нагрузка на ситовеечные машины, кг/(см·сут)	631,3	631,3

§ 2. ДРАНОЙ ПРОЦЕСС

Схема драного процесса секций А и Б включает четыре драные системы (см. рис. 105), при этом третья и четвертая разделены на крупные и мелкие. Первые три драные системы являются крупнообразующими. Продукты измельчения этих систем сортируют в два этапа. При этом для I, II, III драных систем выделены две сортировочные системы. Мелкую крупку, жесткий и мягкий дунсты, муку с I и II драных систем направляют на 1-ю сортировочную, а продукты с III драной — на 2-ю сортировочную систему. Во всех отсевах драных систем (за исключением II драной) предусмотрен отбор муки.

Крупки и дунсты I, II и III драных и 1-й и 2-й сортировочных систем направляют в ситовеечные машины. Исключение составляет мягкий дунст, который поступает на измельчение. Вымол оболочек происходит, начиная с III драной системы, в горизонтальных бичевых машинах А1-БВГ. Верхние схода IV драной системы крупной и мелкой также обрабатываются в бичевых машинах, сход с которых направляют в отруби, а проход — в виброцентрофугал РЗ-БЦА. Построение операции вымола по секциям учитывает качественные показатели перерабатываемого зерна.

На секции А, на которой предусмотрена переработка пшеницы стекловидностью более 55 %, драной процесс несколько короче, чем на секции Б, предназначенной для переработки пшеницы стекловидностью менее 55 % (за счет 0,5 валцового станка на IV драной системе мелкой). В секции Б для IV драной системы мелкой предусмотрена допол-

нительно половина вальцового станка в результате сокращения вальцовой линии 12-й размольной системы, дополнительно установлены вымольная бичевая машина и центрофугал.

Таким образом, в секции *А* на этапе вымола для обеспечения производительности 250 т/сут установлено пять бичевых машин А1-БВГ и один виброцентрофугал РЗ-БЦА, а в секции *Б* шесть машин А1-БВГ и два виброцентрофугала РЗ-БЦА. Кинематические и технические параметры размалывающего оборудования приведены в таблице 84.

84. Техническая характеристика вальцовых станков драных систем

Системы	Секция А					
	Число рифлей на 1 см	Уклон, %	Отноше- ние ско- ростей	Скорость быстрова- щающегося вальца	Располо- жение рифлей	Угол нарезки, град
I	4,1	4	1:2,5	6,0	сп/сп	23/69
II	5,4	4	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65
III круп.	7,0	6	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65
III мелк.	8,6	6	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65
IV круп.	9,2	6	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65
IV мелк.	10,2	6	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65

Продолжение

Системы	Секция Б					
	Число рифлей на 1 см	Уклон, %	Отноше- ние ско- ростей	Скорость быстрова- щающегося вальца	Располо- жение рифлей	Угол нарезки, град
I	4,1	6	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65
II	5,4	6	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65
III круп.	7,0	6	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65
III мелк.	8,6	6	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65
IV круп.	9,2	8	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65
IV мелк.	10,2	8	1:2,5	6,0	сп/сп	30/65

Для более эффективного выделения необходимых фракций промежуточных продуктов в отсевах драных и сортировочных систем применены различные схемы движения продуктов и разное число сит для соответствующих фракций. В таблице 85 приведено распределение просеивающей поверхности в дражном процессе секций *А* и *Б*.

В отсевах I и III драных систем секций *А* и *Б* выделяют часть муки, для чего используют соответственно три и пять ситовых рам. В то же

85. Распределение просеивающей поверхности в дражном процессе

Системы	Распределение просеивающей поверхности по группам сит					
	Сходовые		Круподунстовые		Мучные	
	число рам в секции А	число рам в секции Б	число рам в секции А	число рам в секции Б	число рам в секции А	число рам в секции Б
I драная	6	6	13	13	3	3
II "	11	11	11	11	—	—
III круп.др.	11	11	6	6	5	5
III мелк.др.	11	11	7	7	4	4
IV др.круп.	11	6	3	5	8	11
IV др.мелк.	6	6	4	6	12	10
1-я сортировочная	—	—	12	11	10	11
2-я "	—	—	14	11	8	11
3-я	5	5	3	2	14	15
4-я	5	5	3	2	14	15

время на IV драной крупной и мелкой в секции А выделено соответственно 8 и 12 ситовых рам, а в секции Б — 11 и 10 ситовых рам.

Секция Б предназначена для переработки зерна стекловидностью менее 55 %, поэтому число ситовых рам для выделения муки в дражном процессе несколько больше, чем на одноименных системах секции А. В то же время для крупок и дунстов отведено больше ситовых рам в секции А. Благодаря большому различию во влажности между оболочками и эндоспермом, достигнутому в результате холодного кондиционирования, возможно применение более интенсивных режимов измельчения зерна в дражном процессе (табл. 86) по сравнению с мукомольными заводами, оснащенными традиционным оборудованием.

86. Режимы измельчения на дражных системах

Показатели	I	II	III круп.	III мелк.	IV круп.	IV мелк.
Контрольный номер сита	1	1	08	08	056	056
Извлечение*	25...35	50...60	35...45	50...60	10...15	30...35

* От массы продукта, направляемого на данную систему, %.

Ориентировочные показатели извлечений крупок и дунстов приведены в таблице 87.

Как видно из таблицы 87, крупную крупку получают только с рассе-

87. Ориентировочные показатели извлечения крупок, дунстов и муки
(% от массы зерна, поступающего на I драную систему)

Дранные системы	Крупки				Дунст	Итого крупок и дунстов	Мука	Общее извлечение продуктов
	крупная	средняя	мелкая	итого крупок				
I	7,5	5,4	5,9	18,8	3,7	22,5	5,0	27,5
II	8,1	8,7	7,8	24,6	5,8	30,4	5,9	36,3
III	—	2,6	2,2	4,8	4,4	9,2	5,7	14,9
Всего с I, II, III др.с.	15,6	16,7	15,9	48,2	13,9	62,1	16,6	78,7

вов I и II драных систем. Более интенсивные режимы измельчения обуславливают повышение количества мелких фракций продуктов размола. Общее извлечение крупок и дунстов на трех драных системах составляет 78,0...79,0 % средневзвешенной зольностью 0,68...0,70 %.

Технологическая схема драного процесса мукомольных заводов с комплектиным оборудованием имеет ряд отличительных особенностей от традиционно применяемых схем, рекомендуемых Правилами. Драной процесс первых систем имеет меньшую протяженность, более низкий оборот продукта, удобен в управлении. Более низкие режимы работы, охлаждение валцов валцовых станков снижают потерю влаги обрабатываемого продукта и улучшают качество муки. Для четкого сортирования фракций промежуточных продуктов на драной процесс отведена большая просеивающая поверхность, чем на шлифовочно-размольный.

II драная система не разделена на крупную и мелкую, что способствует более стабильному образованию крупок на системах драного процесса, особенно при колебании влажности зерна на I драной системе.

Одна из особенностей драного процесса — получение большого количества отрубей крупных размеров с небольшим содержанием эндосперма. В драном процессе получают 80...85 % общего количества отрубей, что подтверждает эффективную работу валцовых станков и бичевых машин. Влажность отрубей драного процесса — 16,1...16,3 %, для более надежного хранения их подсушивают в процессе пневмотранспортирования нагретым в электрокалорифере воздухом. Снижение влажности отрубей — 1,5...2,8 %.

§ 3. ПРОЦЕСС ОБОГАЩЕНИЯ КРУПОК И ДУНСТОВ

Процесс обогащения включает десять ситовеечных систем. Ситовеечные машины А1-БСО двухприемные, трехъярусные. Продукты в них обогащают по последовательной схеме, получают три схода и один — чetyре прохода (с 0,5 машины).

В ситовеечных машинах обогащают крупки и дунсты драного про-

цесса. В каждой секции мукомольного завода установлено пять ситовечных машин, средняя удельная нагрузка на которые составляет 640 кг/(см·сут). Ориентировочные нормы удельных нагрузок на ситовечные машины по системам приведены в таблице 88.

88. Нормы нагрузок на ситовечные системы

Ситовечные системы	Секция А			Секция Б		
	Поступает на систему		Нагрузка, кг/(см·сут)	Поступает на систему		Нагрузка, кг/(см·сут)
	т/сут	%		т/сут	%	
1-я	27,6	11,0	697	25,2	10,0	636
2-я	18,0	7,1	455	19,2	7,6	485
3-я	26,4	10,5	667	24,0	9,5	606
4-я	21,6	8,6	545	21,6	8,6	545
5-я	9,6	3,8	242	10,8	4,3	273
6-я	7,8	3,1	197	9,0	3,6	227
7-я	9,1	3,6	230	7,9	3,1	199
8-я	7,2	2,9	182	6,2	2,5	157

На системы шлифовочного и размольного процессов поступают крупки и дунсты только после их обогащения в ситовечных машинах. Схода верхних ярусов ситовечных машин, на которых обогащают крупную и среднюю крупки, возвращают на III драную систему мелкую. Схода с ситовечных систем после обработки мелкой крупки и дунста направляют на 4-ю и 7-ю размольные системы.

В таблице 89 приведены показатели эффективности обогащения крупок и дунстов. Наибольшее снижение зольности обогащаемого продукта получено при обработке крупной крупки I драной системы и средней крупки III драной системы. Наименьшее снижение зольности происходит при обогащении в ситовечных машинах более мелких фракций — дунстов. Так, при обогащении крупной крупки I драной системы зольность проходовой фракции, идущей на 1-ю размольную систему, снижена на 56 %. Зольность дунста I, II и III драных систем снижена на 14 %.

На системы обогащения поступает 68,0...69,0 % крупок и дунстов зольностью 1,20...1,22 %. После обогащения проходовые фракции в количестве 45,0...46,0 % поступают на 1-ю и 2-ю размольные и 1-ю и 2-ю шлифовочные системы. Последовательное обогащение крупок и дунстов в ситовечных машинах имеет высокую эффективность, в результате ни одна из фракций ситовечного процесса не возвращается на дополнительное обогащение. Манную крупу отбирают с 1-й и 2-й ситовечных систем проходом средних сит нижнего яруса.

Полученные в процессе обогащения фракции продуктов компонуют

89. Эффективность обогащения крупок и дунстов по показателю зольности

Продукты	Исход- ный про- дукт	1-й сход	2-й сход	3-й сход	Проход трех сит	Выход прохо- довой фрак- ции, %
	Количество продукта (% к I др.с.)					
	Зольность, %					
	Изменение зольности: повышение (+), снижение (-) по отношению к исходному продукту, %					
Крупная крупка	12,40	1,81	0,25	3,94	3,95	51,6
I др.с.	1,23	2,10	1,87	1,55	0,55	
		+70,0	+52,0	+26,0	-56,0	
Средняя крупка	7,85	0,52	0,08	0,45	5,26	87,3
I др.с.	0,89	2,28	2,17	1,61	0,64	
		+156	+143	+80	-28	
Дунст I, II и	7,55	1,19	1,86	0,40	4,10	54,3
III др.с.	1,01	1,30	1,15	1,0	0,87	
		+29,0	+14,0	0	-14,0	
Средняя крупка	4,07	0,67	0,87	0,12	1,13	59,2
III др.с.	2,81	4,77	3,83	2,72	1,56	
		+69,0	+36	+3,0	-44	

по показателю зольности и направляют для дальнейшего измельчения на системы шлифовочного и размольного процессов.

§ 4. ШЛИФОВОЧНО-РАЗМОЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

В современных развитых схемах технологического процесса помола пшеницы, построенных на базе комплектного высокопроизводительного оборудования, шлифовочный процесс или отсутствует, или, представленный в виде двух систем, не представляет самостоятельного этапа помола.

Если в схеме предусмотрены две шлифовочные системы, то в них обрабатывают в основном сходовые фракции нижних ярусов ситовеечных машин. Используют вальцовые станки с вальцами с микрошероховатой поверхностью и деташеры. На шлифовочных системах устанавливают низкий режим измельчения.

В таблице 90 приведены данные ориентировочных величин извлечения по системам шлифовочного процесса.

1-я шлифовочная система служит для подготовки к размолу крупок, выравнивания их размеров, при этом получается небольшое количество муки. 2-я шлифовочная система предназначена для интенсивного размола крупок и дунстов и отбора 50...60 % муки. После 1-й шлифовоч-

90. Режимы извлечения по шлифовочному процессу

Шлифовочные системы	Извлечение, %		
	после вальцового станка	в деташере	общее
1-я	10...15	8...12	18...25
2-я	50...60	15...25	60...75

ной системы смесь мелкой крупки и дунста направляют на 2-ю шлифовочную систему. Дунст 2-й шлифовочной системы посылают на 3-ю размольную систему. Верхние схода 1-й и 2-й шлифовочных систем, содержащие большое количество зародыша (где его выделяют), обрабатывают на 4-й размольной системе, выполняющей в размольном процессе роль сходовой. Высокое качество муки, полученной в шлифовочном процессе, обусловлено достаточной технологической влажностью продуктов измельчения зерна, направляемых на системы шлифовочного процесса.

В процессе измельчения на шлифовочных системах большое значение имеет дополнительная обработка продукта в деташерах А1-БДГ.

Как видно из таблицы 91, при обработке продукта в вальцовом станке и деташере зольность муки практически не увеличивается, а количество ее возрастает с 9,5 до 17,6 на 1-й шлифовочной системе и с 32,0 до 54,0 % на 2-й шлифовочной системе. В шлифовочном процессе получают 3,5...5,5 % муки зольностью 0,50...0,65 %. Ее направляют в 1-й поток для формирования муки высшего сорта.

91. Показатели эффективности совместной работы вальцовых станков и деташеров в шлифовочном процессе

Системы и места отбора пробы	Зольность исходного продукта, %	Показатели качества муки (проход № 43)				Извлечение муки, %
		зольность, %	белизна, усл. ед. по прибору ФПМ-1	удельная поверхность, см ² /г	степень повреждения крахмала, ед.	
1-я шлифовочная система:						
после вальцового станка	1,25	0,58	14,0	1860	17,0	9,5
после вальцового станка и деташера		0,60	15,0	1880	17,5	17,6
2-я шлифовочная система:						
после вальцового станка	0,68	0,46	9,0	1660	19,0	32,0
после вальцового станка и деташера		0,49	12,0	1790	18,5	54,0

Остальные фракции направляют на 4-ю и 5-ю размольные системы. Шлифовочный процесс в его традиционной компоновке рекомендует-ся использовать в комбинированных помолах пшеницы с отбором ма-каронной крупки в количестве более 10 %.

Количество шлифовочных систем, режимы их работы определяют-ся в основном ассортиментом вырабатываемой продукции и развитостью ситовеечного процесса. Шлифованию, как правило, подвергают круп-ные фракции крупок (крупная и средняя), содержащие сrostки эндо-сперма и оболочек, после их обогащения в ситовеечных машинах; чис-ло шлифовочных систем в развитых схемах помолов пшеницы может быть от 2 до 5.

Размольный процесс включает 12 (секция А) или 11 (секция Б) размольных систем. Размол крупок и дунстов происходит последова-тельно в два этапа: в вальцовых станках с вальцами, имеющими шеро-ховатую поверхность; в энтолейторах или детащерах, установленных непосредственно после вальцовых станков. Последние размольные системы (12-я или 11-я) имеют рифленые вальцы. Кинематические и технические параметры процесса приведены в таблице 92.

92. Техническая характеристика шлифовочных и размольных систем

Системы	Секция А			Секция Б		
	Парамет-ры: шеро-ховатост-и, мкм	Отноше-ние ско-ростей	Скорость быстро-вращаю-щегося вальца	Парамет-ры шеро-ховатост-и, мкм	Отноше-ние ско-ростей	Скорость быстро-вращаю-щегося вальца
1-я шл.	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
2-я шл.	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
1-я р.с. круп.	2,44					
и мелк.	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
2-я р.с. круп., мелк.	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
3-я р.с.	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
4-я "	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
5-я	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
6-я	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
7-я	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
8-я	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
9-я	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
10-я "	2,44	1:1,25	5,2	2,18	1:1,25	5,2
11-я "	2,44	1:1,25	5,2	*	1:1,25	5,2
12-я "	2,44	1:1,25	5,2	-	-	-

* Вальцы рифленые; число рифлей на 1 см — 15,3; уклон рифлей 10 %; взаи-морасположение рифлей ос/ос; угол падения 50/65°

Сита в отсевах размольных систем в каждом конкретном случае распределяются в зависимости от характера просеиваемого продукта. Схема размольного процесса имеет цикличность, т. е. на каждом этапе стремятся максимально извлечь эндосперм, а затем оставшееся количество сходовой фракции направить на последующую группу машин для измельчения.

Первый этап включает четыре размольные системы, предназначенные для интенсивного измельчения продуктов первого качества, при этом 4-я размольная выполняет задачу 1-й сходовой. Для интенсификации измельчения на 1-й, 2-й и 3-й размольных системах после вальцовых станков установлены энтолейторы РЗ-БЭР. На 1-ю размольную систему направляют смесь обогащенных крупок первого качества. По своему фракционному составу крупки неоднородны, поэтому для повышения эффективности измельчения 1-я размольная система разделена на крупную и мелкую.

По данным ВНПО "Зернопродукт", в смеси обогащенных крупок на 1-ю размольную систему крупную поступает 36...40 % крупной крупки и 40...42 % средней. На 1-й размольной системе мелкой обрабатывают 30...40 % средней и 25...28 % мелкой крупки. Зольность поступающего на 1-ю размольную систему продукта относительно низкая (0,40...0,50 %).

На 2-ю размольную систему, разделенную на крупную и мелкую, поступают в основном продукты с отсева 1-й размольной системы и дополнительно обогащенные в ситовечных машинах жесткий и мягкий дунсты. Так, на 2-ю размольную систему крупную поступает жесткий дунст в количестве 80...85 %, а на 2-ю размольную мелкую – смесь, состоящая из жесткого (65...70 %) и мягкого дунстов (20...22 %).

Применение энтолейторов на 1, 2 и 3-й размольных системах после вальцовых станков для интенсификации измельчения не приводит к заметному увеличению зольности муки, дополнительное извлечение муки составляет 20...30 %. На первых четырех размольных системах извлекают 32...33 % муки средневзвешенной зольностью 0,42 %. Завершается первый этап на 4-й размольной системе, где выделяется небольшое количество до (0,5 %) отрубянистых частиц с высоким содержанием зародыша.

На второй этап размольного процесса, включающий 5, 6 и 7-ю размольные системы, направляют вторую проходную фракцию 3-й и 4-й размольных систем дунсты сортировочных систем схода с ситовечных машин. В этой группе систем 7-я размольная система выполняет роль вымольной. На нее направляют высокозольные верхние схода 5-й и 6-й размольных систем, а также схода ситовечных машин. На этом этапе получают 8...9 % муки средневзвешенной зольностью 0,62 %. На третьем этапе размольного процесса, включающем 8, 9 и 10-ю размольные системы, завершается отбор муки, которую направляют для формирования

первого, но главным образом второго компонента. Здесь отбирают 4,2...4,3 % зольностью 1,05 %.

Последний этап размольного процесса в секции *А* включает системы: 11, 12-ю, а в секции *Б* — 11-ю размольную. Основная задача этих систем — получение муки в количестве 2,0...3,0 % зольностью 2,6...3,6 % для третьего компонента. На этих системах получают дополнительное количество муки, если необходимо повысить общий выход муки. Ориентировочные режимы измельчения по системам размольного процесса приведены в таблице 93.

93. Режимы измельчения по размольному процессу

Размольные системы	Извлечение, %		
	после валцового станка	в измельчителе	суммарное: валцовый станок + измельчитель
1-я круп.	20...25	20...30	50...60
1-я мелк.	25...30	25...30	50...60
2-я круп.	40...50	20...30	65...70
2-я мелк.	40...60	20...30	60...80
3-я	40...50	10...20	60...70
4-я	20...25	5...10	25...35
5-я	20...25	25...30	50...55
6-я	20...25	20...25	45...50
7-я	20...25	20...25	45...50
8-я	10...15	30...35	40...60
9-я	5...10	20...30	30...35
10-я	5...10	15...20	20...30
11-я	20...25	—	20...25
	5...10	10...15	20...25
12-я	20...25	—	20...25

Под отсевами каждой секции установлено по три винтовых конвейера для сбора муки, на которые при помощи поворотных самотечных труб можно направлять муку с любой системы. Отруби, извлекаемые на последних размольных системах, содержат больше эндосперма, чем отруби с драных систем, и поэтому зольность их ниже. Влажность отрубей, получаемых с размольных систем, более низкая, чем с драных. Их не нужно сушить, а можно использовать для комбикормовой промышленности, так как они не содержат крупных частиц. В таблице 94 приведены данные баланса помола по этапам технологического процесса двух секций Раменского комбината хлебопродуктов.

Анализ качества муки, полученной на Раменском комбинате хлебопродуктов, по сравнению с мукой, полученной на заводах с традиционным оборудованием из практически одинаковых помольных смесей, показывает, что она имеет отличия по некоторым показателям. Средне-

94. Количество и зольность муки и отрубей на различных этапах помола

Продукты	Секция А		Секция Б	
	Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Зольность, %
Мука:				
драного процесса	22,32	0,64	23,53	0,68
шлифовочного процесса	4,48	0,44	4,05	0,49
размольного процесса	53,28	0,60	49,70	0,56
Итого муки	80,08	0,60	77,28	0,59
Отруби	19,92	5,36	22,72	4,58

взвешенная зольность муки, выработанной на Раменском комбинате хлебопродуктов, ниже, белизна лучше, удельная поверхность муки примерно одинакова, несмотря на то что для выделения муки на Раменском комбинате хлебопродуктов установлены более густые сита. Кроме того, в этой муке содержится меньше мелких фракций. Это можно объяснить стабильностью межвальцового зазора, небольшим дебалансом вальцов. В результате не происходит так называемого перетирания муки, что требует более высокого удельного расхода электроэнергии. Стабильность зазора обусловлена также конструктивными особенностями полых водоохлаждаемых вальцов.

Температура нагрева продукта в процессе измельчения не превышает 25...26 °С, что позволяет практически на протяжении всего цикла измельчения сохранить высокую технологическую влажность промежуточных продуктов размола. Стабильность межвальцового зазора, применение машин ударно-стирающего действия определяют незначительное повреждение крахмала, поэтому мука, полученная на Раменском комбинате хлебопродуктов, имеет более низкую водопоглотительную способность. Высокая точность ситовых тканей обеспечивает получение четких фракций продуктов размола. Сход с контроля муки не превышает 0,10...0,15 %.

На рисунке 106 приведена схема трехсортного 75 %-ного хлебопечного помола пшеницы с выходами муки высшего сорта 40 %, первого — 30, второго — 5 %, предназначенная для технического перевооружения и реконструкции действующих мукомольных заводов с использованием вальцовых станков А1-БЗН и ситовеечных машин А1-БС2-О, техническая характеристика схемы приведена в приложении 8.

Драной процесс состоит из четырех систем, III и IV драные системы разделены на крупные и мелкие. Смеси измельченных продуктов всех драных систем разделяют на сортировочных системах. Вымол сходовых продуктов драного процесса начинается после III драной системы (крупной и мелкой), верхние схода которой обрабатываются в бичевых машинах.

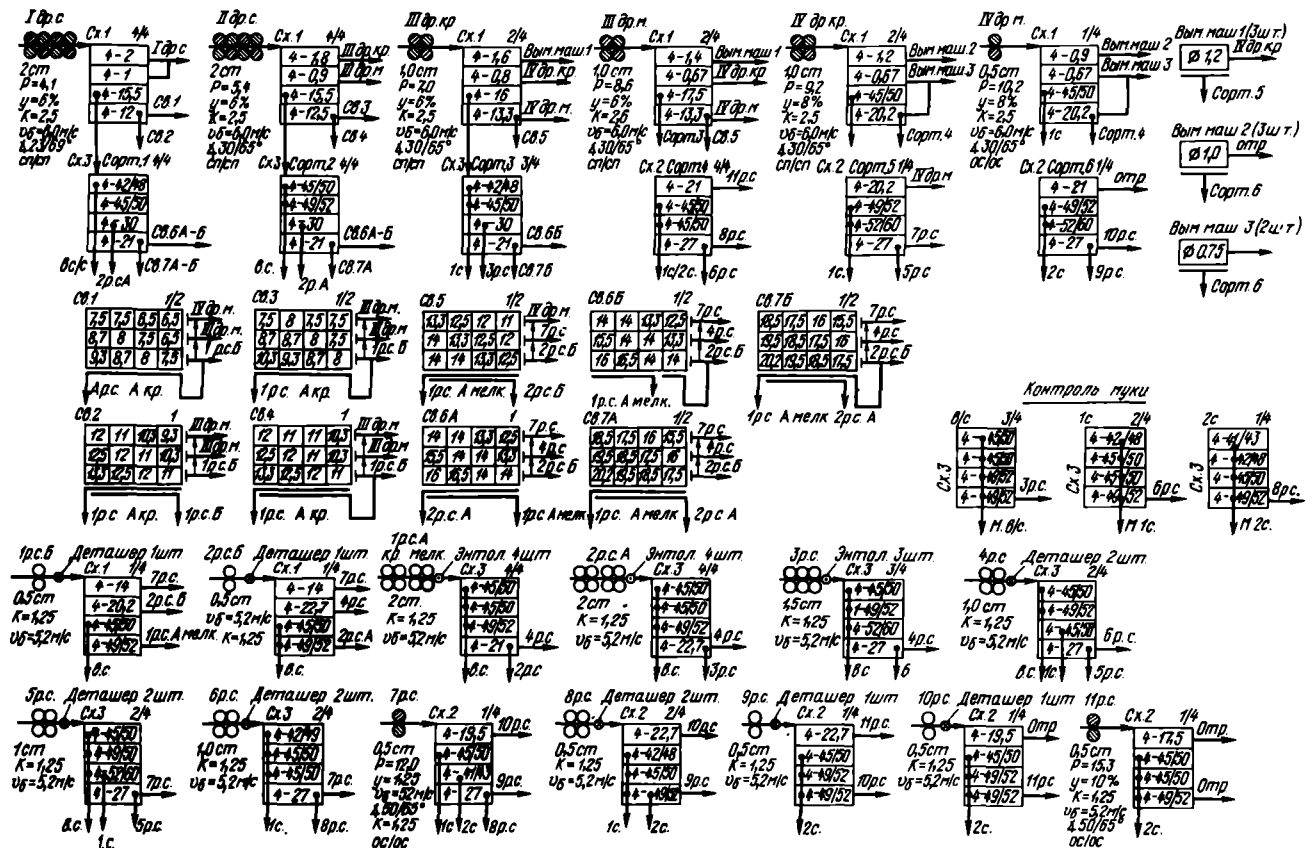
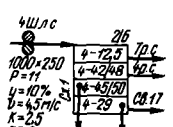
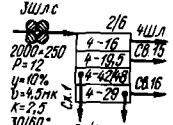
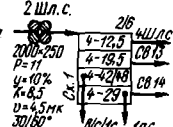
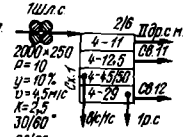
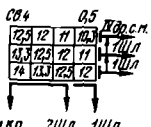
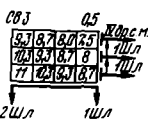
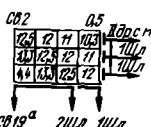
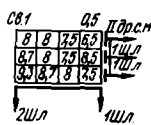
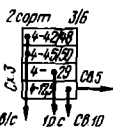
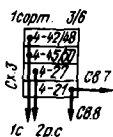
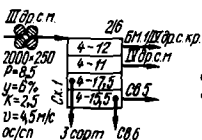
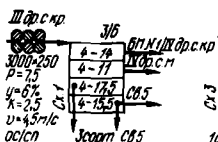
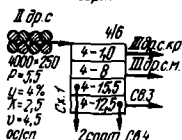
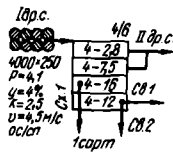
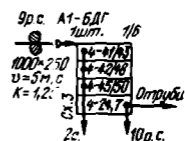
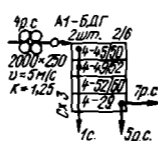
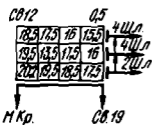
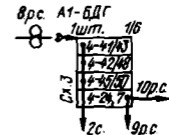
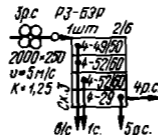
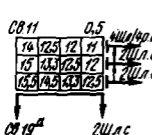
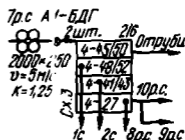
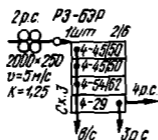
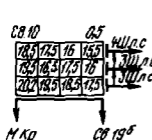
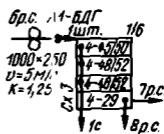
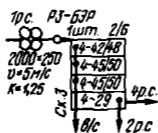
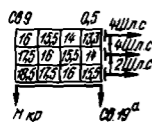


Рис. 106. Примерная схема 75 %-ного трехсортного (40 % + 30 % + 5 %) хлебопекарного помола пшеницы на мукомольном заводе с высокопроизводительным оборудованием мощностью 280 т/сут





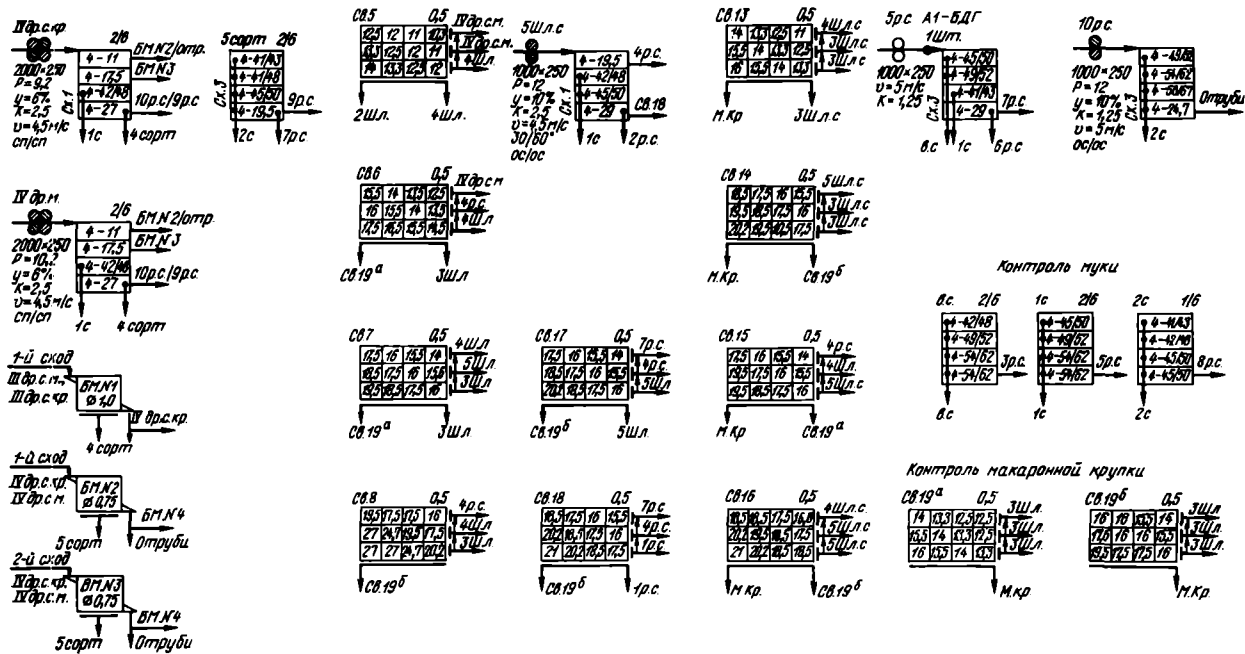


Рис. 107. Примерная схема четырехсортного (25 % + 10 % + 31,2 % + 5,2 %) комбинированного помола пшеницы (с отбором до 25 % макаронной крупки) на мукомольном заводе производительностью 260 т/сут

Крупки и дунст, полученные в рассевах первых трех драных и трех сортировочных систем, направляют в ситовеечные системы на обогащение. Трехъярусные ситовеечные машины, в которых продукт обогащается по последовательной схеме, дают большую эффективность обогащения по сравнению с двухъярусными.

Размольный процесс включает 11 размольных систем. 1-я и 2-я размольные системы подразделены на крупную и мелкую (А и Б). На всех системах, за исключением 7-й и 11-й размольных, применены вальцовые станки с микрошероховатыми вальцами, работающие в комплексе с центробежными измельчителями. На 1...3-й размольных системах установлены энтолейторы, на 4...6-й и 8...10-й размольных системах — дещеры.

На рисунке 107 представлена схема комбинированного четырехсортного помола с отбором макаронной крупки до 25 %, техническая характеристика схем дана в приложении 9.

Драной процесс включает четыре системы, из которых III и IV делятся на крупную и мелкую. Принципы построения драного процесса соответствуют хлебопекарным помолам на мукомольных заводах с использованием высокопроизводительного оборудования. Для увеличения выхода крупок взаиморасположение рифлей в станках на I...III драных системах устанавливается "острие по спинке".

Шлифовочный процесс состоит из пяти систем. Для увеличения выхода фракции, соответствующей по крупности макаронной крупке, на системах шлифовочного процесса рекомендуется применять нарезные вальцы. При этом геометрические размеры рифлей должны соответствовать рекомендациям Правил. Взаиморасположение рифлей на всех системах, кроме 5-й шлифовочной, "острие по острию", отношение окружных скоростей мелющих вальцов — 2,5.

Размольный процесс включает десять размольных систем, из которых на всех системах, кроме последней, установлены станки с вальцами с микрошероховатой поверхностью. В остальном построение размольного процесса соответствует хлебопекарным помолам.

Макаронная крупка формируется из потоков обогащения средних, мелких крупок и дунстов I...III драных и шлифовочных систем. Прокходы первых двух сит ситовеечных машин, обогащающих среднюю крупку, могут направляться в готовую продукцию без дополнительного контроля в ситовеечной машине. Остальные потоки макаронной крупки следует направлять на контрольную ситовейку. При эффективной работе рабочих рассевов дополнительный контроль крупности макаронной муки в расеве можно не применять.

При транспортировании на выбор и отгрузку крупка не должна подвергаться интенсивному воздействию рабочих органов транспортного оборудования. Не рекомендуется применять для этой цели цепные конвейеры, длинные винтовые конвейеры и шнековые питатели в

аэрозольтранспорте. Для этого целесообразно использовать вибротрубы, аэрожелоба, волокуши, шлюзовые питатели в аэрозольтранспорте. Хлебопекарную муку контролируют в обычном порядке.

Всего по процессу могут быть получены следующие выхода (%) продукции:

Макаронная крупка	20...25
Мука:	
высшего сорта (хлебопекарная)	10...25
первого " "	30...35
второго	5...10

§ 5. ФОРМИРОВАНИЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

На мукомольном заводе, оснащенном комплектным оборудованием, в каждой секции вырабатывают два-три потока муки. Муку взвешивают на автоматических весах, установленных в производственном корпусе, и передают в цех формирования товарных сортов, бестарного хранения и отпуска.

Установлено, что эндосперм зерна пшеницы неоднороден по технологическим свойствам и пищевой ценности. Кроме того, в разных зонах эндосперма содержится различное количество белковых и минеральных веществ, витаминов и ферментов, неодинаково и их качество. Соответственно мука, получаемая на отдельных этапах сортового помола, отличается по физико-химическому составу, питательной ценности и хлебопекарным достоинствам. Поэтому проблема формирования сортов муки является весьма важной в системе мероприятий, повышающих эффективность использования зерна. Возможности формирования сортов муки значительно расширились в связи с увеличением объемов бестарного хранения муки в хранилищах силосного типа.

Особенности формирования сортов муки заключаются в том, что в цех формирования поступают не готовые товарные сорта муки, а их компоненты, из которых смешиванием в соответствующих соотношениях получают сорта муки с требуемыми показателями качества. В размольном отделении в каждой секции выделяют по 49 потоков муки, которые направляют в три винтовых конвейера, расположенных над отсевами, для формирования компонентов сортов муки.

Схема формирования компонентов муки обладает большой гибкостью. В первый и второй компоненты поступают любые потоки муки, а в третий компонент — в основном потоки с последних размольных систем. Технолог предприятия по требуемому качеству муки общего потока имеет возможность изменять направление индивидуальных потоков, переставляя поворотную трубу в крышках винтовых конвейеров.

Для контроля компонентов муки в каждой секции установлено по одному четырехприемному отсеиву РЗ-БРВ. Первый и второй компо-

ненты муки после контрольного рассева поступают в магнитные колонки и энтолейторы РЗ-БЭМ, затем при помощи винтовых конвейеров их направляют в порционные весы, питатели аэрозольтранспортных установок, поворотные трубы РЗ-БРТ и переключатели РЗ-БКЭ и далее в накопительные емкости цеха формирования, бестарного хранения и отпуска муки.

Данные о показателях качества отдельных компонентов дают возможность сформировать сорта муки с требуемым содержанием клейковины, белизной и другими показателями в соответствии с пожеланиями потребителей (табл. 95).

Наличие большого числа силосов и компонентов с разными показателями качества позволяет составлять на предприятии сорта муки со стабильными показателями качества и обеспечивать ритмичную работу хлебопекарных предприятий.

В размольном отделении мукомольного завода формируют три основных потока муки. Первый поток формируют из индивидуальных потоков зольностью, близкой к муке высшего сорта. Второй поток имеет зольность между первым и вторым сортом. Зольность третьего потока — 2,80...3,5 %. Этот поток можно использовать для выработки муки обойной и второго сорта. Формирование сортов муки в специальном цехе дает возможность получать муку высшего, первого и второго сортов, обойную муку, муку для производства кондитерских изделий, а также новые сорта муки.

Одновременно создаются условия более эффективного использования зерна, поскольку стабилизация качества каждого сорта с учетом фактического качества потоков муки позволяет увеличить общий выход муки. При этом способе формирования сортов муки витаминизация ее происходит непосредственно перед отпуском потребителю, что обеспечивает более полную сохранность витаминов в муке.

Переработка зерна пшеницы различного качества в двух секциях мукомольного завода позволяет получать шесть компонентов сортов муки, которые могут быть рационально использованы при формировании сортов.

В таблице 96 приведен количественно-качественный баланс муки одной секции Раменского комбината хлебопродуктов с формированием двух компонентов. Из данных следует, что потоки муки с отдельных систем технологического процесса имеют различную зольность. При общем выходе муки 80,68 % средневзвешенная ее зольность составила 0,61 %. В цех формирования сортов муки направляют первый поток в количестве 77,6 % зольностью 0,53 % и третий поток в количестве 3,08 % зольностью 2,66 %. Наличие только двух компонентов сужает возможность рационального формирования сортов с учетом зон крахмалистого эндосперма. Необходимо стремиться получать три компонента, что расширяет возможности формирования сортов, создает более благоприятные

95. Биохимические показатели муки и мучных смесей в секции Б

Системы и компоненты	Содержание клей- ковины, %		Белизна, усл. ед. по прибору ИДК-1	Гидра- тация, %	Содержание белка на сухое веще- ство, %	Активность про- теолитических ферментов (по автолитической пробе), мг/100 г муки	Содержание клетчатки, %	Число па- дения, с
	сырой	сухой						
I и II др.с.	34,7	12,0	67	189,2	12,50	50	0,28	278
III др. с. круп. и мелк.	39,9	14,0	62	185,0	14,82	70	0,32	306
IV др. с. круп. и мелк.	44,4	17,0	68	161,2	17,27	140	0,39	192
4-я сорт.с.	39,8	14,5	65	174,1	15,05	120	0,39	222
Виброцентрофугал	38,6	13,9	66	178,0	15,39	170	0,48	364
1-я шл.с.	28,4	9,8	65	188,6	11,63	80	0,29	371
2-я шл.с.	28,3	9,7	62	192,0	11,12	60	0,38	372
2-я р.с. круп.	28,0	9,9	60	183,4	11,23	40	0,27	378
3, 4 и 5-я р.с.	30,1	10,5	57	186,3	12,37	100	0,42	332
6, 7 и 8-я "	30,4	10,7	71	183,6	12,54	170	0,44	274
9, 10 и 11-я "	30,1	12,5	66	140,4	15,90	180	1,32	185
9-я	37,7	13,7	75	175,2	15,33	160	0,81	209
10-я "	31,8	13,1	69	142,0	15,56	220	0,86	206
11-я "	Не отмывается		—	—	18,64	780	2,16	76
1-й компонент (76,03 %)	32,2	11,6	70	186,9	12,37	80	0,40	373
3-й компонент (1,25 %)	Не отмывается		—	—	17,21	760	2,47	68

96. Количественно-качественный баланс муки

Системы	№ потока муки	Выход к I драной сис- теме, %	Зольность, %
I др.с.	1	2,77	0,56
1-я сорт.с.	1	7,32	0,50
III др.с. круп.	1	2,37	0,60
III др.с. мелк.	1	1,94	0,64
2-я сорт.с.	1	2,72	0,66
IV др.с. круп.	1	0,63	0,89
IV др.с. мелк.	1	0,94	0,92
Центрофугал	1	1,25	0,99
3-я сорт.с.	1	0,59	1,31
4-я сорт.с.	1	1,85	1,11
1-я шл.с., 1-й проход	1	1,20	0,40
1-я шл.с., 2-й "	1	0,30	0,42
2-я шл.с., 1-й	1	3,75	0,38
2-я шл.с., 2-й	1	0,76	0,40
1-я р.с. круп.	1	6,44	0,38
1-я р.с. мелк.	1	8,45	0,39
2-я р.с. круп., 1-й проход	1	6,00	0,40
2-я р.с. круп., 2-й "	1	1,81	0,38
2-я р.с., мелк., 1-й "	1	4,40	0,41
2-я р.с., мелк., 2-й "	1	0,95	0,44
3-я р.с., 1-й проход	1	2,76	0,41
3-я р.с., 2-й "	1	2,51	0,43
4-я р.с.	1	2,12	0,52
5-я р.с., 1-й проход	1	4,55	0,48
5-я р.с., 2-й "	1	1,01	0,50
6-я р.с., 1-й	1	1,17	0,51
6-я р.с., 2-й	1	0,18	0,52
7-я р.с.	1	1,74	0,55
8-я р.с., 1-й проход	1	0,40	0,63
8-я р.с., 2-й "	1	1,52	0,65
9-я р.с., 1-й	1	0,31	0,91
9-я р.с., 2-й	1	0,95	0,93
10-я р.с., 1-й "	1	0,27	1,16
10-я р.с., 2-й	1	0,76	1,11
11-я р.с., 1-й "	3	2,33	2,48
11-я р.с., 2-й "	1	0,65	1,36
12-я р.с., 1-й	1	0,26	1,91
12-я р.с., 2-й "	3	0,75	3,24
И т о г о	—	80,68	0,61
Отруби:			
Сход Б2	—	7,30	6,28
Сход Б3	—	6,76	5,59
Сход 4-й сорт.с.	—	0,56	4,77
Сход 4-й р.с.	—	0,27	4,49
Сход 11-й р.с.	—	1,61	5,38
1-й сход 12-й р.с.	—	1,28	5,07
2-й сход 12-й р.с.	—	1,54	4,95

Системы	№ потока муки	Выход к I драной сис- теме, %	Зольность, %
И т о г о		19,32	5,71
Мука 1-го потока	1	77,60	0,53
Мука 3-го потока	3	3,08	2,66
И т о г о:			
Мука	—	80,68	0,61
Отруби	—	19,32	5,71
И т о г о готовой продукции	—	100	1,59

ятные условия смешивания компонентов из-за меньшего различия показателей качества.

Отделение готовой продукции (рис. 108) включает следующие операции.

1. Бестарное хранение муки по потокам в силосах общей вместимостью 4600 т. Предусмотрены также оперативные силосы и бункера для отпуска готовой продукции и подачи на фасовочные линии. Суммарная вместимость для бестарного хранения рассчитана на 8,4 сут работы завода. Для распределения муки по силосам установлены поворотные распределительные трубы на шесть направлений и переключатели на два направления.

Все силосы оборудованы вибрационными разгрузителями РЗ-БВА и винтовыми питателями, которые выполняют функции регулятора производительности.

2. Сорта муки формируют при помощи многокомпонентного весового дозатора 6. 140 АД-3000М и смесителя А9-БСГ-3 периодического действия. Производительность линии многокомпонентного дозирования и смешивания составляет 36 т/ч. В результате формирования сортов муки можно получить высший, первый, второй сорта, обойную муку, а также специальные сорта.

Система формирования обеспечивает стабильность качества сортов при различных показателях качества составляющих компонентов и позволяет учитывать специфические требования потребителей. Многовариантность системы дает возможность сбалансировать соотношение выпускаемых сортов соответственно спросу потребителей. Общий выход готовой продукции определяется по фактической реализации и может быть 75...80 %.

После формирования сортов муку контролируют в центробежных просеивающих машинах А1-БПК и направляют на фасовку, выбой или бестарную отгрузку.

3. Витаминизацию муки производят одновременно с формированием сорта. После приготовления витаминизированной смеси в установ-

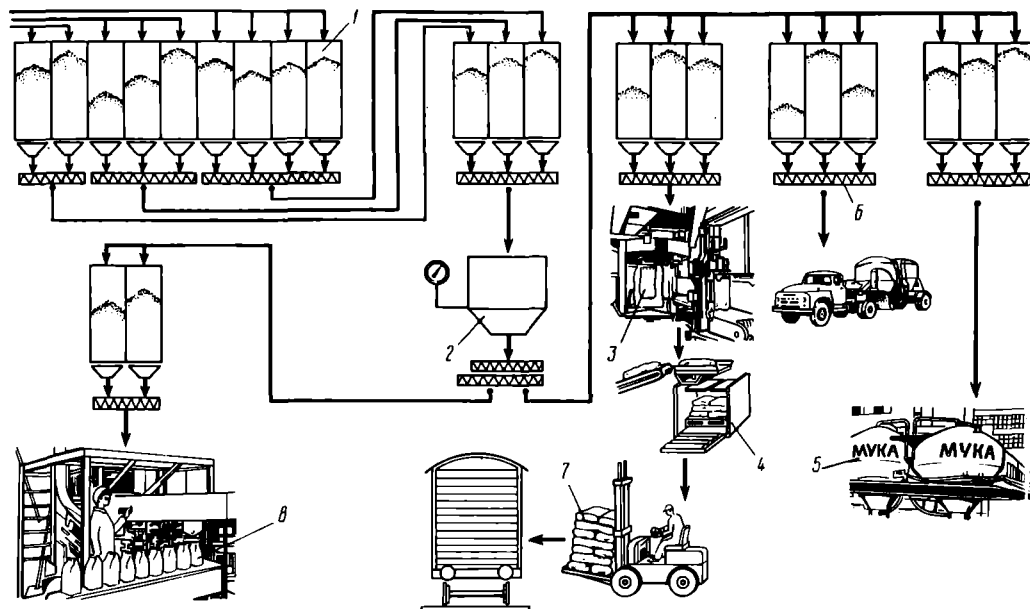


Рис. 108. Функциональная схема отделения готовой продукции:

1 – смешивание потоков муки; 2 – многокомпонентное весовое дозирование; 3 – выбор муки в мешки; 4 – укладка мешков в пакеты; 5 – бестарный отпуск муки на автомобильный транспорт; 6 – бестарный отпуск муки на железнодорожный транспорт; 7 – отпуск муки в пакетах на железнодорожный транспорт; 8 – фасовка муки в пакеты

ке А5-АУВМ-1 виброзагрузчик направляет ее в дозатор и смеситель.

Многокомпонентные весовые дозаторы с винтовыми питателями и смеситель работают автоматически по заданной на перфокарте программе. Управление установкой выведено на пульт отделения готовой продукции.

4. Мука смешивается в смесителях периодического действия А9-БСГ-3 для обеспечения однородности сорта, сформированного из различных потоков.

5. Муку на автомобильный транспорт отпускают из металлических бункеров, установленных над двумя проездами. В каждом проезде расположены автомобильные весы с циферблатной головкой и печатающим устройством. Муку в железнодорожные вагоны – муковозы – отгружают из отпускного устройства, оборудованного четырьмя цилиндрическими бункерами с аэроагрегаторами. Для подачи муки используются аэрозольно-транспортные линии.

6. Выбой муки и манной крупы в мешки по 50 кг производится весовым дозатором АДК-50-ЗВМ производительностью 600 мешков в час, или 30 т/ч. Наличие шести питателей позволяет осуществлять выбой до трех сортов муки на каждой установке без зачистки питающих устройств. В комплексе с карусельным весовыбойным аппаратом работает мешкозашивочная машина.

7. Муку, затаренную в мешки, хранят штабелями в складе на поддонах и отпускают на автомобильный или железнодорожный транспорт электропогрузчиком.

8. Объем фасовки муки – до 15 %, а манной крупы – до 40 % от суточной выработки. Фасовка муки в пакеты массой по 2 кг выполняется автоматом А5-АФК. Автомат А5-БУА упаковывает по шесть пакетов в пачку. Пачки укладывают на поддон или в контейнер. Производительность фасованного автомата для муки – 60...70 пакетов в минуту или 8,4 т/ч.

Фасовка манной крупы производится в автоматических дозаторах ДРК-1 в пакеты массой 0,5 и 1 кг производительностью соответственно 0,9 и 1,8 т/ч.

§ 6. МАКАРОННЫЕ ПОМОЛЫ ТВЕРДОЙ И МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

При построении схемы технологического процесса помолов данного типа руководствуются следующим соотношением этапов:

Общая валыцовая линия, %	100
в том числе:	
на первых системах	45...50
на шлифовочных "	40...50
на размольных	0...15
Отношение длины валыцовой линии шлифовочно-размольных систем к валыцовой линии драных	1,0...1,2

Общая просеивающая поверхность, %	100
в том числе:	
на драных системах	50...55
на шлифовочно-размольных системах	40...45
на контроле муки	3...5
Отношение просеивающей поверхности шлифовочно-размольных систем к просеивающей поверхности драных систем	0,7...0,9

П р и м е ч а н и е. Меньшую длину вальцово-шлифовочных систем и большую длину размольных систем принимают при макаронном помоле мягкой пшеницы.

При определении общего количества оборудования, необходимого для компоновки схемы технологического процесса, следует руководствоваться средними удельными нагрузками [кг/(см·сут)] на основное технологическое оборудование, приведенными ниже.

Оборудование	Удельная нагрузка, кг/(см·сут)
Вальцовые станки	50...65
Рассевы:	
ЗРШ	700...800
ЗРШ-М	800...1000
Ситовые машины	120...140

П р и м е ч а н и е. Меньшие значения удельных нагрузок следует применять при переработке твердой пшеницы, большие — при переработке мягкой.

При построении драного процесса в схемах данного типа нужно руководствоваться следующими общими рекомендациями:

измельчение продуктов в драном процессе осуществлять на пяти-шести системах;

предусматривать раздельное по крупности измельчение сходовых продуктов на II, III, IV (V) драных системах;

сортирование продуктов измельчения осуществлять в три этапа с получением семи-восьми фракций крупок и дунстов, при этом, в зависимости от производительности мукомольного завода, крупную крупку целесообразно разделять по крупности на две-три фракции для раздельной их обработки на шлифовочных системах, а дунсты — на жесткие и мягкие для раздельного обогащения в ситовых машинах;

в зависимости от производительности мукомольного завода с целью рациональной загрузки ситовых машин допускается объединение продуктов I, II, III драных систем, направляемых с первого на второй и третий этапы сортирования;

применять следующие кинематические и технологические параметры размалывающего оборудования:

окружную скорость быстровращающихся валцов — 4,0...4,5 м/с;

отношение окружных скоростей валцов — 2,5;

профиль рифлей с углом острия на I драной системе 35°, на остальных системах 30°, с углом спинки 60°;

уклон рифлей — 6...12 % (меньшие уклоны применяют при переработке мягкой пшеницы);

взаиморасположение рифлей "острие по острию" или "острие по спинке" при помолах мягкой пшеницы;

число рифлей на 1 см — от 3,5 на I драной до 9,5 на VI драной системах с увеличением от системы к системе на одну рифлю на см, при этом для мелких систем количество рифлей на 1 см принимают на одну больше по сравнению с крупными.

Режимы измельчения и удельные нагрузки по системам драного процесса должны обеспечить получение максимального количества крупок и минимального — дунстов и муки. Ориентировочные режимы измельчения и нагрузки на I...IV драных системах приведены в таблице 97. Назначение шлифовочного процесса при макаронных помолах состоит в освобождении крупок от сросшихся с ними оболочек, доведении их до размеров частиц макаронной муки.

97. Рекомендуемые режимы измельчения и удельные нагрузки на I...IV драных системах при макаронных помолах

Дранные системы	Номер контрольного сита	Извлечение, в % от массы продукта, поступающего на данную систему	Удельная нагрузка на валцовую линию, кг/(см·сут)
I	1 (19)	7...10	500...600
II:			
круп.	1 (19)	35...40	400...500
мелк.		40...45	300...400
III:			
круп.	08 (24)	35...40	300...400
мелк.		40...45	250...350
IV:			
круп.	05 6 (32)	30...35	250...350
мелк.		35...40	200...300

Шлифовочный процесс при макаронных помолах по аналогии с размольным процессом хлебопекарных помолов с развитыми схемами включает три основных этапа, при построении которых руководствуются следующими рекомендациями:

первый этап, включающий четыре-пять систем, предназначен для обработки крупных фракций крупок I...III драных систем, состоящих из сростков частиц эндосперма с оболочками (последние проходы, нижние сходы ситовечных машин) и частиц эндосперма, размер которых превышает величину частиц макаронной муки;

второй этап, состоящий из трех-четырех систем, предназначен для обработки крупных сходовых продуктов и крупок второго качества,

образующихся на I...IV драных системах и первом этапе шлифовочного процесса (вторые проходы и схода ситовеечных машин);

третий этап, состоящий из двух-трех систем, предназначен для обработки мелких сходовых продуктов (мелкой крупки и дунстов), образующих на V и VI драных системах и втором этапе шлифовочного процесса.

Извлечение на шлифовочных системах при макаронных помолах рекомендуется оценивать количеством прохода через сито № 27ш в 100 г продукта, отобранного после вальцового станка. Ориентировочно режимы измельчения целесообразно устанавливать в диапазоне извлечений от 1,0 до 5,0 % в зависимости от крупности и качества обрабатываемого продукта.

Удельные нагрузки на шлифовочные системы рекомендуется устанавливать в диапазоне от 150 до 200 кг/(см·сут) для систем первого и второго этапов и от 100 до 150 кг/(см·сут) для систем третьего этапа.

На шлифовочных системах применяют нарезные вальцы со следующими основными технологическими и кинематическими параметрами:

окружная скорость быстровращающегося вальца — от 4,0 до 4,5 м/с;

отношение окружных скоростей — от 2,0 до 2,5 на системах первых двух этапов процесса от 2,0 до 1,5 на системах третьего этапа;

профиль рифлей с углом острия 30°, углом спинки 60°;

взаиморасположение рифлей — "острие по острию", на третьем этапе процесса можно устанавливать рифли "спинка по спинке".

Сортирование продуктов измельчения следует проводить в две стадии, при этом на второй допускается объединение мелких продуктов одинакового качества драного и шлифовочного процессов.

Особенностью схем технологического процесса макаронных помолов является развитый процесс обогащения крупок и дунстов в ситовеечных машинах. Для повышения эффективности этого процесса следует применять более низкие по сравнению с хлебопекарными помолами нагрузки на ситовеечные машины:

Фракция	Нагрузка, кг/(см·сут)
Крупная крупка	350...450
Средняя "	250...350
Мелкая	200...300
Жесткий дунст	150...200
Мягкий "	100...150
На контроле крупки	500...600

Размольный процесс в схемах макаронных помолов выполняет функции вымольного, в нем осуществляется помол до размеров частиц хлебопекарной муки мелких продуктов драных и шлифовочных систем, а также сходов с ситовеечных машин, которые по качеству не могут быть направлены в макаронную муку.

Размольный процесс при макаронном помоле твердой пшеницы, в за-

висимости от общего выхода и ассортимента продукции, может полностью отсутствовать или включать одну-две системы, при макаронном помоле мягкой пшеницы — до трех систем.

Вопросы для самопроверки. 1. Назовите технические показатели схем размола зерна. 2. Охарактеризуйте особенности драного процесса на предприятиях, оснащенных высокопроизводительным комплектным оборудованием. 3. Какие нагрузки на вальцовую линию и просеивающую поверхность устанавливают на I...III драных и 1...5-й размольных системах? 4. Какова эффективность обогащения крупной и средней крупок по показателю зольности? 5. Назовите режимы извлечения по шлифовочному процессу. 6. Назовите режимы измельчения на 1-й и 8-й размольных системах. 7. Расскажите о порядке формирования готовой продукции. 8. Каково назначение и устройство многокомпонентного весового дозатора 6.140-АД-3000М? 9. Назовите режимы измельчения и удельные нагрузки на I...IV драных системах при макаронных помолах.

Глава XXII

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МУКОМОЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

§ 1. РЕКОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕООРУЖЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ ХЛЕБОПЕКАРНОГО ПОМОЛА

В стратегических направлениях развития нашей страны на долгосрочный период — до начала XXI века — предусмотрено направлять капитальные вложения прежде всего на реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий. Планируется увеличить финансирование этих мероприятий на 50 %. В соответствии с этим наряду со строительством новых мукомольных заводов намечена широкая долгосрочная программа модернизации материально-технической базы действующих заводов.

Реконструкция типовых мукомольных заводов производительностью 500 и 245 т/сут производится на основе проектов, разработанных ЦНИИпромзернопроект. Проекты предусматривают полную замену оборудования с максимальным приближением к технологической схеме новых типовых мукомольных заводов, оснащенных комплектным оборудованием. При этом учитываются конкретные условия действующего предприятия. Такой вариант реконструкции позволяет увеличить выпуск муки высшего сорта до 75 % и в 1,5 раза повысить производительность труда. В проекте предусмотрена также возможность выпуска трех сортов муки с общим выходом до 80 % или двух сортов: высший сорт — 65 % и второй сорт — 13 %. Реконструкция с полной заменой оборудования требует остановки завода на 6...8 мес, затраты окупаются примерно за 6 лет. Опыт показал, что такая реконструкция завода произ-

водительностью 500 т/сут обходится в среднем на 1 млн.р. дешевле, чем строительство нового.

Необходимо иметь в виду, что чем устанавливаемый комплект оборудования и технологическая схема в зерноочистительном и размольном отделениях будут ближе к типовым аналогам заводов, которые разработаны на базе комплектного высокопроизводительного оборудования и передовой технологии, тем выше можно ожидать конечные результаты работы предприятия. Техническое перевооружение зерноочистительных отделений, как правило, проводят с применением комплекта машин и оборудования "сухой" очистки зерна.

При реконструкции используют существующее отделение бестарного хранения муки с установкой новых выпускных устройств с виброднищами для лучшего истечения муки. Учитывая, что площадь этого отделения в действующих мукомольных заводах значительно меньше, чем в новых, линия формирования сортов муки исключена, а ввод витаминов осуществляется непосредственно в процессе ее производства (рис. 109).

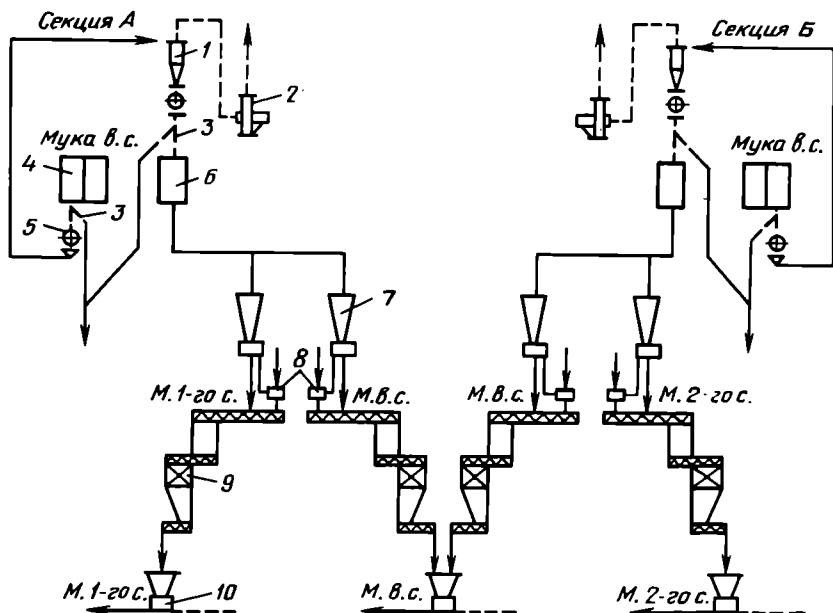


Рис. 109. Схема витаминизации муки мукомольного завода производительностью 500 т/сут:

1 — разгрузитель; 2 — вентилятор высокого давления; 3 — сливная самотечная труба; 4 — контрольный рассев; 5 — шлюзовый затвор-питатель; 6 — аппарат для приготовления витаминной муки; 7 — микродозатор; 8 — индикаторы наличия продукта; 9 — весы; 10 — шлюзовый питатель

Мука высшего сорта с одной секции контрольного рассева поступает в шлюзовую питатель всасывающей пневмотранспортной линии, подающей ее в аппарат для приготовления витаминной смеси. Излишки муки возвращаются в основной поток. Витаминная смесь накапливается в бункерах, и микродозаторы вводят ее в винтовой конвейер, куда подается основной поток муки через индикатор наличия продукта. Индикатор заблокирован с микродозатором, который обеспечивает подачу витаминной смеси только при поступлении муки.

Варианты реконструкции действующих заводов с полной заменой оборудования обеспечивают возможность использования современных средств автоматического управления технологическим процессом. Стоимость реконструкции мукомольного завода производительностью 500 т/сут составляет 4,6 млн.р., 250 т/сут – 2,9 млн.р. Наиболее применяемыми вариантами технического перевооружения действующих мукомольных заводов считают такие, где частично заменяют оборудование. Как правило, в зерноочистительном отделении завода устанавливают практически все новые машины, а в размольном – вальцовые станки А1-БЗ-2Н (или А1-БЗ-3Н; 5Н; 6Н) и ситовечные машины А1-БС-20. В результате такой реконструкции выход муки высшего сорта повышается до 40 %. Проводят реконструкцию за 2...3 мес, а окупается она за 1...2 года.

С учетом конкретных условий предусматривают технологические линии производства новых диетических продуктов: зародышевых хлопьев и пищевых отрубей. Новым перспективным направлением является создание комплексов на одной площадке: мукомольные, крупяные, комбикормовые заводы, макаронные фабрики, хлебозаводы. Это позволит упростить управление, снизить административные и транспортные расходы.

В качестве примера рассмотрим опыт технического перевооружения Куйбышевского мукомольного завода № 2. Производительность завода – 420 т/сут. В процессе технического перевооружения были разработаны новая технологическая схема размольного отделения и система пневмотранспорта. Для снижения удельных нагрузок на вальцовую линию со 104 до 74 кг/(см·сут) было установлено 29 вальцовых станков А1-БЗ-2Н вместо 24 станков 3М. Произведено перераспределение вальцовой линии по системе, разработана схема размещения вальцовых станков и выполнена разметка в производственном помещении. Установка и монтаж вальцовых станков были проведены за 38 календарных дней. Силами специалистов мукомольного завода были разработаны и смонтированы линии сжатого воздуха для систем автоматики вальцового станка, а также система оборотного водоснабжения для охлаждения вальцов.

Для интенсификации процесса измельчения после вальцовых станков 1, 2 и 3-й размольных систем установлено шесть энтолейторов РЗ-БЭР. Установка семи бичевых машин МБО-1 перед ситами III,

IV и V драных систем позволила снизить нагрузку на рассевы до нормативных значений.

В таблице 98 приведены основные технические показатели завода после реконструкции, которые приближаются к аналогичным на типовых заводах-новостройках, а в таблице 99 показаны удельные нагрузки и извлечений по системам технологического процесса после реконструкции завода.

Выход крупок, дунстов и муки с первых трех драных и сортировочных систем был равен 81,46 %, зольность — 0,84 % (табл. 100). На этих

98. Основные технические показатели Куйбышевского мукомольного завода № 2

Показатели	До реконструкции	После реконструкции
Плановая суточная производительность, т/сут	420	420
Общая длина валцовой линии, см	4800	5800
В том числе на системах:		
драных	2100	2400
шлифовочно-размольных	2700	3400
Общая просеивающая поверхность, м ²	420	420
В том числе на системах:		
драных	133,25	120,5
шлифовочно-размольных	119,0	106,25
на контроле муки	28,25	28,25
Отношение длины валцовой линии шлифовочно-размольных систем к длине валцовой линии драных систем	1,29	1,42
Отношение просеивающей поверхности шлифовочно-размольных систем к просеивающей поверхности драных систем	1,12	1,3
Общая ширина сит верхнего яруса ситовечных машин, см	960	480
Средняя удельная нагрузка на:		
валцовые станки, кг/(см·сут)	93	72
просеивающую поверхность кг/(м ² ·сут)	1000	1000
ситовечные машины, кг/сут	437	870
Фактический выход муки (по сортам), %:		
высший	24,2	40,85*
первый	43,3	29,90
второй	9,9	9,83
отруби	22,2	23,46
Средневзвешенная зольность муки (по сортам), %:		
высшего	0,52	0,47
первого	0,72	0,51
второго	1,15	0,71
отруби	5,2	5,87

* В том числе 0,83 % манной крупы.

99. Удельные нагрузки и извлечение по системам

Системы	Удельные нагрузки, кг/(см·сут)	Нсдосев, %	Извлечение, %			
			после станка	после измельчителя	результатирующее	
Дранные:						
I	816	—	18	—	18	
	840	—	30	—	30	
	780	—	27	—	27	
	904	—	26	—	26	
	836	—	28	—	28	
II	640	2	46	—	45	
	627	2	28	—	26,5	
	708	2	44	—	42,9	
	636	2	66	—	65,37	
	760	2	38	—	36,7	
III мелк.	610	4	70	—	68,7	
	466	25	57	—	42,7	
	III круп.	408	8	65	—	62
	370	6	52	—	49	
	362	12	47	—	40	
IV мелк.	402	6	70	—	68,1	
	398	34	82	—	72,7	
	312	31	76	—	65,2	
	237	58	80	—	52,4	
	210	30	40	—	14,3	
IV круп.	235	8	38	—	32,6	
	182	8	24	—	17,4	
	V	217	14	28	—	16,3
	186	12	24	—	13,6	
	Шлифовочные:					
1-я	264	6	22	—	17	
	215	6	18	—	12,8	
2-я	193	8	41	—	35,9	
	146	6	8	—	2,1	
Размольные:						
1-я	263	26	45	68	44	
	214	26	52	66	42,5	
	237	18	44	66	43,2	
	188	18	48	69	44,5	
	254	17	50	—	34	
	233	16	32	—	18	
	2-я	184	14	40	—	30,2
		177	12	40	—	31,8
		161	8	32	—	26,1
		168	5	54	66	64
193		8	40	64	60,5	
3-я	206	14	40	—	30,2	
	147	9	62	—	58,2	
	152	12	40	—	31,8	
	113	17	62	—	16,9	
	160	8	40	—	33,2	
	135	20	42	—	27,5	

Системы	Удельные нагрузки, кг/(см·сут)	Недосев, %	Извлечение, %		
			после станка	после измельчителя	результующее
4-я	162	23	46	—	25,3
	127	24	48	—	27,6
	124	6	22	—	22,6
5-я	148	24	46	—	28,9
	162	22	42	—	22,6
	155	38	42	—	6,4
6-я	182	24	32	—	10,5
	207	22	27	—	6,4
7-я	168	33	48	—	22,4
8-я	142	30	38	—	9,6
9-я	171	31	36	—	7,2
10-я	163	14	15	—	1,2

100. Выход и зольность крупок, дунстов и муки с первых трех драных и сортировочных систем, %

Системы	Продукт, $\frac{\text{выход}}{\text{зольность}}$						
	Крупка			Дунст	Итого крупок и дунстов	Мука	Всего крупок, дунстов и муки
	круп-ная	сред-няя	мел-кая				
Дранные:							
I	10,93	8,3	—	—	19,23	—	19,23
	0,89	0,82	—	—	0,86	—	0,86
II	9,64	7,12	—	—	16,76	—	16,76
	1,02	0,87	—	—	0,96	—	0,96
III	—	7,65	7,14	—	14,79	—	14,79
	—	1,18	0,79	—	0,99	—	0,99
Сортировоч-ные:							
1-я	—	—	5,08	4,22	9,3	7,84	17,14
	—	—	0,75	0,6	0,68	0,6	0,64
2-я	—	—	2,27	2,83	6,10	3,32	9,42
	—	—	0,78	0,67	0,73	0,69	0,71
3-я	—	—	1,35	1,02	2,37	1,75	4,12
	—	—	1,05	0,79	0,94	0,74	1,1
Всего по системам	20,57	23,07	16,84	8,07	68,55	12,91	81,46
	0,95	0,93	0,8	0,65	0,88	0,65	0,84

системах получено $\approx 12,9\%$ муки (к 1 драной системе) зольностью $0,65\%$. Количественно-качественный баланс готовой продукции Куйбышевского мукомольного завода № 2 (табл. 101) показал, что выход готовой продукции составил: $1,58\%$ манной крупы зольностью $0,5\%$; $39,2\%$ муки высшего сорта зольностью $0,54\%$; $27,02\%$ муки первого сорта зольностью $0,73\%$; $10,11\%$ муки второго сорта зольностью $1,21\%$; $22,09\%$ отрубей зольностью $5,93\%$. Выход муки высших сортов зольностью $0,61\%$ был равен $67,8\%$ при общем выходе муки $77,9\%$ и среднезольности $0,68\%$.

В результате технического перевооружения Куйбышевского мукомольного завода № 2 выход муки высшего сорта увеличился в 2 раза при 78% -ном сортовом помоле и улучшилось качество готовой продукции без изменения производительности. Стоимость технического перевооружения завода – около 700 тыс. р., срок окупаемости затрат – 0,8 года.

§ 2. РЕКОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ МАКАРОННОГО ПОМОЛА

В настоящее время потребителям поставляют макаронную муку как высшего сорта из твердых классных пшениц, так и хлебопекарную муку высшего сорта, что существенно отражается на качестве макаронных изделий. Такое положение сложилось из-за недостатка производственных мощностей макаронного помола, их невысокого технологического уровня и низкой эффективности использования зерна. Средний выход макаронной крупки из твердой пшеницы составляет $40\ldots 42\%$.

Для обеспечения предприятий макаронной промышленности мукой высшего сорта из твердых пшениц разработана специальная программа по увеличению производства макаронной крупки из твердых пшениц за счет технического перевооружения на базе высокопроизводительного оборудования всех заводов макаронного помола и ряда предприятий хлебопекарного помола с переводом их на макаронный помол до 1995 г.

Опыт работы мукомольного завода макаронного помола, осуществивших техническое перевооружение с использованием комплектного высокопроизводительного оборудования, свидетельствует, что новое технологическое оборудование, прогрессивные технологические приемы, режимы ведения технологического процесса и его организация позволяют обеспечить отбор муки высшего сорта (крупки) более 60% .

Учитывая необходимость увеличения производства крупки для макаронной промышленности, сокращения выработки муки первого сорта (полукрупки), не пользующейся спросом, при осуществлении технического перевооружения мукомольных заводов макаронного помола твердой пшеницы рекомендуется проводить следующие мероприятия:

101. Количественно-качественный баланс готовой продукции Куйбышевского мукомольного завода № 2

Системы	Готовая продукция								Отруби	
	Манная крупа		Мука сорта						выход	зольность
			высшего		первого		второго			
	выход	зольность	выход	зольность	выход	зольность	выход	зольность		
Дранные:										
III круп.	—	—	—	—	1,98	0,65	—	—	—	—
III мелк.	—	—	—	—	2,97	0,68	—	—	—	—
IV круп.	—	—	—	—	1,44	0,8	—	—	—	—
IV мелк.	—	—	—	—	1,05	0,83	—	—	—	—
V	—	—	—	—	—	—	3,14	1,06	—	—
МБО-1:										
№ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	3,02	5,81
№ 2	—	—	—	—	—	—	—	—	2,72	5,94
№ 3	—	—	—	—	—	—	—	—	4,8	5,88
№ 10	—	—	—	—	—	—	—	—	5,28	5,96
Пересев МБО-1										
№ 1...2	—	—	—	—	—	—	1,22	1,18	—	—
Относы фильтров	—	—	—	—	1,17	0,82	—	—	—	—
Пересев отрубей	—	—	—	—	—	—	1,09	1,24	6,27	6,03
Сортировочные:										
1-я	—	—	—	—	6,2	0,72	—	—	—	—
2-я	—	—	3,09	0,58	—	—	—	—	—	—
2-я А	—	—	1,27	0,62	—	—	—	—	—	—
3-я	—	—	—	—	2,18	0,71	—	—	—	—
3-я А	—	—	—	—	1,42	0,76	—	—	—	—
4-я	—	—	—	—	0,89	0,92	—	—	—	—

Шлифовочные:			
1-я	—	—	1,92
2-я	—	—	2,11
Ситовечные:			
№ 2А	0,88	0,5	—
№ 2Б	0,44	0,55	—
№ 6А	0,26	0,48	—
Размольные:			
1-я А круп.	—	—	6,82
1-я Б	—	—	5,93
2-я круп.	—	—	8,38
2-я мелк.	—	—	6,69
3-я	—	—	5,02
4-я	—	—	—
5-я	—	—	—
6-я	—	—	—
7-я	—	—	—
8-я	—	—	—
9-я	—	—	—
10-я	—	—	—
Итого на контроле	1,58	0,5	41,23
Контроль:			
манной крупы	1,58	0,5	—
муки сортов:			
высшего	—	—	39,2
первого	—	—	—
второго	—	—	—
отрубей	—	—	—
Всего:			
муки	—	0,5	39,2
отрубей	1,58	—	—

0,56	—	—	—	—	—	—
0,54	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
0,52	—	—	—	—	—	—
0,52	—	—	—	—	—	—
0,51	—	—	—	—	—	—
0,53	—	—	—	—	—	—
0,65	—	—	—	—	—	—
—	4,71	—	—	—	—	—
—	3,04	0,73	—	—	—	—
—	2,55	0,85	—	—	—	—
—	—	0,9	1,92	1,08	—	—
—	—	—	1,74	1,28	—	—
—	—	—	1,68	1,46	—	—
—	—	—	1,65	1,69	—	—
0,54	26,9	0,75	12,44	1,24	22,09	5,93
—	—	—	—	—	—	—
0,54	—	—	—	—	—	—
—	27,02	0,73	—	—	—	—
—	—	—	—	1,21	—	—
—	—	—	10,11	—	22,09	5,93
0,54	27,02	0,73	10,11	1,21	—	—
—	—	—	—	—	22,09	5,93

В зерноочистительном отделении мукомольного завода:

1. Эффективно выделять сорную и зерновую примеси, очищать зерно, используя в схемах новое высокопроизводительное оборудование: концентраторы А1-БЗК для выделения овсяного (наряду с овсяного-отборниками) и других примесей;

сепараторы А1-БИС-12 или А1-БЛС-16 для выделения крупных и мелких примесей;

для эффективного выделения трудноотделимых примесей следует применять два последовательных прохода сепараторов; при этом на первом проходе устанавливают подсевное сито с размером отверстий 2,5Х20 мм или треугольное с размером отверстий 6,5...7,0 мм, проход через эти сита направляют на второй сепараторный проход, на котором выделяют отходы (проходом через сита 1,7Х20 мм), а оставшееся зерно направляют в куколеотборник для выделения коротких примесей; при отборе мелкой фракции в зерноочистительном отделении этот прием осуществляется на втором сепараторном проходе;

куколеотборники А9-УТК-6 для выделения коротких примесей;

камнеотделительные машины РЗ-БКТ для выделения минеральных примесей (желательно два прохода); при наличии в схеме моечной машины ее использование на данной операции также целесообразно;

воздушные аспираторы РЗ-БАБ или РЗ-БСД для эффективного выделения легких примесей.

2. Осуществлять эффективную обработку поверхности зерна, для чего использовать:

обочные машины РЗ-БМО или РЗ-БГО, щеточные машины А1-БЩМ-12 для очистки поверхности зерна, при этом на первом проходе окружную скорость бичевого ротора обочных машин уменьшают на 3...4 м/с;

моечные машины или машины мокрого шелушения А1-БМШ на первом этапе увлажнения.

3. Отбирать расчетную норму отходов, при этом в зерноочистительном отделении разрешается получать побочный продукт при условии, что его фактическое количество не превышает расчетного количества кормовых отходов.

4. Проводить эффективное трехэтапное кондиционирование зерна с применением увлажнительных машин, шнеков интенсивного увлажнения А1-БШУ-2 и А1-БШУ-1 со следующими режимами увлажнения и отволаживания:

первое увлажнение — до 14,5...15,0 %, отволаживание — 8...10 ч;

второе увлажнение — до 15,5...16,0 %, отволаживание — 1,5...2,0 ч;

третье увлажнение — до 16,0...16,5 %, отволаживание — 0,5 ч.

До проведения гидротермической обработки осуществлять подогрев зерна в зимних условиях.

5. Учитывая повышенную влажность получаемых отрубей, их "пластичность", предусматривать их дополнительное измельчение, увели-

чивать диаметры самотечного транспорта до 140 мм и обеспечивать углы спада.

В размольном отделении мукомольного завода:

1. На действующих предприятиях повышать эффективность работы ситовеечных машин марки ЗМС-2-2 путем применения в них последовательного обогащения на двух и трех ярусах сит;

для повышения эффективности очистки сит в рамках ситовеечных машин ЗМС-2-2 можно использовать резиновые очистители рассевов ЗРШ-ЗМ, по 6...9 шт. на раму.

2. Применять в новых схемах на обогащении крупок и дунстов ситовеечные машины А1-БСО или А1-БС-20.

3. Подвергать обогащению все промежуточные крупки и дунсты драных систем перед их направлением на шлифовочные системы.

4. Рекомендуются следующие режимы измельчения в драном процессе: на I драной системе — от 5 до 10 %; на II — от 40 до 45; на III — от 35 до 40; на IV — от 30 до 35; при суммарном извлечении с I...IV драных систем — не более 80 %.

5. При техническом перевооружении разрабатывать схему помола, принимая схему, предложенную ВНПО "Зернопродукт", предусматривающую в основном следующие основные параметры:

удельную нагрузку на вальцовую линию — от 50 до 55 кг/(см·сут);
удельную нагрузку на ситовеечные машины — от 100 до 120 кг/(см·сут);

число драных систем — 6;

число шлифовочных систем — от 9 до 11;

число размольных систем — от 1 до 2.

6. Для увеличения выхода крупки в драном процессе следует применять взаиморасположение рифлей "острие по острию", уклон — 12 %, число рифлей на 1 см — от 3,5 на I драной системе до 9 на VI драной системе при окружных скоростях быстровращающегося вальца около 4 м/с.

7. На шлифовочные системы должен поступать выравненный по размерам продукт, полученный путем фракционирования в рассевах и ситовейках.

Для повышения выхода макаронной крупки в шлифовочном процессе режимы измельчения по извлечению муки по системам не должны превышать 1,0...1,5 %. Взаиморасположение рифлей — "острие по острию", углы заострения — 30°/60°, число рифлей — от 7 до 12 на 1 см при отношении скоростей от 2 до 2,5 и скорости быстровращающегося вальца 4,0 м/с. Удельные нагрузки на шлифовочные системы не должны превышать 150 кг/(см·сут).

8. Продукты размолла (крупка и дунст) на контрольные ситовеечные машины следует направлять несколькими потоками, выравненными по гранулометрическому составу, для чего использовать контрольные рассевы или проводить формирование потоков непосредственно с рабо-

чих ситовечных машин. При формировании готовой продукции особое внимание обратить на обогащение дунстов, особенно второго качества.

В качестве примера рассмотрим техническое перевооружение мукомольного завода Днепропетровского комбината хлебопродуктов. Завод работал на трехсортном 75 %-ном помоле муки для макаронных изделий с производительностью 160 т/сут. На основе анализа конкретных условий производства и изучения передового опыта реконструкции действующих предприятий страны была разработана комплексная программа мероприятий поэтапного технического перевооружения. Причем этапы были спланированы так, чтобы максимально использовать останки завода на декадный и капитальный ремонт. Была разработана необходимая проектная документация с учетом местных условий.

Технологическая схема зерноочистительного отделения (рис. 110) включает сепаратор А1-БИС-12, камнеотделительную машину РЗ-БКТ-100, обочные машины РЗ-БМО-6, концентратор А1-БЗК-9,

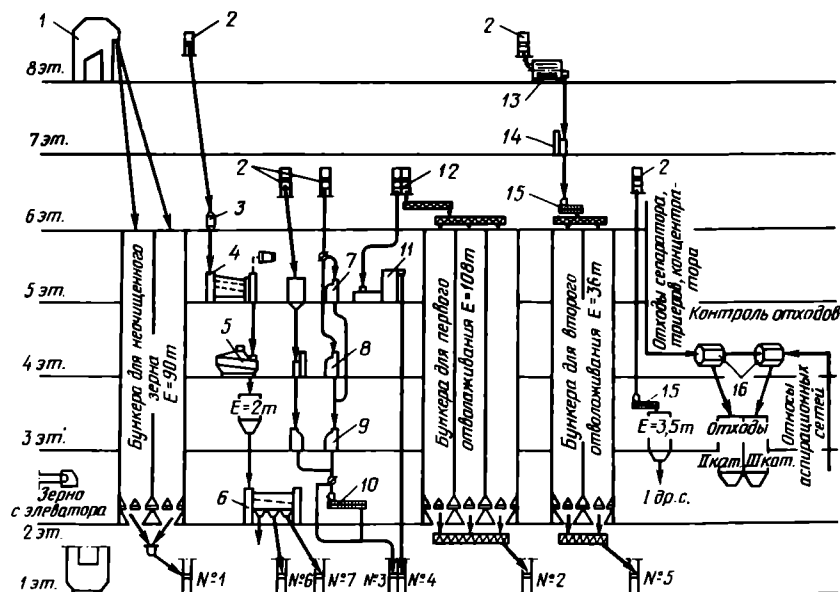


Рис. 110. Схема подготовки зерна к помолу:

1 - нория И-100; 2 - нория И-20; 3 - магнитный сепаратор У1-БМЗ; 4 - сепаратор А1-БИС-12; 5 - камнеотделительная машина РЗ-БКТ-100; 6 - концентратор А9-БЗК-9; 7 - обочная машина РЗ-БМО-6; 8 - триер-овсюгоотборник А9-УТО-6; 9 - триер-куколеотборник А9-УТК-6; 10 - машина А1-БШУ-2 для увлажнения зерна; 11 - моечная машина Ж8-БМА; 12 - нория 1х20; 13 - машина ЗГЦ-10; 14 - воздушный аспиратор РЗ-БАБ; 15 - машина А1-БШУ-1 для увлажнения зерна; 16 - центрифугалы (№ 1 и № 2)

триерный блок, воздушный аспиратор РЗ-БАБ. Гидрошелушение зерна производится в машинах типа А1-БШУ. Кроме того, в схеме осталась моечная машина Ж9-БМА, которая включается при наличии значительного количества минеральной примеси. В этом случае отключаются машины А1-БШУ-2. Перед 1 драной системой зерно увлажняется в машине А1-БШУ-1.

Усовершенствована система автоматического отключения подачи воды при прекращении поступления зерна, что обеспечило стабильность ее работы. Весь объем работы по зерноочистительному отделению был выполнен за 15 календарных дней, а затраты не превысили 100 тыс. р.

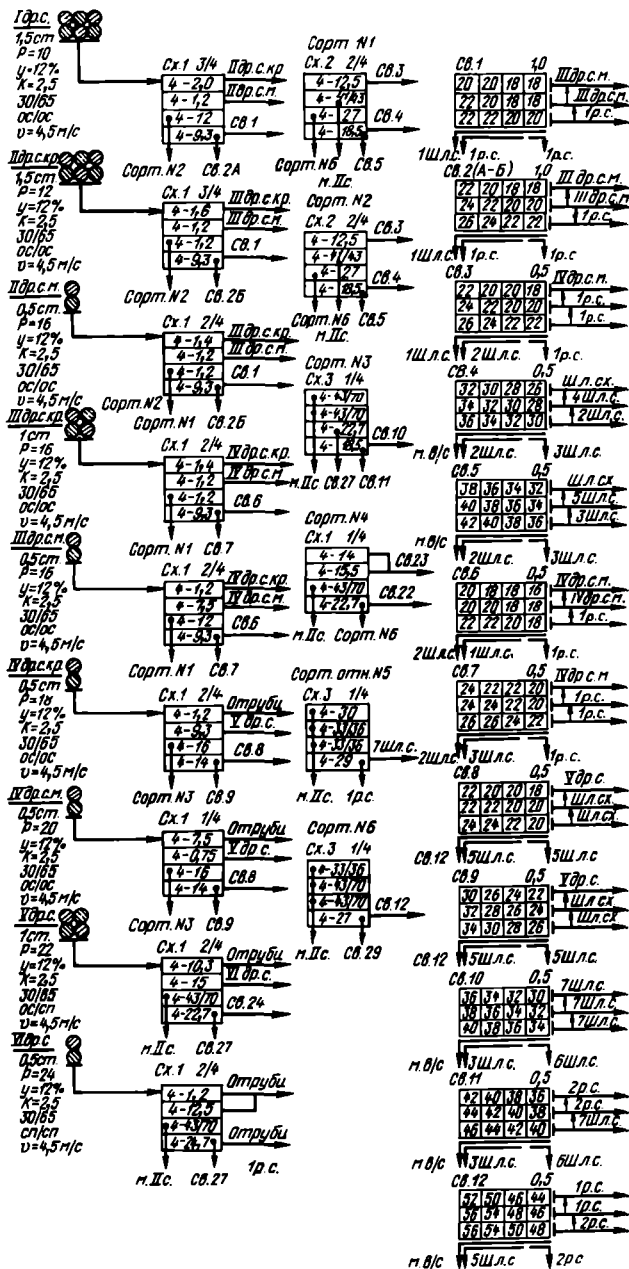
Мероприятия по совершенствованию подготовки зерна к помолу обеспечили устойчивую эффективность очистки и увлажнения зерна. Техническое перевооружение размольного отделения завода было затруднено тем, что в отечественной практике не было опыта использования высокопроизводительного комплектного оборудования для макаронных помолов. Вальцовые станки, рассевы, ситовые машины выпускают с параметрами рабочих органов применительно к хлебопечкарному помолу. С учетом специфических требований к макаронному помолу заводы-изготовители по заказу комбината обеспечили необходимые параметры вальцовых станков: нарезка вальцов, уклон и число rifлей, окружная скорость, исполнение питающего механизма и др. Соответствующие изменения были внесены в конструкцию других машин.

На мукомольном заводе установлено 15 вальцовых станков типа А1-БЗ-ЗН, 16 ситовых машин А1-БС-20, 65 циклонов-разгрузителей У2-БЦР. Скомпонованы сети пневмотранспорта, обеспечено водоснабжение и компрессорная для подачи сжатого воздуха.

Технологическая схема размола зерна на мукомольном заводе № 2 Днепропетровского комбината хлебопродуктов показана на рисунке 111. С учетом местных условий размещения вальцовых станков на 1-м этаже разработан оптимальный вариант подачи воды для охлаждения вальцов, отвода нагретой воды в насосную оборотного водоснабжения. Подключение к системе охлаждения станка выполнено с помощью мягкой вставки из резинового шланга для предотвращения нарушения герметичности соединения (рис. 112).

Техническая характеристика схемы двухсортного 75 %-ного помола твердой пшеницы для макаронной промышленности

Производительность, т/сут	160
Длина вальцовой линии, см	3000
в том числе драных систем	1500
шлифовочных и размольных	1500
Нагрузка на 1 см вальцовой линии, кг/сут	53,3
Общая просеивающая поверхность, м ²	187
в том числе на контроле	4,05
Нагрузка на 1 м ² просеивающей поверхности, кг/сут	856



макаронных изделий

Общая ширина ситовеечных машин, см	1264
Нагрузка на 1 см ширины сит, кг/сут	126,6
Число:	
валцовых станков А1-БЗ-ЗН	15
рассеивов ЗРМ-4М	11
ситовеечных машин А1-БС-20	16

Техническое перевооружение размольного отделения было проведено за 90 календарных дней. Производственная мощность и заданный ассортимент готовой продукции были освоены через 20 дней после пуска мукомольного завода. Отбор муки высшего сорта составил 62 % при одновременном улучшении товарного вида. Затраты на техническое перевооружение размольного отделения составили 700 тыс. р. Увеличен отбор муки высшего сорта на 10 %, повысилась производительность труда на 4,4 %. Срок окупаемости капитальных вложений – около 3 лет.

Полученные технико-экономические результаты полностью подтвердили целесообразность технического перевооружения, а разработанные мероприятия могут успешно использоваться в практике других заводов. Различные варианты реконструкции и технического перевооружения на действующих мукомольных заводах обеспечивают не только интенсификацию производства, повышение эффективности использования зерна, но и значительно улучшаются условия труда, сокращаются потери сырья и продукции.

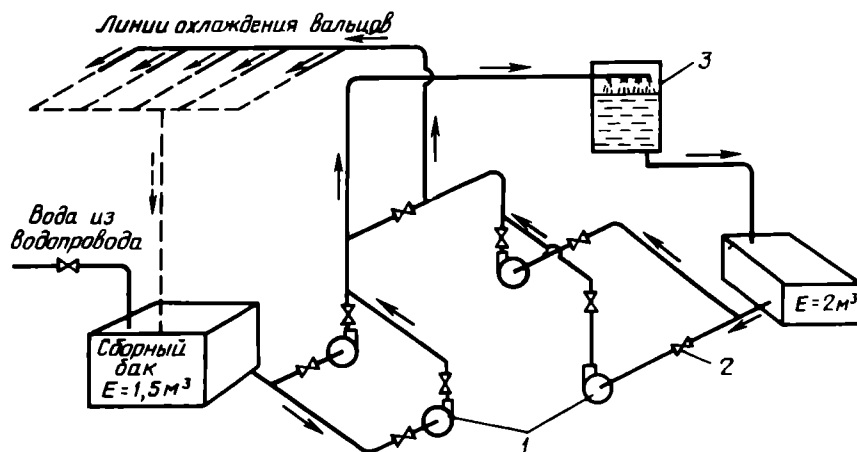


Рис. 112. Принципиальная схема насосной оборотного водоснабжения для охлаждения валцовых станков:

1 – насос К-20/30; 2 – вентиль; 3 – градирня ККТ-25

§ 3. ПРОИЗВОДСТВО ЛЕЧЕБНО-ДИЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ НА МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДАХ

Увеличение производства продуктов питания тесно связано с проблемами повышения эффективности использования зерна, внедрения малоотходной технологии его переработки. На мукомольных заводах для увеличения выпуска муки высоких сортов основной технологической задачей является возможно более полное отделение от эндосперма оболочек и зародыша зерна. Известно, что именно в этих частях зерна содержатся наиболее ценные биологически активные вещества. Удаление периферийных компонентов в процессе переработки зерна существенно обедняет муку, полученную из чистого эндосперма. Снижение потребления пищевых волокон является причиной целого ряда серьезных заболеваний сердечно-сосудистой и пищеварительной систем, нарушения обменных функций организма.

Важнейшим источником натуральных пищевых компонентов продуктов питания служат отруби и зародыш зерна. Несмотря на то что отруби и зародыш обладают незаменимыми лечебно-диетическими свойствами, до недавнего времени они не использовались в пищевом рационе человека, являясь лишь компонентами комбикормов. В настоящее время отбор и обработку зародыша и отрубей производят на мукомольных заводах, оснащенных высокопроизводительным комплексным оборудованием.

Производство зародышевых хлопьев. Зародыш пшеницы в соответствии со своим физиологическим назначением — основой будущего колоса — является концентратом ценных белков, углеводов, витаминов и минеральных веществ. Зародыш составляет до 3,0...3,5 % массы пшеничного зерна. Однако пищевая ценность, обусловленная его химическим составом, значительно превосходит все остальные анатомические части зерна.

По данным международной организации ФАО, на предприятиях мукомольно-крупяной промышленности всех стран мира можно ежегодно получать примерно 11,5 млн т чистого пшеничного зародыша. Учитывая огромное количество зерна, перерабатываемого мукомольной промышленностью нашей страны, можно оценить размеры потерь ценнейшего биологического комплекса — зародыша. Анатомические части зерна пшеницы отличаются неравномерностью содержания в них питательных веществ (табл. 102).

Как видно из таблицы 102, весь крахмал сосредоточен в эндосперме, а 80 % клетчатки содержится в оболочках и алейроновом слое. Зародыш по содержанию белка, сахара, жира значительно превосходит другие части зерна. По сравнению с целым зерном зародыш содержит в 3 раза больше белка и в 6 раз больше жира и сахаров.

На мукомольных заводах отбирают зародышевые хлопья, выход которых составляет 0,25...0,30 %, а по химическому составу отличается

102. Химический состав частей пшеничного зерна (% на сухое вещество)

Зерно и его части	Соотношение, %	Белок	Крахмал	Сахар
Целое зерно	100	10...20	60...75	4,3
Эндосперм	82	12...15	76	3,5
Зародыш	3	24...42	0	25,1
Оболочки с алейроновым слоем	15	20...28	0	4,2

Продолжение

Зерно и его части	Клетчатка	Пентозаны	Жир	Зола
Целое зерно	2,0...3,0	8,1	2,0...2,5	1,5...2,2
Эндосперм	0,1...0,2	2,0...3,0	0,6...1,0	0,3...0,5
Зародыш	2,0...4,7	9,0...11,0	9,2...27,0	3,0...6,7
Оболочки с алейроновым слоем	16,2...22,0	36,7	7,6...15,0	10,5...14,0

от целого зародыша зерна. Пшеничные зародышевые хлопья представляют собой продукт высокой биологической ценности. Химический состав пшеничных зародышевых хлопьев следующий (при влажности 11,0...15,0 %), %: белок — 28,6...41,0; свободные липиды — 8,0...10,4; свободные сахара — 11,1...16,6; крахмал — 15,4...25,5; клетчатка — 2,4...3,7; зола — 4,2...6,3.

По содержанию липидов зародышевые хлопья превосходят целое зерно и муку высшего сорта соответственно в 5 и 7 раз. Причем в липидный комплекс входят ценные жирные кислоты и каротиноиды, а содержание их значительно превосходит целое зерно. Пшеничные зародышевые хлопья богаты витаминами группы В (тиамин, рибофлавин) и РР (никотиновая кислота). Высокое содержание токоферолов, особенно одного из его изомеров — витамина Е, свидетельствует о большой биологической ценности зародышевых хлопьев. Содержание токоферолов в зародышевых хлопьях в 30 раз превосходит наличие их в зерне пшеницы. По содержанию сахаров хлопья в 5 раз превосходят целое зерно и в 20 раз муку высшего сорта.

По пищевой ценности минерального состава зародышевые хлопья значительно превосходят целое зерно и муку высшего сорта. В частности, по содержанию кальция соответственно в 1,2 и 2,5 раза; калия — в 2,5 и 5,0 раз. В то же время зародышевые хлопья бедны натрием. Такой минеральный состав позволяет рекомендовать зародышевые хлопья для людей, страдающих склерозом сосудов и высоким давлением. Ферментативная активность зародышевых хлопьев превышает активность целого зерна пшеницы в 4...5 раз.

Высокая биологическая активность зародышевых хлопьев и наличие значительного количества жиров предъявляют особые требования к режимам хранения этого продукта. На основе исследований установлены сроки безопасного хранения хлопьев (табл. 103).

103. Сроки хранения зародышевых хлопьев

Температура, °С	Влажность, %	Срок хранения, сут
30	14,5	4
30	13,5	6...10
20	14,5	6
20	13,5	15...20

Термическая обработка хлопьев позволяет существенно увеличить сроки их хранения. Так, при обработке хлопьев сушильным агентом с температурой 130...140 °С влажность их снижается до 3...5 %. При этом температура нагрева хлопьев достигает 65...70 °С с сохранением их пищевой ценности. Сроки гарантированного хранения хлопьев в водонепроницаемой упаковке — 3...6 мес в зависимости от исходного кислотного числа жира (3 мес при 7...19 мг КОН; 6 мес при 7 мг КОН).

На рисунке 113 приведена зависимость кислотного числа жира пшеничных зародышевых хлопьев от продолжительности хранения (по данным Г. Н. Сандаковой).

Технологический процесс производства зародышевых хлопьев с доведением их до пищевых кондиций включает следующие основные операции:

- отбор зародышевых хлопьев сходом с верхнего сита отсева 4-й размольной системы. По данным балансов помола, выход хлопьев составляет в среднем 0,25 %;
- очистка от металломагнитных примесей в магнитном сепараторе У1-БМЗ-01;
- обогащение в воздушном аспираторе или аспирационной колонке для выделения частиц оболочек и муки;
- сушка в виброкипящем слое;
- охлаждение;

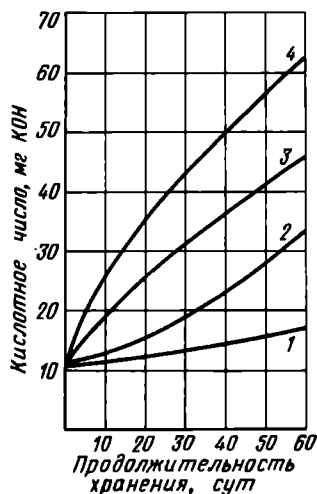


Рис. 113. Изменение кислотного числа жира пшеничных зародышевых хлопьев при хранении ($w = 14,5\%$):

1 — температура $-2-0^{\circ}\text{C}$; 2 — температура 10°C ; 3 — температура 20°C ; 4 — температура 30°C

фасовка и упаковка готового продукта в трехслойные бумажные мешки с полиэтиленовым вкладышем.

Ориентировочно в мешок вмещается 30 кг хлопьев. Их можно фасовать в мелкую полиэтиленовую тару на автомате АРЖ.

Производительность линии производства пшеничных зародышевых хлопьев пищевого назначения составляет 250 кг/ч при производительности мукомольного завода 240 т/сут. Годовой объем производства хлопьев на таком заводе составит 375 т. По показателям качества пшеничные зародышевые хлопья пищевые должны соответствовать требованиям, указанным ниже.

Показатели	Характеристика и норма
Цвет	Желтый с коричневым оттенком
Запах	Свойственный зародышевым хлопьям, без посторонних запахов, неплесневый, незатхлый
Вкус	Сладковатый, свойственный зародышевым хлопьям
Содержание минеральной примеси	При разжевывании хлопьев не должно ощущаться хруста
Влажность, %, не более*	5,0
Чистота (не менее), %	75
Металломагнитная примесь, мг на 1 кг зародышевых хлопьев, не более	3,0
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается

* Пшеничные зародышевые хлопья влажностью 5,0 % должны быть реализованы в течение 3 мес, влажностью 3,0 % и менее – в течение 6 мес.

Остальные показатели те же, что для пищевых диетических отрубей.

Использование пшеничных зародышевых хлопьев. Наиболее перспективным и важным направлением является использование зародыша пшеницы как естественного концентрата витаминов, белков и углеводов для обогащения хлебобулочных изделий. Исследования показали, что добавление в тесто 5 % зародышевых хлопьев (взамен муки первого сорта) привело к увеличению в хлебе белка на 8...12 %, лизина – на 24...29, незаменимых аминокислот – на 5...9, витаминов В₁ – на 9...18, В₂ – на 40...60, РР – на 10...18 %. В результате специальных режимов термообработки зародышевые хлопья приобретают вкус и аромат орехов, что позволяет использовать их в производстве кондитерских изделий.

Зародышевые хлопья можно использовать не только в питании здоровых людей, но и как ценный лекарственный препарат для людей, страдающих нарушениями обмена веществ, болезнями сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. В зарубежной практике зародыш является ценным сырьем для фармацевтической и парфюмерной промышленности, для производства концентрированного витамина Е, зародышевого

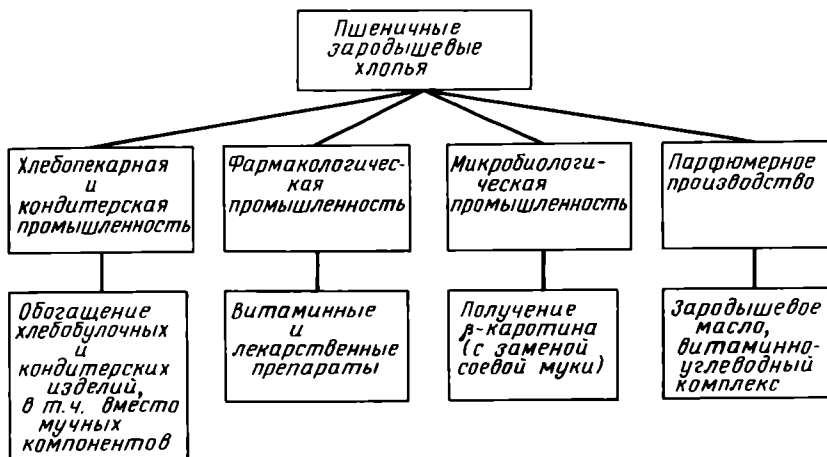


Рис. 114. Принципиальная схема использования пшеничных зародышевых хлопьев

масла, дрожжевых препаратов. Кроме того, зародыш можно успешно использовать при производстве β -каротина вместо дефицитной соевой муки.

На основе исследований химического состава, биологических свойств пшеничных зародышевых хлопьев и практического опыта их применения в СССР и за рубежом разработана схема их рационального использования (рис. 114).

Производство пищевых диетических отрубей. Исследованиями последних лет установлено, что многие болезни пищеварительной системы, а также нарушения жирового обмена вызваны использованием в питании человека рафинированных продуктов, обедненных пищевыми волокнами. В качестве источника пищевых волокон весьма перспективно использование оболочек зерна пшеницы.

В подготовительном отделении мукомольного завода при шелушении и очистке поверхности зерна удаляются в основном менее связанные с зерновкой и наиболее загрязненные плодовые оболочки, содержащие незначительное количество сырой клетчатки.

В процессе размола зерна наряду с мукой получают продукты, состоящие из семенных оболочек и алейронового слоя зерновки, — отруби. Объединенный поток отрубей содержит в среднем 18,0 % белка, 4,3 — липидов, 30,0 — крахмала, 45,0 — пищевых волокон, в том числе: 8,6 — клетчатки, 23,0 — гемицеллюлозы, 3,5 — пектиновых веществ, 9,9 % лигнина.

Установлено, что содержание витаминов группы В и токоферолов (в том числе витамина Е) в отрубях в 2...3 раза превосходит их содержание в целом зерне. Расчет содержания витаминов в продуктах размо-

ла зерна показывает, что более половины витаминов зерна сосредоточено в отрубях, до 75...90 % попадает в отруби драных систем. Так, по данным ВНПО "Зернопродукт", в верхнем сходе рассевов IV драной системы содержится в среднем 155 мкг/г никотиновой кислоты и 70 мкг/г токоферолов.

По результатам совместных исследований ВНПО "Зернопродукт" и НИИпроктологии Минздрава СССР сформулированы основные требования к составу отрубей лечебно-профилактического назначения — возможно более высокое содержание пищевых волокон за счет снижения главным образом крахмала, а также белка и липидов при сохранении максимально возможного количества биологически активных веществ — витаминов, в частности никотиновой кислоты и токоферолов. Наиболее благоприятные для использования в лечебно-профилактических целях отрубьянистые частицы с размерами более 450 мкм — это верхние схода IV, V драных систем, дополнительно обработанные для уменьшения остаточного содержания крахмалистого эндосперма и увеличения относительного содержания пищевых волокон.

Разработанный ВНПО "Зернопродукт" технологический процесс производства пшеничных диетических отрубей включает следующие операции: выделение потоков драных систем с сит № 06 — 08 рассевов, двукратную обработку продукта в бичевых машинах и виброцентрофугалах для уменьшения остаточного содержания эндосперма и удаления частиц муки и мелких фракций отрубей, двукратную очистку от металломагнитных примесей, термическую обработку, охлаждение, фасовку и упаковку.

Пшеничные диетические отруби содержат пищевые волокна — до 57,0 %; белки — до 16,0 % при содержании крахмала до 15,0 % и липидов до 3,5 %; биологически активные вещества — витамин PP и E — до 160 и 80 мкг/г соответственно.

На основании установленной высокой корреляционной связи между содержанием пищевых волокон и зольностью, между содержанием пищевых волокон и остаточным содержанием эндосперма в отрубях, между остаточным содержанием эндосперма в отрубях и размерами их частиц определяют зольность, ограничивают крупность помола отрубей. Контроль указанных показателей позволяет отказаться от трудоемких анализов определения пищевых волокон и содержания крахмала в отрубях. К пшеничным отрубям как продукту лечебно-профилактического назначения предъявляют более жесткие требования по содержанию металломагнитной примеси. С этой целью в процессе производства предусматривается дополнительная магнитная защита.

В отруби поступают наружные слои зерновки, находящиеся в непосредственном контакте с атмосферой. В ряде случаев зерно обесцвечивается, при этом природа обесцвечивания различна, в том числе зерно может быть поражено грибами из рода фузариум, продукты жизнедеятельности которых токсичны. В связи с этим предусматривают отбор

338

пшеничных диетических отрубей при переработке только доброкачественного зерна.

Для снижения исходной микробиологической обсемененности отрубей до уровня, установленного нормативами Минздрава ~~СССР~~ для отрубей пищевого назначения, а также для обеспечения их сохранности без снижения качества предусмотрена термическая обработка продуктов с последующим охлаждением. Выработка пшеничных диетических отрубей с влажностью не более 7,0 %, упаковка в пакеты из полиэтиленовой пленки гарантируют сохранение пищевых достоинств в течение 2 мес.

Пшеничные диетические отруби представляют собой хлопьевидный продукт, состоящий из измельченных оболочек зерна.

Показатели	Характеристика и норма
Цвет	Красно-желтый с сероватым оттенком
Запах	Свойственный пшеничным отрубям, без посторонних запахов, неплесневый, незатхлый
Вкус	Свойственный пшеничным отрубям, без посторонних привкусов, не кислый, негорький
Содержание минеральной примеси	При разжевывании отрубей не должно ощущаться хруста
Влажность (не более), %	7,0
Зольность (не менее), %	5,0
Крупность, %:	
проход через сито из проволоочной сетки	10,0
тканой, не более	Сито № 0,45
Металломагнитная примесь, мг на 1 кг отрубей, не более	3,0
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается
Массовая доля тяжелых металлов, мг/кг, не более:	
свинец	1,0
мышьяк	0,2
ртуть	0,03
медь	20,0
цинк	130,0
Массовая доля хлорорганических пестицидов, мг/кг, не более	0,02
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, не более, шт/г	5×10^4
Количество плесневых грибов, не более, шт/г	50
Сальмонеллы, в 25 г	Не допускаются
Микотоксины (не более), мг/кг:	
афлатоксин В ₁	0,005
зеареленон	1,0

Последовательность и эффективность работы основных машин и этапов технологического процесса подготовки зерна к помолу должны соответствовать рекомендациям Правил. Особое внимание следует уделить эффективной работе машин для сухой и мокрой обработки поверхности зерна, аппаратов для выделения металломагнитной примеси. Режимы работы основных машин и последовательность этапов размольного процесса должны соответствовать рекомендациям Правил для данного вида помола.

Для формирования потока отрубей требуемой крупности используют верхние схода последних драных систем (IV или V). Схода с сит № 06—07 обрабатывают в бичевой машине с целью уменьшения остаточного содержания эндосперма, затем пропускают через магнитный сепаратор для удаления металломагнитной примеси и контролируют в виброцентрофугале или центрофугале с ситом № 045 для удаления мелкой фракции отрубей и частиц муки. Сход с виброцентрофугала направляют в накопительный бункер с вибратором и дозирующим устройством (питающим валиком, шнеком и т. д.). Схема производства диетических отрубей представлена на рисунке 115. Для снижения уровня микробиологической обсемененности и влажности пшеничные отруби подвергают термической обработке горячим воздухом ($\tau = 10$ мин, $t = 110...130$ °C) с последующим охлаждением. Термическую обработку продукта проводят в сушилках с пульсирующим виброкипящим слоем.

После сушки и охлаждения пшеничные диетические отруби должны иметь влажность не более 7,0 %. Высушенные и охлажденные пшеничные диетические отруби подают для контроля в магнитный сепаратор, затем в сборный бункер и на упаковку. Такой режим термообработки отрубей обеспечивает возможность их устойчивого хранения в течение 2—3 мес без существенного снижения качества. Кислотное число жира отрубей возрастает с 9 до 34 мг/г КОН (рис. 116). Отруби пшеничные диетические упаковывают на фасовочном автомате АРЖ в полиэтиленовую пленку или на весовыбойном аппарате в бумажные многослойные мешки.

Производственно-технологическая лаборатория мукомольного завода анализирует пшеничные диетические отруби по органолептическим показателям, влажности, зольности, крупности, металломагнитной примеси, зараженности вредителями хлебных запасов.

Наряду с лечебно-профилактическим использованием отрубей весьма перспективным направлением является также применение их в хлебопечении. Основной причиной, ограничивающей в настоящее время использование отрубей при производстве хлеба, является крупность частиц, вызывающая неоднородность мякиша хлеба, шероховатость поверхности изделий и низкую усвояемость ценных веществ. Для возможности подсортировки отрубей к муке необходимо, чтобы размер их частиц незначительно превышал крупность помола пшеничной муки второго сорта. При изыскании оптимального состава смеси отрубей и

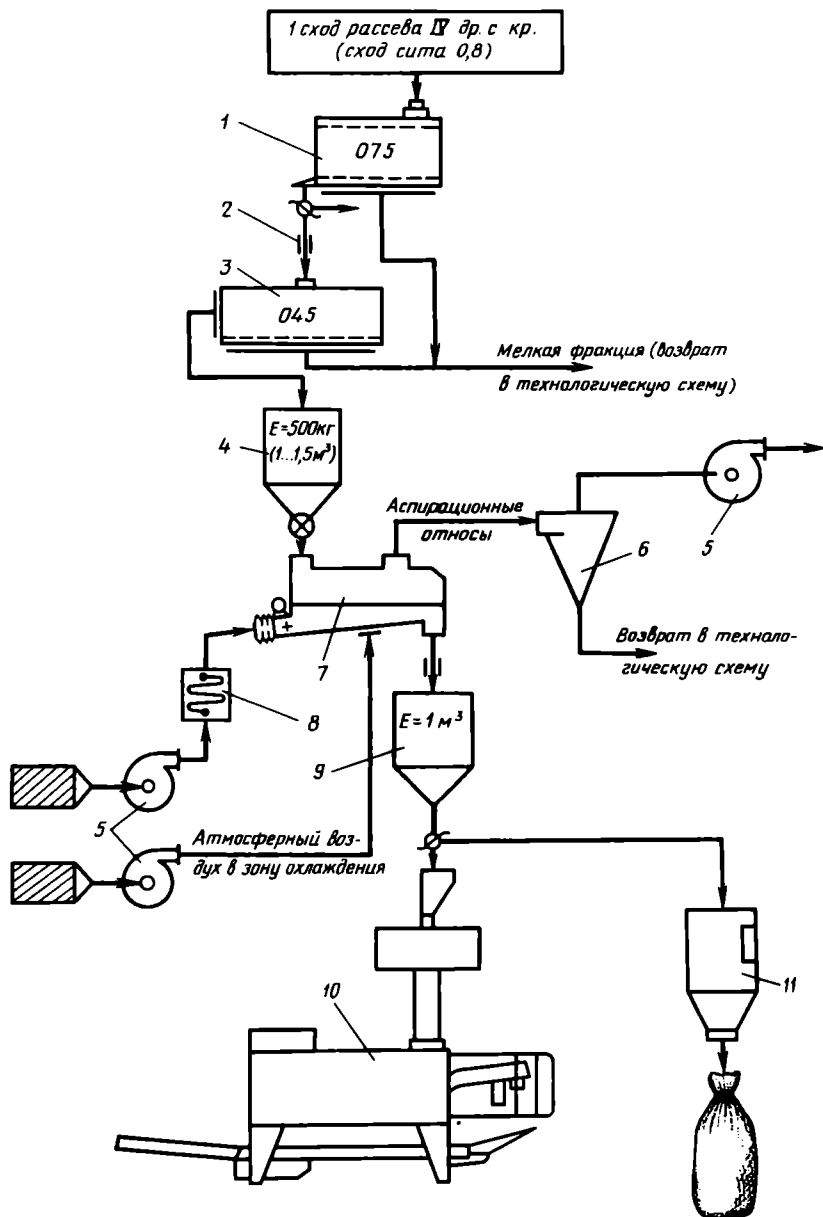


Рис. 115. Технологическая схема производства отрубей пшеничных диетических:

1 – бичевая машина А1-БВГ; 2 – магнитный сепаратор У1-БМЗ-01; 3 – виброцентрофугал РЗ-БЦА; 4 – бункер для свежесыработанных отрубей с вибратором и валковым питателем; 5 – вентилятор ВЦП-5; 6 – фильтр 4БЦЖ-300; 7 – сушилка с охладителем У1-БСО; 8 – калорифер Ц10-28 № 3; 9 – бункер для сухих отрубей; 10 – линия фасовки отрубей в автомате М1-АРЖ; 11 – весовый аппарат

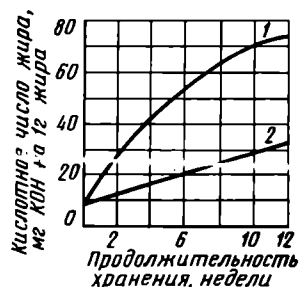


Рис. 116. Изменение кислотного числа жира отрубей в зависимости от продолжительности хранения:

1 – без термообработки; 2 – сушка ($t = 120^{\circ}\text{C}$)

сортовой пшеничной муки для создания новых сортов использовали измельченные пшеничные отруби с размером частиц менее 315 мкм, выход которых составил 80 %. Химический состав исследуемых смесей приведен в таблице 104.

104. Химический состав исходных компонентов и смесей

Продукты	Содержание, %				
	белка	жира	крах-мала	клет-чатки	зола
Пшеница мягкая озимая	11,6	1,6	53,7	2,4	1,7
Мука:					
пшеничная обойная	12,5	1,9	55,8	1,9	1,5
пшеничная первого сорта	10,6	1,3	67,1	0,1	0,7
пшеничная второго сорта	11,7	1,8	62,8	0,6	1,1
Отруби пшеничные измельченные	15,4	3,9	23,3	7,6	5,5
Мелкая фракция измельченных отрубей	15,9	3,8	26,3	7,3	5,2
Смесь муки первого сорта (80 %) и измельченных отрубей (20 %)	11,6	1,8	58,3	1,7	1,7
Смесь муки первого сорта (80 %) и мелкой фракции измельченных отрубей (20 %)	11,7	1,8	58,9	1,6	1,6
Смесь муки второго сорта (90 %) и измельченных отрубей (10 %)	12,1	2,0	58,8	1,3	1,5
Смесь муки второго сорта (90 %) и мелкой фракции измельченных отрубей (10 %)	12,1	2,0	59,1	1,3	1,5

Как видно из таблицы 104, смеси муки с отрубями превосходят пшеничную муку первого и второго сортов по количеству клетчатки и зольных веществ, содержат меньше крахмала. Например, в смесях муки первого сорта с 20 % отрубей количество клетчатки в 8 раз больше, чем в исходной муке, а количество белка и зольных веществ приближается к их содержанию в зерне. Смеси лучше сбалансированы по соотношению

белка и крахмала сравнительно с исходной мукой, что позволяет считать их пригодными для выпуска новых сортов.

Применение муки с высоким содержанием отрубьянистых частиц целесообразно также для производства ржано-пшеничных сортов хлеба. Такой хлеб имеет больший объемный выход, лучшую пористость, эластичность мякиша, медленнее черствеет сравнительно с хлебом из пшеничной муки.

Термическая обработка пшеничных зародышевых хлопьев и отрубей. Свежевыработанные пшеничные отруби и зародышевые хлопья имеют влажность до 15 %. Зародышевые хлопья отличаются высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот (до 82 %) и имеют высокую ферментативную активность. Отруби и хлопья являются гигроскопичными продуктами, сорбирующими пары влаги из воздуха. Эти факторы обуславливают нестойкость пшеничных отрубей и зародышевых хлопьев при хранении и необходимость их термообработки для стабилизации качества при длительном хранении.

В результате исследований ВНИИЗ установлено, что при нагреве отрубей и зародышевых хлопьев до температуры 65...70 °С горячим воздухом (130 °С) влажность продуктов снижается до 5...7 %. Такая термообработка не снижает пищевой ценности продуктов и обеспечивает возможность их хранения в водонепроницаемой упаковке в течение 3—6 мес.

В таблице 105 приведены физико-механические свойства, характеризующие пшеничные зародышевые хлопья и диетические отруби как объекты сушки (по данным ВНПО "Зернопродукт").

Термообработку диетических отрубей и зародышевых хлопьев производят в сушилке У1-БСО. Процесс сушки осуществляется в пульсирующем виброкипящем слое (рис. 117). Все материалы, контактирующие с продуктом, выполнены из нержавеющей стали, стекла, резины пищевого назначения. Конструкция и принцип действия сушилки обеспе-

105. Физико-химические свойства пшеничных зародышевых хлопьев и диетических отрубей

Показатели	Зародышевые хлопья	Диетические отруби
Определяющий размер частиц, мкм	Сход с сита № 08 800	Сход с сита № 045 450
Толщина частиц, мкм	150...200	150...200
Объемная масса, г/л	330...360	220...320
Скорость, м/с:		
псевдооживления	0,4	0,5
витания	1,0...1,3	0,7
Угол естественного откоса, град	39...42	32...37
Коэффициент трения по стали	51...55	42...56

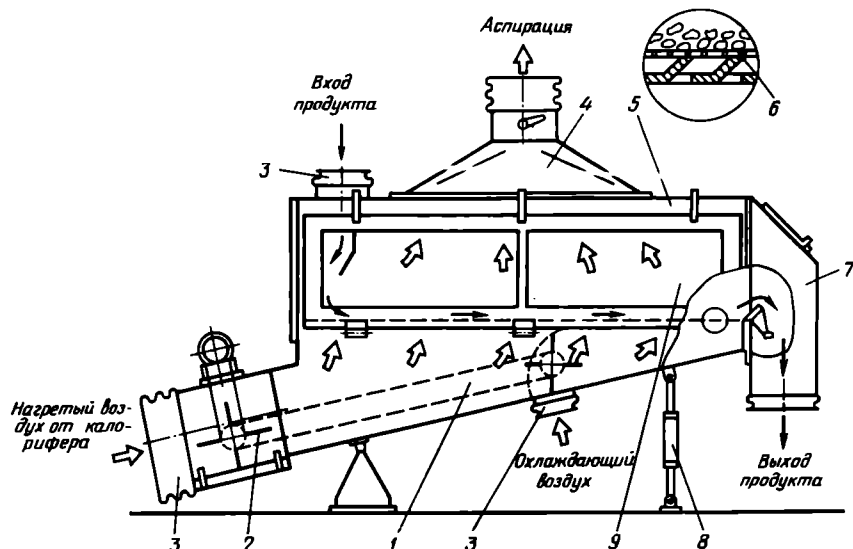


Рис. 117. Сушилка У1-БСО для отрубей и зародышевых хлопьев:

1 – основание; 2 – пульсатор; 3 – приемные устройства; 4 – диффузор; 5 – крышка; 6 – воздухораспределительная решетка; 7 – выпускное устройство; 8 – регулируемая опора; 9 – рама

чивают последовательно нагрев и охлаждение продукта в заданном режиме.

Сушка продукта осуществляется пульсирующим потоком нагретого воздуха, поступающего через воздухораспределительную решетку в зону нагрева. В зону охлаждения поступает атмосферный воздух. Перемещение продукта от приема к выпуску осуществляется в результате наклона сита и пульсации воздуха, создающего эффект псевдооживления.

Сушилка работает в автоматическом режиме. Контроль за ее работой осуществляет аппаратчик IV разряда.

Техническая характеристика сушилки У1-БСО

Производительность по исходному продукту, т/ч	0,2
Снижение влажности, %	6–8
Влажность конечного продукта, %	Не более 7
Расход сушильного агента (воздух, нагретый до 130 °С), м ³ /ч	Не менее 1000
Установленная мощность, кВт	0,55
Габаритные размеры, мм:	
длина	3500
ширина	1200
высота	3400
Масса, кг	670

Учитывая, что мука высоких сортов не содержит необходимого количества витаминов, на заключительном этапе производства осуществляется процесс ее витаминизации. Витаминизацию муки осуществляют на мукомольных заводах путем одновременного ввода готовой смеси витаминов В₁, В₂ и РР. По нормам закладки витаминов в пищевые продукты, установленным Минздравом СССР, в муку высшего и первого сортов вводят синтетические витамины: В₁ — 0,4 мг на 100 г муки, В₂ — 0,4 мг на 100 г муки, РР — 2,0 мг на 100 г муки. В 100 г смеси витаминов В₁, В₂, РР в среднем содержится витаминов: В₁ — 14,3 г, В₂ — 14,3, РР — 71,4 г. Допустимые значения массовой доли витаминов, вводимых в муку высшего и первого сортов, приведены в таблице 106.

106. Значения массовой доли витаминов, вводимых в муку высшего и первого сорта

Витамины	Минимальные значения норм ввода $\times 10^{-3}$, %	Допустимые значения массовой доли витаминов в витаминизированной муке $\times 10^{-3}$, %	
		при дозировании муки и предсмеси	
		весовыми дозаторами	объемными дозаторами
Тиамин (В ₁)	0,4	0,5±0,1	0,5±0,2
Рибофлавин (В ₂)	0,4	0,5±0,1	0,5±0,2
Никотиновая кислота (РР)	2,0	2,5±0,5	2,5±1,0

Вскрывать упаковку смеси витаминов или отдельных ее компонентов необходимо непосредственно перед использованием их для витаминизации. При вскрытии ящиков, картонных барабанов, мешков или другой тары нужно соблюдать осторожность. Упаковки вскрывают с учетом текущей потребности и по мере расходования удаляют из помещения. Просыпи витаминов не допускаются. В первую очередь используют смеси витаминов с более ранним сроком выработки.

Для взвешивания витаминов (смеси витаминов) следует использовать лабораторные весы не ниже 4-го класса точности. Витамины должны быть обязательно равномерно распределены в витаминизированной муке. При витаминизации муки сначала готовят витаминный концентрат, затем предсмесь витаминов и наполнителя. Витаминный концентрат и витаминную предсмесь составляют из смеси витаминов и наполнителя, которым может быть мука того же или более высокого сорта, чем витаминизируемая. Для улучшения сыпучести витаминной предсмеси допускается использование в качестве наполнителя дунста первого качества.

Исходя из производительности мукомольного завода, взвешенную смесь витаминов (35 г на 1 т витаминизируемой муки) смешивают с мукой до общей массы 3 кг в течение 20...25 мин для получения витаминного концентрата. Затем витаминный концентрат смешивают с 51 кг муки высшего сорта или дунста первого качества и получают витаминную предсмесь массой 54 кг, которую направляют на дозатор предсмеси. Для приготовления витаминного концентрата и витаминной смеси рекомендуется использовать установку А5-АУВМ-1 или другую, имеющую аналогичные характеристики.

Расход потока муки (производительность дозатора муки) на мукомольных заводах определяется технологом исходя из производительности и выхода муки высшего и первого сортов. В расчет принимается, что расход муки стабилен в период дозирования витаминной предсмеси. Соотношение расходов предсмеси и витаминизируемой муки рекомендуется брать в пределах от 0,1 до 2,0 %. Расход витаминизируемой муки и предсмеси регулируется дозаторами, на входе которых целесообразно устанавливать бункера, обеспечивающие непрерывность потоков муки и предсмеси перед смешиванием компонентов. Для контроля уровня в бункерах рекомендуется устанавливать датчики уровня.

В соответствии с допустимыми значениями массовой доли витаминов в витаминизированной муке необходимо ввести на 1 т муки 35 г смеси витаминов. Витаминная предсмесь массой 54 кг, приготовленная, например, на установке А5-АУВМ-1, может быть израсходована на витаминизацию муки не менее чем за 1 ч, так как цикл приготовления предсмеси составляет 45 мин.

Массу Q_M (г) смеси витаминов, необходимую для закладки, определяют по формуле

$$m_B = Q_M t q_B,$$

где Q_M — расход потока витаминизируемой муки, т/ч; t — время расхода витаминной предсмеси, ч; q_B — масса смеси витаминов на 1 т муки, г.

Например, расход потока витаминизируемой муки $Q_M = 4,2$ т/ч, время расхода витаминной предсмеси $t = 1$ ч, массовая доля витаминов $q_B = 5 + 5 + 25 = 35$ г, $m_B = 4,2 \cdot 35 = 147$ г.

Значение расхода предсмеси определяется в зависимости от массовой доли витаминов в предсмеси и производительности потока витаминизируемой муки.

Массовую долю k_B (%) каждого витамина в предсмеси находят по формуле

$$k_B = (m_B/m_H) 100,$$

где m_B — масса витамина, вводимого в наполнитель, г; m_H — масса наполнителя (дунст или мука), используемого для приготовления предсмеси, г.

Например, масса наполнителя, используемого для получения пред-

смеси на автоматической установке для витаминизации муки А5-АУВМ-1, составляет $m_{\text{н}} = 54$ кг; для составления предсмеси использовали 147 г смеси витаминов В₁, В₂, РР.

Тогда массовая доля смеси витаминов В₁, В₂, РР составит

$$k_{\text{в}} = (147/54000) 100 = 0,272 \, \%$$

Соответственно массовая доля отдельных витаминов будет определяться соотношением частей витаминов:

$$k_{\text{в В}_1 \text{ В}_2} = \frac{147 \cdot 4}{28 \cdot 54000} 100 = 0,039 \, \%;$$

$$k_{\text{в РР}} = \frac{147 \cdot 20}{28 \cdot 54000} 100 = 0,194 \, \%.$$

Значение расхода витаминной предсмеси можно рассчитать по формуле

$$Q_{\text{в.п}} = \frac{B Q_{\text{м}}}{k_{\text{в}}},$$

где B – заданная массовая доля смеси витаминов В₁, В₂, РР (или отдельного витамина) в витаминизированной муке, %; $Q_{\text{м}}$ – расход потока муки (производительность дозатора муки), кг/ч; $k_{\text{в}}$ – массовая доля смеси витаминов В₁, В₂, РР (или отдельного витамина) в предсмеси, %.

Например, необходимо определить расход витаминной предсмеси по известной массовой доле смеси витаминов $k_{\text{в}} = 0,272 \, \%$ при текущем расходе муки $Q_{\text{м}} = 4200$ кг/ч, чтобы массовая доля смеси витаминов в витаминизированной муке была $B_{\text{В}_1 \text{ В}_2 \text{ РР}} = 0,0035 \, \%$.

В этом случае расход предсмеси (заданное значение производительности дозатора предсмеси) будет

$$Q_{\text{в.п}} = \frac{0,0035 \cdot 4200}{0,272} = 54 \text{ кг/ч.}$$

Аналогично при расчете по массовой доле отдельного витамина в витаминизированной муке

$$Q_{\text{в.п}} = \frac{0,0005 \cdot 4200}{0,039} = 54 \text{ кг/ч;}$$

$$Q_{\text{в.п}} = \frac{0,0025 \cdot 4200}{0,194} = 54 \text{ кг/ч.}$$

Значение массовой доли витаминов в витаминизированной муке проверяют расчетным путем по формуле

$$B = k_{\text{в}} (Q_{\text{в.п}}/Q_{\text{м}}),$$

где $k_{\text{в}}$ – массовая доля витамина или смеси витаминов в витаминной предсмеси, %; $Q_{\text{в.п}}$ – расход витаминной предсмеси (производительность дозатора витаминной предсмеси), кг/ч; $Q_{\text{м}}$ – текущее значение расхода муки (производительность дозатора муки), кг/ч.

Для оперативного контроля правильности ввода витаминов в муку рекомендуется составить таблицу выбора значений заданной производительности дозатора витаминной предсмеси по производительности потока витаминизируемой муки с учетом допустимых отклонений (табл. 107).

107. Таблица выбора значений заданной производительности дозатора витаминной предсмеси по расходу муки

Расход муки (производительность дозатора муки), кг/ч	Значения заданной производительности дозатора витаминной предсмеси, кг	Интервал значений расхода витаминной предсмеси, при которых соблюдаются допустимые отклонения витаминов в муке, кг/ч
3850	49,5	39,6...55,2
3920	50,4	40,4...60,5
3990	51,3	41,1...61,6
4060	52,2	41,8...62,7
4130	53,1	42,5...63,7
4200	54,0	43,2...64,8
4270	54,9	43,9...65,9
4340	55,8	44,7...67,0
4410	56,7	45,4...68,0
4480	57,6	46,1...69,1
4550	58,5	46,8...70,2
4620	59,4	47,6...71,3
4690	60,3	48,3...72,4
4760	61,2	49,0...73,5
4830	62,1	49,7...74,5
4900	63,0	50,4...75,6

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена при закладке смеси витаминов В₁, В₂, РР массой 35 г на 1 т муки, что соответствует массовой доле смеси витаминов в наполнителе $k_B = 0,272$ %, дозирование компонентов – весовыми дозаторами.

Например, необходимо определить, при каком расходе витаминной предсмеси массовая доля витаминов в муке не выйдет за допустимые значения. Расход муки $Q_M = 4200$ кг/ч, массовая доля смеси витаминов В₁, В₂, РР – $k_B = 0,272$ %, допустимое отклонение массовой доли витаминов в муке ± 20 %.

Минимальный расход предсмеси

$$Q_{\text{в.п}}^{\min} = \frac{0,0028 \cdot 4200}{0,272} = 43,2 \text{ кг/ч};$$

максимальный расход предсмеси

$$Q_{\text{в.п}}^{\max} = \frac{0,0042 \cdot 4200}{0,272} = 64,8 \text{ кг/ч}.$$

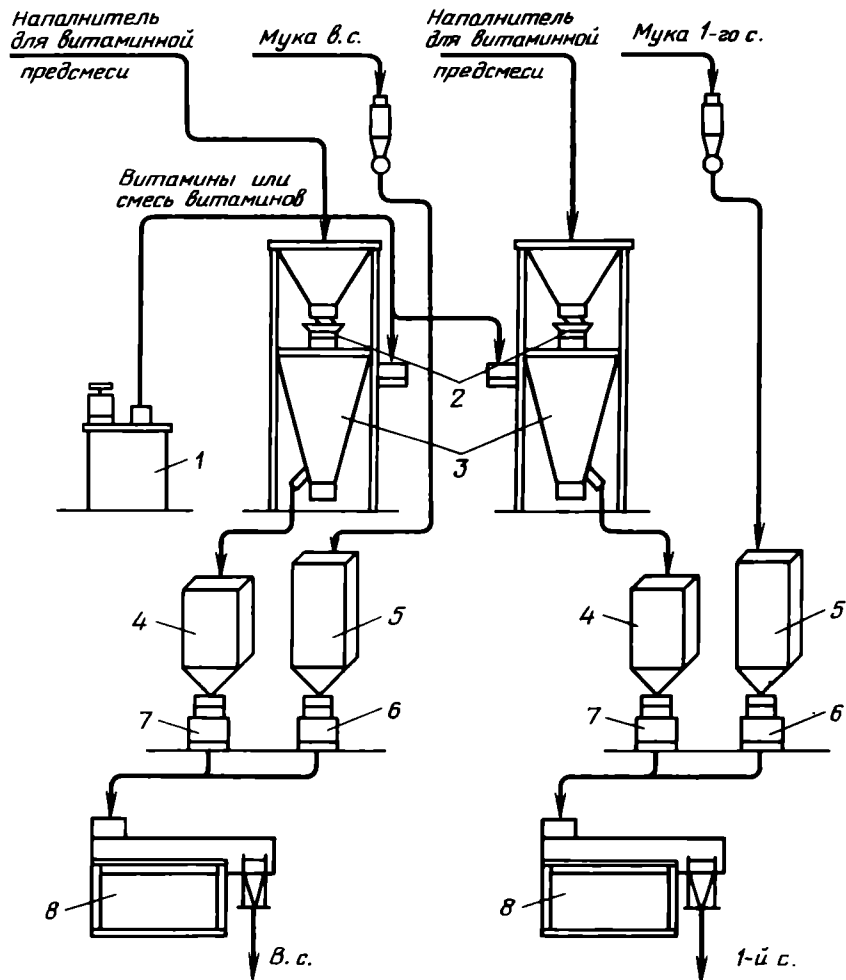


Рис. 118. Примерная схема витаминизации высшего и первого сортов хлебопекарной муки:

1 – весы для взвешивания витаминов или смеси витаминов (например, ВЛКТ-500г); 2, 3 – смешивание для получения витаминного концентрата и витаминной предсмеси, например в установке А5-АУВМ-1; 4 – бункера для витаминной предсмеси; 5 – бункера для сортов муки; 6 – объемные или весовые дозаторы витаминной предсмеси; 7 – объемные или весовые дозаторы витаминной предсмеси; 8 – аппарат для смешивания муки и витаминной предсмеси (смеситель, шнек и т. д.)

Таким образом, при расходе муки 4200 кг/ч соответствующий расход предсмеси от 43,2 до 64,8 кг/ч не приведет к выходу массовой доли витаминов в витаминизированной муке за установленные нормы.

Примерная схема витаминизации высшего и первого сортов хлебопекарной муки приведена на рисунке 118.

Производственная (технологическая) лаборатория мукомольного завода обязана контролировать процессы подготовки витаминного концентрата и витаминной предсмеси, а также совместно с лицом, на которое возложены обязанности по метрологическому обеспечению предприятия, контролировать процессы дозирования витаминной смеси и муки. Результаты периодического контроля должны быть занесены в специальный журнал. Ответственными за соблюдение технологии витаминизации муки являются крупчатник (начальник цеха), начальник производственной (технологической) лаборатории.

§ 5. ВЫРАБОТКА ВЫСОКОБЕЛКОВОЙ МУКИ

Мука, полученная при обычных сортовых помолах пшеницы, представляет собой массу частиц измельченного эндосперма, неоднородных по физическим и биохимическим свойствам. В ней содержатся частицы свободного крахмала, свободного белка и частицы крахмала с прикрепленным белком. Крупные частицы крахмала с таким белком имеют размеры 50 мкм, свободные частицы крахмала — от 1 до 50 и свободные частицы белка — 5 мкм и меньше. Аэродинамические свойства этих частиц также различны. В связи с этим была доказана возможность разделения массы тонкой муки на три фракции — с высоким, средним и низким содержанием белка.

Поскольку прикрепленный белок прочно соединен с поверхностью крахмальных зерен, то отделение его оказалось очень сложным, а в вальцовых станках вообще невозможным. Экспериментами установлено, что тонкое измельчение при минимальном разрушении крахмальных зерен и непродолжительном воздействии на белок высоких температур может быть достигнуто в машинах ударного действия с окружными скоростями их рабочих органов 120...150 м/с. Развиваемая машинами кинетическая энергия настолько велика, что частицы муки разрушаются при первом же ударе.

Разделение тонкой муки после таких измельчителей удалось осуществить не в просеивающих машинах, а в пневмокласификаторах. Муку, содержащую повышенное количество белков (высокобелковую), можно использовать для выпечки бараночных или булочных изделий, формирования муки специальных сортов путем смеси с обычной мукой, а также в качестве улучшителя муки с низким содержанием сырой клейковины муки (муки второго сорта).

Для того чтобы получить некоторое количество (6...10 %) муки с более высоким содержанием белка, хлебопекарную муку высшего 350

сорта, выработанную обычным способом, подвергают тонкому измельчению в машинах ударного действия с последующим пропуском через пневмоклассификатор, где она разделяется на две-три фракции по крупности с определенным содержанием белка. При этом большое внимание уделяется подготовке зерна к помолу, особенно его кондиционированию.

Экспериментальными исследованиями по выработке высокобелковой муки на мукомольном заводе № 2 "Новая Победа" в г. Москве, работающем на пневматическом внутризаводском транспорте, было выявлено, что мучная масса, уносимая в пылеотделители вторичной очистки, резко отличается от обычной муки химическим составом и физическими свойствами. Содержание белка составляет 20...30 %, сырой клейковины — 50...60 %. Причем клейковина рвущаяся. На основе результатов исследований был разработан и внедрен простой способ получения некоторого количества муки с высоким содержанием белка на мукомольном заводе с пневматическим транспортом без дополнительного ударного измельчителя и пневмоклассификатора.

Сущность этого способа заключается в следующем. Мука высшего и первого сортов, перемещаемая пневматическим транспортом (скорость воздушного потока 22 м/с, концентрация 4,5), поступает в циклоны-разгрузители, установленные над контрольными рассевами. В этом разгрузителе создается подсос воздуха 3,5...4 м³/ч, в разгрузителе смесь разделяется — мука (98...99 %) осаждается в шлюзовые затворы и попадает в контрольный рассев. Воздух после разгрузителей, освобожденный от основной массы муки, вместе с мелкими частицами, размером до 17 мкм, поступает во второй циклон-разгрузитель, в котором из

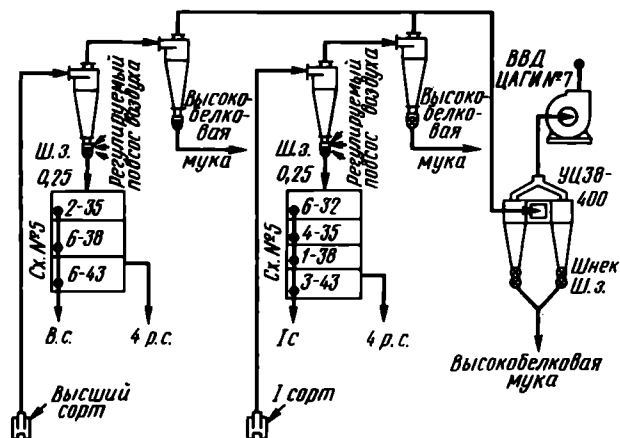


Рис. 119. Технологическая схема отбора высокобелковой муки без ударного измельчения и специальной пневмоклассификации

смеси осаждается высокобелковая мука. Приведенный способ прост и экономичен на мукомольных заводах с пневматическим транспортом. На рисунке 119 приведена технологическая схема отбора высокобелковой муки.

§ 6. ГРАНУЛИРОВАНИЕ ОТРУБЕЙ

Гранулирование отрубей позволяет улучшить условия их хранения, транспортирования и ввода в комбикорма. Технологическая схема гранулирования отрубей приведена на рисунке 120. Отруби из размольного отделения подают аэрозольтранспортной линией (производительность — 5 т/ч) в оперативные силосы вместимостью 20 т. Силосы оборудованы виброразгрузителями и винтовыми питателями с двумя выпускными отверстиями. Выпускные патрубки имеют задвижки с ручным управлением. Из одного патрубка отруби направляются на гранулирование, из другого — в аэрозольтранспортную установку, которая может подавать их в комбикормовый цех, на отгрузку в автомобильный транспорт или возвращать обратно в силос.

На новых типовых заводах крупные влажные отруби после вымольных машин поступают в пневмотранспортную линию всасывающего типа, куда подают горячий воздух (110...160 °С). В процессе транспортирования происходит подсушивание отрубей примерно на 2 %. Затем их объединяют с общим потоком.

Для гранулирования отрубей используют пресс-гранулятор ДГ-I с охладительными колонками ДГ-II. Отруби гранулируют, используя пар. Производительность установки — 5 т/ч. Гранулированные отруби охлаждаются и цепным конвейером распределяются по четырем силосам общей вместимостью 200 т. Гранулированные отруби грузят в вагоны одновременно из четырех силосов в четыре загрузочные точки вагона через верхние люки при помощи цепных конвейеров, производительностью 60 т/ч каждый, и отпусковых устройств.

Оборудование для гранулирования отрубей. Производительность Q (т/ч) шнеково-матричного пресса определяют по формуле

$$Q = 0,047 D_{\text{ш}}^2 S k n_{\text{ш}} \gamma,$$

где $D_{\text{ш}}$ и S — соответственно диаметр и шаг шнека, м; k — коэффициент наполнения; $n_{\text{ш}}$ — частота вращения шнека, об/мин; γ — объемная масса продукта до просеивания, т/м³.

Пресс-гранулятор ДГ-I. Состоит из питателя с приводом, смесителя, пресса и коммуникаций. Питатель (рис. 121) предназначен для равномерной подачи отрубей в смеситель. Он представляет собой корпус 1, внутри которого вращается шнек 2. В верхней части корпуса находится загрузочное окно, а в нижней — окно для выхода продукта из питателя в смеситель. На боковой стенке смонтирован электродвигатель, от которого через цепную передачу вращение передается шнеку.

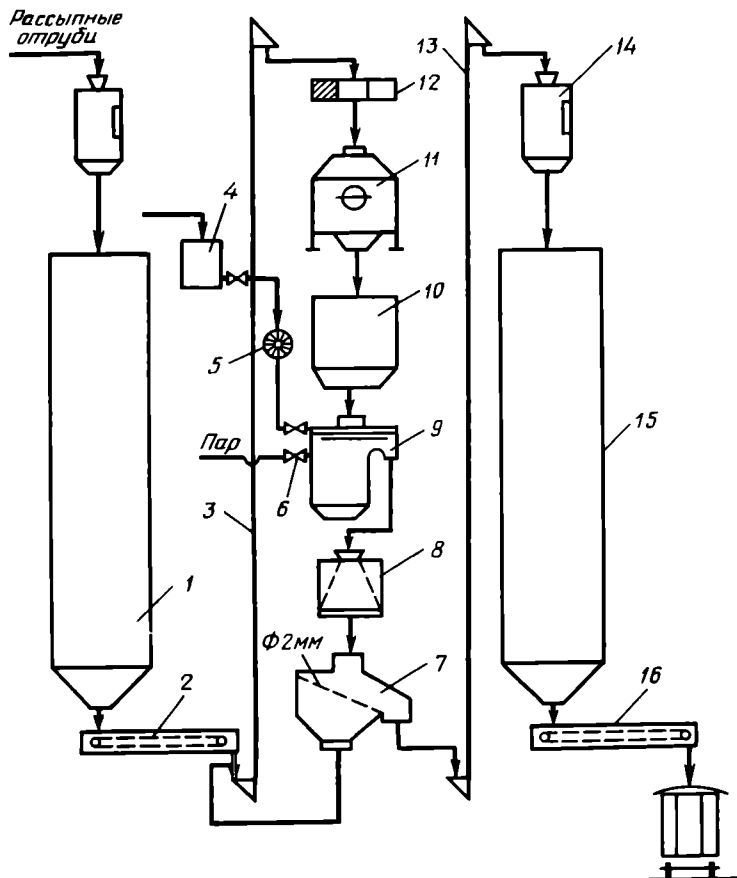


Рис. 120. Принципиальная технологическая схема гранулирования отрубей:

1, 15 – силосы; 2, 16 – цепные конвейеры; 3, 13 – нории; 4 – бак для воды; 5 – насос; 6 – вентиль; 7 – сепаратор; 8 – охлаждающая колонка; 9 – гранулятор; 10 – бункер; 11 – просеиватель; 12 – магнитная колонка; 14 – автоматические весы

Смеситель равномерно увлажняет отруби паром или водой (рис. 122). Внутри корпуса 5 установлен вал 4 с лопатками, приваренными под углом к его оси. Благодаря этому при вращении вала достигается одновременное смешивание и транспортирование отрубей к окну выгрузки.

В верхней части корпуса расположено загрузочное окно, в нижней – окно для выпуска отрубей в пресс. В зоне загрузочного окна установлены две форсунки 1 для подачи горячей воды. В нижней части корпуса расположен коллектор с центральным валом для подачи пара в смеситель через два окна, закрытые сетками 6. Привод вала смесителя осу-

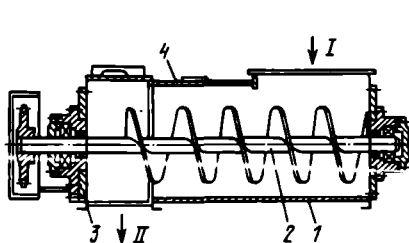


Рис. 121. Питатель пресс-гранулятора ДГ-1:

1 – корпус; 2 – шнек; 3 – фланец; 4 – крышка; I – загрузка отрубей; II – выгрузка отрубей

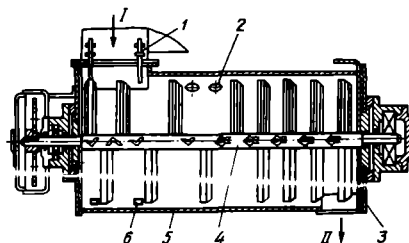


Рис. 122. Смеситель пресс-гранулятора ДГ-1:

1, 2 – форсунки; 3 – крышка; 4 – вал; 5 – корпус; 6 – сетка; I – загрузка отрубей; II – выгрузка отрубей

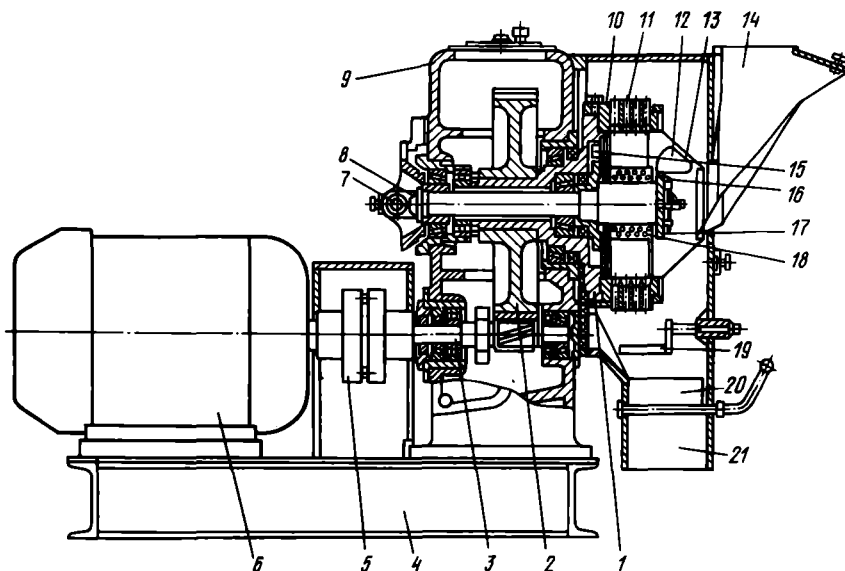


Рис. 123. Пресс:

1 – планшайба; 2 – зубчатое колесо; 3 – вал-шестерня; 4 – рама; 5 – муфта; 6 – электродвигатель; 7 – штифт; 8 – центральная ось; 9 – корпус редуктора; 10 – сектор; 11 – матрица; 12, 15 – скребки; 13 – конус; 14 – загрузочный патрубок; 16 – винт; 17 – плита; 18 – ролики; 19 – стержень; 20 – заслонка; 21 – дверка

шествяется от электродвигателя, смонтированного на качающейся плите, через зубчатую и цепную передачи.

Пресс (рис. 123) состоит из прессующей части и привода. Матрица 11 в виде стального цилиндра с радиальными отверстиями закреплена на планшайбе 1. Последняя выполнена заодно с рабочим шпинделем пресса и установлена на подшипниках качения в корпусе редуктора. Внутри шпинделя проходит центральная ось 8, на которую с одной стороны насажен фланец со скребками 15 для очистки стенок планшайбы. Другой конец оси установлен в плите 17. На плите установлен скребок 12, который снимает отруби с конуса 13 и подает их в зону прессования. На плите также установлены регулировочные винты 16, которые изменяют зазор между матрицей и роликами пресса. С наружной стороны матрицы установлены два ножа, срезающие гранулы.

В случае перегрузки или заклинивания матрицы и роликов (при попадании между ними постороннего предмета) срабатывает предохранительное устройство и электродвигатель гранулятора отключается. В центральной части дверки сделано отверстие для подачи отрубей из смесителя в конус через загрузочный патрубок 14. На корпусе редуктора установлен конечный выключатель, связанный с дверкой, поэтому пресс нельзя включить при открытой двери. Отруби через питатель направляются в смеситель, где увлажняют паром (водой). Смесью перемешивают и через загрузочный патрубок подают в прессующую камеру, где она выжимается через отверстия в матрице. Лента, выходящая из отверстий, нарезается на мелкие кусочки ножами, расположенными с наружной стороны матрицы. Длину гранул регулируют ходом ножей. Гранулы сбрасываются в разгрузочный патрубок.

Техническая характеристика пресс-гранулятора ДГ-I

Производительность (т/ч) при диаметре отверстий в матрицах, мм:	
12,7...19,0	10,0
9,7	8,5
7,7	8,0
4,7	7,0
Частота вращения, об/мин:	
шнека питателя (регулируемая)	6...60
вала смесителя	121
матриц	213
Число:	
матриц	10
прессующих роликов	20
Пар:	
расход, кг/с	0,167
давление, кПа	350...400
Влажность, %:	
отрубей до смесителя	13...15
гранул после пресса	13...17
Температура гранул после пресса, °C	50...80
Мощность электродвигателя, кВт	78

Габариты, мм:

длина

2200

ширина

1130

высота

2250

Масса, кг

3230

Охладитель ДГ-II. Охлаждает гранулы отрубей, поступающих из пресса. Основные сборочные единицы. колонка, разгрузочное устройство с приводом и вентиляционная установка (рис. 124).

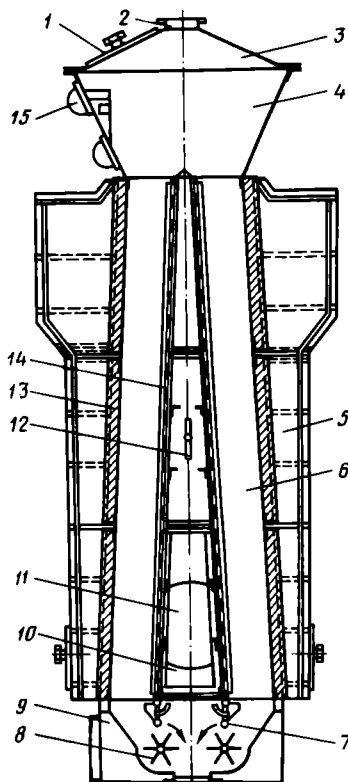
Колонка имеет охлаждательные полости, образованные двумя торцевыми стенками 6, между которыми закреплены три секции сетки 14 и три секции жалюзи 13. Снаружи проходят воздушные каналы 5 с окнами для забора воздуха. Сверху колонки расположен приемный бункер 4, закрытый крышкой 3. На бункере установлены загрузочный патрубок 2 и датчик 15. В приемном бункере установлены два датчика 15. Нижний связан с приводом разгрузочного устройства. При заполнении отрубями разгрузочное устройство включается, при снижении уровня отрубей — выключается. Верхний датчик — аварийный.

В одной из торцевых стенок расположено окно 11 с диффузором для присоединения охладителя к вентиляционной установке. Окно в другой стенке предназначено для очистки сеток и удаления осыпи с листа 10. Окна закрыты дверками. Между сетчатыми поверхностями помещена заслонка 12, предназначенная для отключения верхней части колонки в момент пуска охладителя.

Колонка установлена на основании 9, где смонтировано разгрузочное устройство, состоящее из двух валов с лопастями. Вращаясь навстречу друг другу, они создают в центре единый поток отрубей. Над каждой крыльчаткой 8 помещены заслонки 7, регулирующие количество проходящих отрубей. Разгрузочное устройство приводится во вращение от двигателя через цепную передачу и пару зубчатых колес.

Рис. 124. Охладитель ДГ-II:

1, 3 — крышки; 2 — патрубок; 4 — приемный бункер; 5 — воздушный канал; 6 — стенка; 7, 12 — заслонки; 8 — крыльчатка; 9 — основание; 10 — лист; 11 — окно с диффузором; 13 — жалюзи; 14 — сетка; 15 — датчик



Продукт поступает в приемный бункер, распределяется по охлаждаемым полостям и, опускаясь под действием силы тяжести, пронизывается воздушным потоком. При охлаждении влажность гранул снижается. В разгрузочном устройстве отруби захватываются лопастями и выбрасываются из охладителя.

В начале работы, когда колонка не заполнена гранулами, заслонку устанавливают в горизонтальное положение. В этом случае основной поток воздуха направляется через нижнюю часть колонки. После заполнения колонки гранулами заслонку переводят в вертикальное положение. При работе охладителя поток гранул регулируют так, чтобы число включений привода разгрузочного устройства от датчика было минимальным. Этого достигают изменением частоты вращения привода и положением заслонки. Если количество поступающих отрубей превышает количество выпускаемых, уровень их в охладителе увеличивается и достигает аварийного датчика.

Техническая характеристика охладителя ДГ-П

Производительность, т/ч	10
Частота вращения валов разгрузочного устройства, об/мин	0,76...7,60
Гранулы (после охлаждения):	
влажность, %	14,5
температура, °С	На 5...8 °С выше температуры окружающей среды
Установленная мощность электродвигателей, кВт	17,8
Габариты (без вентиляционной установки), мм:	
длина	1850
ширина	1740
высота	4040
Масса, кг	1267

Вопросы для самопроверки. 1. Какие задачи ставят при реконструкции и техническом перевооружении действующих мукомольных заводов? 2. Какие лечебно-диетические продукты вырабатываются при производстве муки? 3. Как используются пшеничные зародышевые хлопья? 4. Каков срок хранения пшеничных зародышевых хлопьев? 5. Каково назначение и производство пищевых диетических отрубей? 6. Каково назначение термообработки пшеничных зародышевых хлопьев и отрубей? 7. Назовите витамины, добавляемые в муку. Каковы их допустимые значения в витаминизированной муке? 8. Почему необходимо применять меры безопасности при производстве витаминизированной муки? 9. Чем отличается высокобелковая мука от хлебопекарной муки? 10. Каково назначение гранулирования отрубей?

ПОДБОР И РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оборудование подбирают и рассчитывают при проектировании технологической части строящегося мукомольного завода или при реконструкции действующего для увеличения его производственной мощности, перевода на другой вид помола, увеличения выхода муки высоких сортов, улучшения качества продукции.

Перед расчетом и проектированием необходимо:

подобрать оптимальную схему очистки и подготовки зерна для данного помола в соответствии с Правилами. Если нельзя использовать имеющуюся схему, то ее разрабатывают заново;

выбрать типовую схему размола зерна, рекомендуемую для данного вида помола и заданной суточной производительности, и доработать ее с учетом использования новых видов оборудования и новых технологических приемов;

для расчета потребного технологического оборудования пользоваться нормативами, установленными Правилами или Нормами технологического проектирования.

Нагрузки на оборудование, указанные в Нормах, могут отличаться от нагрузок, принимаемых при проектировании, так как последние могут учитывать как опыт работы данного завода, так и показатели, достигнутые передовыми мукомольными заводами.

§ 2. РАСЧЕТ ОБОРУДОВАНИЯ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Необходимое количество оборудования для зерноочистительного отделения мукомольного завода рассчитывают в зависимости от заданной производительности завода и производительности машин. Для бесперебойного снабжения размольного отделения мукомольного завода зерном, подготовленным к помолу, и сокращения времени заполнения бункеров для отволаживания производительность Q_1 (т/сут) зерноочистительного отделения должна быть на 10...20 % больше плановой. Ее определяют по формуле

$$Q_1 = Qk,$$

где Q — плановая производительность мукомольного завода, т/сут; k — коэффициент запаса, равный 1,1...1,2.

Необходимое оборудование для зерноочистительного отделения определяют по заданной производительности (с учетом запаса). Производительность зерноочистительных машин принимают по приложению, составленному по данным паспортов заводов-изготовителей этого оборудования.

Число машин, принятых по технологической схеме для каждой системы зерноочистительного отделения, определяют по формуле

$$n = Q_1/q,$$

где Q_1 – производительность зерноочистительного отделения, т/сут; q – производительность одной машины, т/сут.

Если n получается дробным числом, его округляют до целого. Число автоматических весов определяют по формуле

$$n = \frac{Q_1}{24 \cdot 60ab},$$

где Q_1 – производительность зерноочистительного отделения, кг/сут; a – вместимость ковша весов, кг; b – число отвесов в минуту.

Число бункеров для неочищенного зерна и их вместимость определяют из расчета запаса зерна не менее 50 г работы мукомольного завода.

Вместимость одного бункера V (т) определяют по формуле

$$V = Fh\gamma k,$$

где F – площадь сечения бункера, м²; h – высота бункера, м; γ – натура зерна, т/м³; k – коэффициент заполнения, равный 0,85.

Число бункеров для неочищенного зерна рассчитывают по формуле

$$n = (Q_1 \cdot 30)/V,$$

где Q_1 – производительность зерноочистительного отделения, т/ч; V – вместимость одного бункера, т.

Число бункеров для отволаживания зерна определяют так же, но учитывают продолжительность отволаживания в часах.

Расчет и установку магнитов проводят согласно Правилам.

§ 3. РАСЧЕТ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАЗМОЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Для расчета необходимого оборудования для размольного отделения мукомольного завода и правильного распределения его между системами технологического процесса следует пользоваться следующими основными данными:

нормами средних удельных нагрузок на основное технологическое оборудование;

нагрузками по технологическим системам на основе баланса помола; ориентировочными удельными нагрузками на вальцовые станки, рассевы и ситовые машины по системам.

Расчет вальцовой линии. 1. Общую длину мелющей вальцовой линии L (см) для данного мукомольного завода определяют по формуле

$$L = Q/q,$$

где Q – плановая производительность завода, кг/сут; q – средняя нагрузка на 1 см длины мелющей линии, кг/сут (в зависимости от вида помола).

2. Расчет вальцовой линии L (см) по системам производят по формуле

$$L_{pi} = \frac{Qa}{100q_{pi}},$$

где a – нагрузка на систему по балансу помола, %; q_{pi} – рекомендуемая удельная нагрузка на систему, кг/(см·сут).

3. Число вальцовых станков по системам определяют:

$$n_{pi} = L_{pi}/l_{ст},$$

где n_{pi} – расчетное количество вальцовых станков; $l_{ст}$ – длина вальцовой линии одного станка, см.

Полученное значение n_{pi} определяют до ближайшего значения, кратного 0,5. Получают $n_{фi}$ – фактическое количество вальцовых станков на отдельной системе. Результаты расчета заносят в таблицу 108 по предлагаемой форме.

108. Форма

Система	Нагрузка системы по балансу, %	Рекомендуемая удельная нагрузка, кг/(см·сут)	Расчетная длина вальцовой линии, см	Число вальцовых станков	Фактическая длина вальцовой линии, см

Расчет просеивающей поверхности. Расчет выполняют в той же последовательности и по тем же источникам, что и расчет мелющей линии.

1. Общую просеивающую поверхность F (м²) определяют по формуле

$$F = Q/q,$$

где Q – плановая производительность завода, кг/сут; q – средняя удельная нагрузка на просеивающую поверхность, кг/(м²·сут).

2. Просеивающую поверхность F_{pi} (м²) по системам рассчитывают по формуле

$$F_{pi} = \frac{Qa}{100q_{pi}},$$

где q_{pi} – рекомендуемая удельная нагрузка на систему, кг/(м²·сут).

3. Число секций рассевов по системам определяют:

$$n_{pi} = F_{pi}/f_c,$$

где f_c – просеивающая поверхность одной секции рассева, м²

4. Число рассевов $n_{рас}$ по процессу в целом вычисляют:

$$n_{рас} = n_{pi}/K,$$

где K – число секций в рассее.

Полученное значение $n_{рас}$ округляют до ближайшего целого числа, получают $n_{рас(ф)}$ – фактическое число рассевов. Результаты расчета заносят в таблицу 109.

109. Форма

Система	Нагрузка по балансу, %	Рекомендуемая удельная нагрузка, кг/(м ² ·сут)	Расчетная просеивающая поверхность, м ²	Число секций расчетов	Фактически принятая поверхность, м ²

Расчет ситовеечных машин. Для расчета ситовеечных машин следует пользоваться нормами нагрузок на 1 см ширины сита верхнего яруса.

1. Потребную ширину сит всех ситовеечных машин B (см) определяют по формуле

$$B = Q/q,$$

где Q – плановая производительность завода, т/сут; q – средняя удельная нагрузка, т/(см·сут).

Ситовеечные машины по системам распределяют в зависимости от нагрузки (по балансу помола) и рекомендуемой удельной нагрузки, а также от обогащаемой фракции продукта.

B_{pi} – расчетную ширину сит на системе B_{pi} (см) находят по формуле

$$B_{pi} = \frac{Qa}{q_{pi}},$$

где q_{pi} – рекомендуемая удельная нагрузка на систему, кг/(см·сут).

2. Рассчитывают число ситовеечных машин по системам

$$n_{pi} = B_{pi}/b,$$

где b – ширина верхнего яруса сит одной ситовеечной машины, см.

Значение n_{pi} округляют до ближайшего значения, кратного 0,5, получают $n_{фi}$ – фактическое число ситовеечных машин на системе. Результаты расчета заносят в таблицу 110 предлагаемой формы.

Система	Нагрузка по балансу, %	Рекомендуемая удельная нагрузка, кг/(см·сут)	Расчетная ширина сит ситовеечных машин, см	Число ситовеечных машин, шт.	Фактически принятая ширина сит ситовеечных машин, см

Расчет вымольных машин, энтолейторов и деташеров. Зная по балансу помола величину загрузки этих машин и их паспортную производительность, определяют их число по формуле

$$n = \frac{Qa}{100q_n},$$

где Q – паспортная производительность завода, т/сут; a – загрузка машины по балансу, %; q_n – паспортная производительность машины, т/ч.

§ 4. СНЯТИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ ПОЛНОГО БАЛАНСА ПОМОЛА НА МУКОМОЛЬНЫХ ЗАВОДАХ

Под балансом помола понимают количественную и качественную характеристику продуктов, поступающих на отдельные системы и полученные с них. При количественном балансе обрабатывают только количественные показатели (массу в килограммах или в процентах), а при количественно-качественном, кроме того, данные по зольности этих продуктов. Составление баланса заключается в уравнивании количественных и качественных показателей продуктов, поступающих на данную систему и получаемых после нее. Полный баланс состоит из баланса отдельных систем. Теоретический баланс разрабатывают для новых мукомольных заводов или для действующих при переводе их с одного вида помола на другой и используют для определения нагрузок на отдельные системы технологического процесса, а также нагрузок на пневматические сети (при работе на пневматическом транспорте).

До разработки баланса помола необходимо детально подготовить схему технологического процесса и строго придерживаться ее. Для составления количественного баланса надо знать классификацию всех продуктов, получаемых в технологическом процессе. В качестве исходных материалов для разработки теоретического баланса помола следует пользоваться нормативными данными по извлечениям сходовых и промежуточных продуктов и готовой продукции, рекомендуемыми Правилами.

Разработку количественного баланса помола лучше вести не в весовых показателях, а в процентах к количеству зерна, поступившего на I драную систему, принимая его за 100 %.

Учитывая, что количество зерна на I драной системе составляет только 96,5 % от массы зерна, поступившего в переработку (3,5 % осталось в зерноочистительном отделении в виде отходов и механических по-

терь), выхода готовой продукции должны быть скорректированы. Так, например, при базисном выходе муки высшего сорта 15 %, первого – 40, второго – 23 и отрубей 18,5 % пересчитанное количество (к I драной системе) составит:

мука высшего сорта	$\frac{15 \cdot 100}{96,5} = 15,5 \%$
первого	$\frac{40 \cdot 100}{96,5} = 41,4 \%$
второго	$\frac{23 \cdot 100}{96,5} = 23,7 \%$
отруби	$\frac{18,5 \cdot 100}{96,5} = 19,2 \%$

Итого	100 %
-------	-------

На мукомольных заводах для проверки правильности ведения технологического процесса проводят обработку фактических показателей работы при помощи баланса помола. Перед снятием баланса помола необходимо тщательно проверить фактическую схему помола (направление продукта), выполнив следующее:

привести технологическую схему помола в полное соответствие с фактической коммуникацией движения продуктов. При наличии в схеме делителей следует на схеме зафиксировать направление продукта через них при снятии баланса;

проверить направление потоков муки с отдельных систем по сортам;

уточнить фактическую нумерацию сит, установленных на отсевах, ситовечных и вымольных машинах. Проверить и устранить возможные порывы сит;

проверить и уточнить точки отбора продуктов. В местах, где отбор продуктов затруднен, сделать специальные отводы или предусмотреть разъем самотечных труб;

составить ведомость для записи массы отобранных продуктов.

При снятии баланса продукты обычно отбирают одним потоком с конца технологической схемы. На мукомольном заводе большой производительности эта работа продолжается не менее 8 ч.

Для снятия баланса помола на мукомольном заводе необходимо подготовить следующий инвентарь: секундомер; ковши для отбора продуктов по системам (6...10 шт.); весы столовые с гирями; мешочки или пакеты; рабочую тетрадь для записи массы продукта, отобранного по системам; этикетки с наименованием систем и продуктов. Можно применять ковши любой формы (квадратные, круглые и т. д.). Ковши лучше изготавливать из глянцевой или тонкой оцинкованной

стали, чтобы они были легкими. Перед снятием баланса ковши необходимо взвесить и их массу записать на наружных стенках ковшей. Массу отобранных продуктов необходимо записывать в журнал установленной формы (табл. 111).

111. Форма рабочего журнала

№ п/п	Система	Продукт	Масса			Номер мешочка с образцами	В течение какого времени отобран продукт
			продукта с тарой	тары	продукта		

Правильность работы по снятию баланса зависит от бесперебойной и ритмичной работы мукомольного завода. Для этого необходимо обеспечить мукомольный завод на все время снятия баланса (две-три смены) однородной партией зерна. Особенно важно установить правильную бесперебойную подачу зерна на I драную систему, правильно отрегулировать количество зерна, поступающего в мелющую щель, и не изменять его, пока будет сниматься баланс помола, учитывая, что нагрузка на I драную систему характеризует производительность мукомольного завода.

Накапливание продуктов на отдельных системах во время снятия баланса не допускается. К снятию баланса можно приступить лишь после того, как отрегулированы нагрузки по системам. Перед началом снятия баланса необходимо отрегулировать работу отдельных машин, главным образом вальцовых станков, и следить за тем, чтобы режим работы машин не менялся. Подсыпка на системе посторонних продуктов (остатков завалов и т. п.) при снятии баланса не допускается.

Отбор продуктов по системам в течение определенного времени нарушает нормальную работу тех систем, на которые эти продукты направляют. Поэтому снятие баланса помола надо начинать с систем, находящихся в конце технологического процесса, и заканчивать I драной.

Порядок отбора должен быть таким, чтобы продукты имели направление на те системы, с которых продукты уже отобраны. В соответствии с этим и надо разместить (пронумеровать) все точки отбора. Наибольшее число продуктов приходится отбирать из-под рассевов. Для этого с нижнего патрубка снимают рукава, оставляя их прикрепленными верхними концами к патрубкам днища рассева.

Прежде чем начать отбор продуктов, следует отряхнуть каждый рукав, чтобы в ковш при отборе не попал продукт, налипший на стенки рукава. После того как рукава рассева очередной системы подготовлены, хронометражист, имеющий секундомер, подает команду об отборе продуктов. При этом необходимо сначала дать предварительную ко-

манду "Внимание", а через 2...3 с окончательную – "Начали". При последней команде съемщики быстро перекидывают свободные концы рукавов в подставленные ковши и поддерживают их так, чтобы продукт свободно проходил в ковш.

Отбирать каждый продукт рекомендуется в течение 1 мин. В тех случаях, когда продукт идет в большом количестве, время отбора сокращают до 20...30 с, а если продукта мало, увеличивают до 3...5 мин. Изменение продолжительности срока отбора продукта надо отметить в рабочем журнале. Предварительную команду "Внимание" надо дать также за 2...3 с до окончания отбора, затем уже дать окончательную команду "Кончили". По этой команде съемщики быстро вынимают рукава из ковшей и перекидывают их обратно в патрубков.

После отбора продуктов в каждый ковш кладут ярлык с наименованием системы и продукта и ковши с продуктами направляют на взвешивание. Массу продукта с тарой, массу тары, наименование системы и продукта записывают в рабочий журнал. После взвешивания из ковша отбирают в мешочки образцы для анализа. Если по заданию требуется сделать баланс по влажности, то образцы во избежание подсыхания следует отбирать в стеклянные банки с притертыми пробками.

Номер мешочка, в который отбирают пробу, также записывают в рабочий журнал. После отбора пробы ковши освобождают от продукта и передают съемщикам. Высыпать продукты рекомендуется около тех же рукавов, где они были отобраны. Чтобы избежать накапливания продуктов на полу, можно постепенно подмалывать освобожденные продукты, следя за тем, чтобы они ни в коем случае не направлялись на системы, баланс с которых еще не снят. Количество продуктов, отбираемых из рукавов в течение 0,5...1 мин, обычно помещается в одном ковше. Исключение составляют такие продукты, как верхний сход с I и II драных систем. Поэтому можно рекомендовать отбор этих продуктов непосредственно на пол, который следует накрыть клеенкой или, в крайнем случае, чисто подмести.

Рассевы – наиболее удобные машины для отбора продукта при снятии баланса. Из-под других машин продукты приходится отбирать из самотечных труб. Для этого рекомендуется устанавливать в этих точках тройники с клапанами. В отдельных случаях приходится снимать самотечные трубы. Если самотечные трубы металлические, то можно отбирать продукт через их люки, поворачивая трубы люками вниз. На ситовечных машинах продукты (очищенную крупку) можно отбирать непосредственно под машиной, подставляя под отверстия в днище машины лист фанеры или железный таз с низкими бортами.

Чтобы избежать грубых расхождений, которые могут усложнить окончательную обработку баланса помола, необходимо подсчетом сверять по мере отбора продукта количество продуктов, полученных после машины, с количеством продуктов, поступающих на эту систему. При грубых расхождениях необходимо через некоторое время

366 112. Баланс муки по системам

Система	Высший сорт				Первый сорт				Второй сорт			
	количество за 1 мин	% к I драной системе	золь- ность	золо- процен- ты	количество за 1 мин	% к I драной системе	золь- ность	золо- процен- ты	количество за 1 мин	% к I драной системе	золь- ность	золо- процен- ты

I др.

II

III "

и т. д. все
остальные
системы

Всего

муки на
контроль

Сход с коп-
рольного
рассева

повторить съём баланса этой системы. После окончания снятия баланса все материалы поступают на обработку. Отобранные продукты направляют в лабораторию для анализа. Обработать материалы, полученные после съёма баланса, надо поручать опытному работнику.

Количественный баланс выхода муки начинают обрабатывать с определения производительности мукомольного завода. Точность полученных данных о производительности устанавливают проверкой следующих величин: суммы массы всех продуктов, полученных с рассева I драной системы; суммы массы отрубей и муки с отдельных систем (за вычетом сходов с контрольных рассевов) плюс усушка; суммы массы продукции, полученной на выбое, плюс усушка. Усушку подсчитывают по разности между влажностью зерна, поступившего на I драную систему, и средневзвешенной влажностью конечных продуктов (муки и отрубей).

После определения производительности и нагрузки на I драную систему определяют процентный выход муки. Для этого также используют несколько показателей: сумму массы муки с отдельных систем за вычетом массы схода с контрольных рассевов; массу муки, полученной при снятии баланса с контрольных рассевов; нагрузку на I драную систему за вычетом массы отрубей и усушки. Если эти показатели имеют небольшие расхождения, то баланс в основном можно считать правильным и, следовательно, можно приступить к его дальнейшей обработке. В первую очередь составляют баланс муки по системам, руководствуясь следующей формой (табл. 112).

Баланс муки по системам составляют в соответствии с результатами проверки выхода муки, чтобы сумма муки по системам соответствовала массе муки и сходов, полученных с контроля, нагрузке на I драную систему без отрубей и усушки, выходу муки по выбою. Уточнив выход муки по отдельным системам, приступают к распределению усушки и отноров. Влага из размалываемых продуктов испаряется, поэтому полученный процент усушки распределяют по всем системам пропорционально длине вальцовой линии (допускается обработка баланса без учета усушки). Относы аспирации распределяют по системам в таком же порядке, как и усушку, затем составляют баланс всех промежуточных продуктов. Сначала составляют количественный баланс всех продуктов, а затем качественный (по зольности).

Полный баланс помола можно составлять либо в виде специальной таблицы (113), либо в виде шахматки (табл. 114). В таблицу 113 записывают все наименования продуктов в соответствии со схемой помола и фактическую массу продуктов, взятых за 1 мин.

Массу муки, усушку и отноры включают в эту таблицу по ранее полученным данным (баланс муки по системам, распределение усушки и отноров) и в дальнейшем не уточняют. Прежде чем приступить к уточнению баланса, необходимо тщательно проверить, не пропущены ли в нем какие-либо продукты и все ли промежуточные продукты записа-

113. Количественный и качественный баланс

_____ помола, _____, снятый _____
 (наименование) (культура) (дата съема баланса)
 На мукомольном заводе № _____ в г. _____

Система	Поступает на систему			
	продукт	количество		
		к I драной системе	зольность, %	золопроценты

Итого
по системе

Продолжение

Система	Получается с системы				Куда направляется продукт
	продукт	к I драной системе	зольность, %	золопроценты	

Итого
по системе

ны в левой и правой частях таблицы. При этом надо обратить внимание на то, чтобы масса каждого продукта в обеих частях была одинаковой. После этого можно уточнять весовой баланс отдельных систем.

Снятие баланса помола не является операцией, дающей абсолютно точные результаты. Малейшее промедление одного из съемщиков продуктов дает расхождение. Возможны также явления, увеличивающие или уменьшающие количество проходящего продукта и в самом потоке продукта. При сведении баланса необходимо все эти неточности устранить. Каждый продукт фигурирует в балансе дважды — в левой и правой частях баланса. Поэтому любая неточность вызывает неувязку в балансе той системы, с которой он снят, а также системы, на которую этот продукт поступает.

Уточнение баланса помола сводится к такому отрегулированию его правой и левой частей, чтобы их итоги были тождественны. Для этого, смотря по необходимости, изменяют (уменьшают или увеличивают) количество одного или нескольких продуктов, получаемых на данной системе или поступающих на нее, с таким расчетом, чтобы итоги продуктов на этой основе как правой, так и левой стороны были одинаковыми. Например, масса всех продуктов, поступающих на III драную систему, в сумме составляет 21 050 г, а получается (при отборе под рассевом) 19 350 г. Разность 1700 г. На IV драную систему поступает 15 180 г про-

114. Количественный и качественный баланс

_____ помола, _____, снятый _____
 (наименование) (культура) (дата съема баланса)

На мукомольном заводе № _____ в г. _____

Поступает	Получается	Нагрузка на систему	II др. с.	Наименование всех систем	Контроль муки			Готовая продукция				
					высший сорт	1-й сорт	2-й сорт	высший сорт	1-й сорт	2-й сорт	манная крупа	отруби
I др.с.												
II др.с.												
III др.с.												
Наименование всех систем												
Контроль высшего сорта												
Контроль 1-го сорта												
Контроль 2-го сорта												
И т о г о												

дуктов, а получается 16 880 г. Разность 1700 г. Чтобы уравнять итоги всех систем, надо на III драной системе количество продуктов, направляемых с этой системы на IV драную систему, увеличить на 1700 г. Тогда уравниваются итоги по III и IV драным системам. В таком же порядке обрабатывают все системы.

Все изменения обязательно вносят в показатели массы продуктов на тех системах, куда этот (измененный) продукт направляется. Эта работа очень кропотливая, требует большого внимания, а также знания технологии, без чего в процессе уточнения могут быть допущены грубые ошибки. Законченным можно считать такой баланс, у которого итоги количества продуктов, поступающих на систему и получающихся с системы, будут одинаковыми.

После сведения весового баланса всех систем следует пересчитать массу отдельных продуктов в процентах к массе продуктов на I драной системе (которую принимают за 100) и заполнить соответствующие графы таблицы баланса помола. Удобно также составлять баланс по таблице-шахматке. В левой части таблицы (по вертикали) перечислены системы, с которых получен продукт, а в верхней (по горизонтали) — системы, на которые продукт направляется по схеме.

Фактическую массу продукта, полученного по каждой системе за 1 мин, заносят в соответствующие клетки таблицы, после чего подводят итоги по горизонтали (в графу "Поступает на систему") и вертикали (в графу "Итого"). Уточнение баланса сводится к тому, чтобы отрегулировать (уравнять) эти итоги. Итоги по горизонтали и вертикали также уравнивают изменением (добавлением или уменьшением) количества продуктов, получаемых с системы и поступающих на систему. Для удобства подсчета по шахматке все показатели массы продукта, пересчитываемые в процентах к количеству зерна на I драную систему, принимают за 100 %.

Составив количественный баланс, определяют баланс зольности. Составляют его так же и в том же порядке, как и количественный баланс: массу продукта, поступающего за 1 мин, умножают на содержание золы и определяют золопроценты, сумма которых позволяет рассчитать средневзвешенную зольность продукции. При составлении баланса помола в виде шахматки количественные и качественные показатели заносят в одну и ту же клетку, где числителем будет количество продукта (масса за 1 мин или в процентах к I драной системе), а знаменателем — зольность в процентах.

Иногда вместо полного баланса помола для проверки работы мукомольного завода или отдельных узлов требуется снять частичный баланс (баланс муки по системам, баланс крупок и т. п.). В таких случаях ограничиваются отбором только этой группы продуктов. При составлении таких балансов необходимо знать нагрузку на I драную систему, которую определяют отбором за 1 мин всех продуктов из-под рассева или непосредственно из-под станка I драной системы.

Сведенный баланс анализируют. Для этого данные представляют в виде таблиц, характеризующих эффективность работы измельчающих, просеивающих и ситовечных машин, а также основных этапов технологического процесса — загрузки и извлечения по системам, количественно-качественный баланс крупок и дунстов I, II и III драных систем и сравнение выхода продуктов с рекомендуемыми Правилами, технологическую эффективность работы бичевых машин, баланс шлифовочного процесса; технологическую эффективность обогащения крупок и жесткого дунста в ситовечных машинах; баланс муки по системам, выхода и качество муки по балансу и расчету за день, выход и зольность муки (нарастающим итогом).

Сравнивая полученные данные с ориентировочными показателями извлечения муки и крупы по системам, приведенным в Правилах, и анализируя группировку продуктов по качественным показателям (зольность, цвет и т. д.) и нагрузке на системы, можно сделать соответствующие выводы о работе мукомольных заводов и наметить мероприятия по устранению имеющихся недостатков и дальнейшему улучшению работы для достижения более высоких показателей.

Вопросы для самопроверки. 1. Каковы задачи подбора и расчета технологического оборудования? 2. Как определяется число машин в зерноочистительном отделении? 3. Какие данные необходимы для расчета и распределения технологического оборудования размольного отделения? 4. Как рассчитывают просеивающую поверхность? 5. Какие задачи ставят при снятии полного баланса помола на мукомольных заводах? 6. Назовите порядок снятия полного баланса помола на мукомольных заводах.

Приложение 1

Техническая характеристика примерной схемы обойного помола пшеницы и ржи на мукомольном заводе производительностью 130 т/сут

Общая длина валцовой линии, м	6
Общая площадь просеивающей поверхности, м ² :	34,0
в том числе	
на драных системах	25,5
на контроле муки	8,5
Средняя удельная нагрузка, кг/ (см · сут) :	
на валцовую линию	217
на просеивающую поверхность	3823

Приложение 2

Техническая характеристика примерной схемы 87 %-ного помола ржи на мукомольном заводе производительностью 130 т/сут

Число секций рассевов ЗРШ-М	18
Общая просеивающая поверхность, м ² :	76,50
в том числе	
на драных системах	51,00
на размольных системах	12,75
на контроле муки	12,75
Отношение просеивающей поверхности размольных систем к поверхности драных	0,25
Число валцовых станков А1-БЗН	5
Общая длина валцовой линии, м:	10
в том числе	
на драных системах	7
на размольных системах	3
Отношение валцовой линии размольных систем к валцовой линии драных	0,43
Число вымольных бичевых машин	3
Средняя удельная нагрузка, кг/ (м ² · сут) :	
на просеивающую поверхность	1700
на валцовую линию	130

Приложение 3

Техническая характеристика примерной схемы технологического процесса двухсортного 80 %-ного помола ржи на мукомольном заводе производительностью 130 т/сут

Число секций рассевов ЗРШ-М	18
Общая просеивающая поверхность, м ² :	76,50
в том числе	
на драных системах	38,25
на размольных системах	25,50
на контроле муки	12,75

Отношение просеивающей поверхности размольных систем к поверхности драных	0,67
Число валцовых станков А1-БЗН	7
Общая длина валцовой линии, м:	14
в том числе	
на драных системах	8
на размольных системах	6
Отношение валцовой линии размольных систем к валцовой линии драных	0,75
Число вымольных бичевых машин	3
Средняя удельная нагрузка, кг/(м ² · сут) :	
на просеивающую поверхность	1700
на валцовую линию	93

Приложение 4

Техническая характеристика схемы 63 %-ного сеяного помола ржи для мукомольного завода производительностью 110 т/сут

Число рассевов ЗРШ-М четырехприемных	7
Общая просеивающая поверхность, м ²	119
в том числе:	
на драных системах	55,25
" размольных "	46,75
" контроле муки	17,00
Отношение просеивающей поверхности размольных систем к поверхности драных систем	0,87
Число валцовых станков:	
1000×250 мм	2
800×250 мм	6
Общая длина валцовой линии, см	1520
в том числе:	
на драных системах	820
" размольных "	700
Отношение длины валцовой линии размольных систем к валцовой линии драных систем	0,85
Число бичевых машин на системах	6
" " " на вымоле	2
Средняя удельная нагрузка:	
на просеивающую поверхность, кг/(м ² · сут)	924
" валцовые станки, кг/(см · сут)	72

Приложение 5

Техническая характеристика схемы двухсортного 75 %-ного помола твердой пшеницы в муку для макаронных изделий на мукомольном заводе производительностью 200 т/сут

Число рассевов ЗРШ-М	10
Общая просеивающая поверхность, м ²	255,0
в том числе:	
на драных системах	140,25
" шлифовочных "	80,75

” размольных	17,0
” контроле муки	17,0
Число валцовых станков:	
1000X250 мм	16
800X250 мм	4
Общая длина валцовой линии, см	3840
в том числе:	
на драных системах	2060
” шлифовочных ”	1400
” размольных ”	380
Отношение длины валцовой линии шлифовочных и размо-	0,86
льных систем к валцовой линии драных систем	
Число ситовеечных машин ЗМС двухприемных	22
Число ситовеечных систем	31
Общая ширина сит верхнего яруса ситовеечных машин	1760
Число бичевых и щеточных машин на вымоле	2
Средняя удельная нагрузка:	
на просеивающую поверхность, кг/(м ² ·сут)	784
на валцовые станки, кг/(см·сут)	52
” ситовеечные машины, кг/(см·сут)	113

Приложение 6

Техническая характеристика схемы трехсортного 78 %-ного помола мягкой высокоостекловидной пшеницы в муку для макаронных изделий на мукомольном заводе производительностью 250 т/сут

Число рассевов ЗРШ-М шестиприемных	10
Общая просеивающая поверхность, м ²	255
в том числе:	
на драных системах	148,75
” шлифовочных ”	55,25
” размольных ”	29,75
” контроле муки	21,25
Число валцовых станков:	
1000X250 мм	12
850X250 мм	9
Общая длина валцовой линии, см	3840
в том числе:	
на драных системах	2140
” шлифовочных системах	1160
” размольных ”	540
Отношение длины валцовой линии шлифовочных и размо-	0,79
льных систем к валцовой линии драных систем	
Число ситовеечных машин ЗМС двухприемных	21
” ” систем	29
Общая ширина сит верхнего яруса ситовеечных машин, см	1680
Число бичевых и щеточных машин	4
Средняя удельная нагрузка:	
на просеивающую поверхность, кг/(м ² ·сут)	980
” валцовые станки, кг/(см·сут)	65
” ситовеечные машины, кг/(см·сут)	150

**Параметры работы вальцовых станков и распределение вальцовой линии, просеивающей поверхности
по односортному 63 %-ному помолу ржи**

Система	Длина вальцовой линии, %	Просеивающая поверхность рассевов, %	Число рифлей	Уклон рифлей, %	Угол, град	Взаимное расположение рифлей	Скорость быстрого-вращающегося вальца, м/с	Отношение скоростей вальцов
Плющильная	11...21	8...12	—	—	—		6	1,0...1,2
I драная	17...21	15...17	5,5	8	25/65	ос/ос	6	2,5
II "	17...21	15...17	6...6,5	8...10	25/65	ос/ос	6	2,5
III	11...17	15...17	6,5...7	10	25/65	ос/ос	6	2,5
IV	11...17	11...14	7,5	10	25/65	ос/ос	6	2,5
V	7...11	11...14	8	10...12	25/65	ос/ос	6	2,5
Пересев	—	8...12	—	—	25/65	ос/ос	6	2,5
1-я р. с.	15...25	12...22	10	8	40/70	сп/сп	6	2,5
2-я "	15...19	12...22	10	8	40/70	сп/сп	6	2,5
3-я	15...19	12...22	11	8	40/70	сп/сп	6	2,5
4-я	8...15	8...13	11	8	40/70	сп/сп	6	2,5
5-я	8...15	8...13	11	10	40/70	сп/сп	6	1,5
6-я	8...15	8...13	11	10	40/70	сп/сп	6	1,5

Приложение 8

Техническая характеристика примерной развитой схемы технологического процесса на мукомольном заводе трехсортного хлебопекарного помола пшеницы производительностью 280 т/сут

Число секций рассевов ЗРШ-М	60
Общая просеивающая поверхность, м ² :	255,0
в том числе:	
в драном процессе	123,25
в размольном процессе	106,25
на контроле муки	25,50
Отношение просеивающей поверхности	0,86
Размольных систем к просеивающей поверхности драных	
Число валцовых станков А1-БЗН	20
Общая длина валцовой линии, м	
в том числе:	
на драных системах	15,0
на размольных системах	25,0
Отношение валцовой линии размольных систем к валцовой линии драных	1,67
Число:	
бичевых вымольных машин А1-БВГ	8
ситовечных машин А1-БС-2-0	6
энтолейторов РЗ-БЭР	11
деташеров А1-БДГ	12
Средние удельные нагрузки:	
на просеивающую поверхность, кг/(м ² · сут)	1098,0
на валцовую линию, кг/(см · сут)	70,0
на ширину приемных сит ситовечных машин, кг/(см · сут)	467,0

Приложение 9

Техническая характеристика примерной схемы развитого технологического процесса хлебопекарного помола пшеницы производительностью 260 т/сут с отбором до 25 % макаронной крупки

Число секций рассевов ЗРШ-М	60
Общая просеивающая поверхность, м ² :	255,00
в том числе:	
в драном процессе	127,50
шлифовочном процессе	42,50
размольном процессе	63,75
на контроле муки	21,25
Отношение просеивающей поверхности шлифовочно-размольного	0,83
Число станков А1-БЗН	20
Общая длина валцовой линии, м	40,0
в том числе:	
на драных системах	17,0
на размольных системах	8,0
на шлифовочных системах	15,0

Отношение вальцово-шлифовочных и размольных систем к вальцово-драным системам	1,35
Число:	
бичевых вымольных машин А1-БВГ	6
ситовечных машин А1-БС-2-О	10
энтолейтеров РЗ-БЭР	6
деташеров А1-БДГ	8
Средние удельные нагрузки:	
на просеивающую поверхность, мг/(м ² · сут)	1020
на вальцовую линию, кг/(см · сут)	65
на ширину приемных сит ситовечных машин, кг/(см · сут)	260

Бутковский В. А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. — М.: Колос, 1981.

Вайнберг А. А., Котляр Л. И. Эксплуатационная надежность оборудования зерноперерабатывающих предприятий. — М.: Колос, 1980.

Галкина Л. С., Бутковский В. А., Птушкина Г. Е. Техника и технология производства муки на комплектном оборудовании. — М.: Агропромиздат, 1987.

Галкина Л. С., Маевская С. Л., Птушкина Г. Е. Современная техника и технология переработки зерна на мукомольных заводах. — М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1980.

Гортинский В. В., Демский А. Б., Борискин М. А. Процессы сепарирования на зерноперерабатывающих предприятиях. — М.: Колос, 1980.

Егоров Г. А., Мельников Е. М., Журавлев В. Ф. Технология и оборудование мукомольного и комбикормового производства. — М.: Колос, 1979.

Казakov Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. — М.: Колос, 1980.

Мерко И. Т. Совершенствование технологических процессов сортового помола пшеницы. — М.: Колос, 1979.

Птушкин А. Т., Новицкий О. А. Автоматизация производственных процессов в отрасли хранения и переработки зерна. — М.: Колос, 1979.

ГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Г л а в а I. Технологические свойства зерна	9
§ 1. Общие сведения .	9
§ 2. Мукомольные свойства зерна пшеницы и ржи	9
§ 3. Хлебопекарные свойства зерна пшеницы и ржи	18
§ 4. Стандарты на зерно, поступающее на мукомольные заводы	21
Г л а в а II. Засоренность зерна	23
§ 1. Общие сведения	23
§ 2. Сорная примесь	25
§ 3. Зерновая примесь	28
Г л а в а III. Составление помольных смесей зерна	29
§ 1. Требования, предъявляемые к составлению помольных смесей	29
§ 2. Методы составления помольных смесей	33
§ 3. Подсортировка зерна пониженного качества	37
§ 4. Определение мукомольных свойств зерна	39
Г л а в а IV. Очистка зерна от примесей по аэродинамическим свойствам	40
§ 1. Общие сведения	40
§ 2. Аспирационные колонки	42
§ 3. Аспираторы с замкнутым циклом воздуха	44
§ 4. Пневмоаспираторы и воздушные сепараторы .	47
§ 5. Технологическая эффективность работы аспирирующих машин	51
Г л а в а V. Очистка зерна от примесей по размерам и аэродинамическим свойствам .	52
§ 1. Общие сведения .	52
§ 2. Сепараторы	55
§ 3. Технологическая эффективность работы воздушно-ситовых сепараторов	66
Г л а в а VI. Очистка зерна от примесей по длине	67
§ 1. Общие сведения .	67
§ 2. Дисковые триеры .	68
§ 3. Технологическая эффективность работы триеров	72
Г л а в а VII. Очистка зерна от примесей по плотности	73
§ 1. Общие сведения .	73
§ 2. Камнеотделительные машины	74
§ 3. Концентраторы	77
§ 4. Технологическая эффективность работы оборудования, отделяющего примеси по плотности	79
Г л а в а VIII. Очистка зерна и готовой продукции от металломагнитных примесей	87
§ 1. Общие сведения .	
§ 2. Магнитные колонки	
§ 3. Магнитные сепараторы	

§ 4. Технологическая эффективность очистки зерна от металлических примесей	
Г л а в а IX. Обработка поверхности зерна и его обеззараживание	
§ 1. Обоечные машины	
§ 2. Щеточные машины	
§ 3. Энтолейторы	
§ 4. Технологическая эффективность работы оборудования для обработки поверхности зерна	
Г л а в а X. Обработка зерна водой	
§ 1. Общие сведения	1
§ 2. Моечная машина Ж9-БМА	10
§ 3. Машина А1-БМШ	103
§ 4. Обработка отходов машин для мойки и мокрого шелушения зерна	105
§ 5. Машины типа А1-БШУ для увлажнения зерна	107
§ 6. Увлажнительные аппараты А1-БАЗ и А1-БУЗ	108
§ 7. Технологическая эффективность работы оборудования для обработки зерна водой	111
Г л а в а XI. Кондиционирование зерна	
§ 1. Общие сведения	115
§ 2. Способы кондиционирования	116
§ 3. Факторы, влияющие на изменение качественных показателей зерна при кондиционировании	118
§ 4. Холодное кондиционирование	122
§ 5. Горячее кондиционирование	129
§ 6. Скоростное кондиционирование зерна	132
§ 7. Кондиционирование зерна при обойных помолах ржи	133
Г л а в а XII. Построение технологического процесса очистки и подготовки зерна к помолу	
§ 1. Общие сведения	133
§ 2. Принципы построения технологического процесса	134
§ 3. Построение технологического процесса подготовки зерна на мукомольных заводах, оснащенных комплексным оборудованием	138
§ 4. Технологическая схема подготовки зерна к размолу на мукомольном заводе производительностью 500 т/сут с комплексным оборудованием	142
§ 5. Технологическая схема подготовки зерна к размолу на мукомольном заводе производительностью 250 т/сут с комплексным оборудованием	147
§ 6. Схема подготовки зерна пшеницы и ржи к помолу при выработке обойной муки	151
§ 7. Отбор мелкой фракции зерна	153
§ 7. Эффективность раздельной подготовки к помолу зерна твердой и мягкой пшеницы	153
эффективности подготовки зерна при макаронных помолах	154
очистки и подготовки зерна ржи к сортовому помолу с учетом машин А1-ЗШН-3	157
классификация отходов зерноочистительного отделения	158
зерна и зерновых продуктов	161
структура процесса измельчения	161
свая оценка процесса измельчения	162

§ 3. Классификация измельчающих машин	163
§ 4. Измельчение в валцовых станках	164
§ 5. Факторы, влияющие на процесс измельчения в валцовом станке	176
§ 6. Измельчение в бичевых машинах	185
§ 7. Измельчение в энтолейторе и деташере	192
§ 8. Технологическая эффективность работы оборудования для измельчения	194
§ 9. Оперативный контроль процесса измельчения зерна	196
Г л а в а XIV. Сепарирование продуктов измельчения зерна по крупности (просеивание)	199
§ 1. Назначение и структура процесса сепарирования	199
§ 2. Процесс сепарирования в ситовом канале рассева	200
§ 3. Сита	201
§ 4. Рассевы	202
§ 5. Схемы движения продуктов в рассевах	210
§ 6. Виброцентрофугал РЗ-БЦА	221
§ 7. Технологическая эффективность работы рассевов и виброцентрофугала	222
Г л а в а XV. Сортирование промежуточных продуктов по качеству (процесс обогащения)	224
§ 1. Назначение и структура процесса	224
§ 2. Сортирование крупок и дунстов по добротности в ситовеечных машинах	225
§ 3. Аэродинамические свойства крупок	228
§ 4. Факторы, влияющие на процесс обогащения	230
§ 5. Подбор сит	231
§ 6. Технологическая эффективность работы ситовеечной машины	232
Г л а в а XVI. Ассортимент и качество продукции. Классификация помолов	233
§ 1. Ассортимент и показатели качества муки и манной крупы	233
§ 2. Требования, предъявляемые к муке как к пищевому продукту	239
§ 3. Принципиальные основы построения помолов	240
§ 4. Требования, предъявляемые к построению технологического процесса	242
Г л а в а XVII. Простые повторительные помолы	247
§ 1. Принцип построения схемы помола пшеницы и ржи в обойную муку	247
§ 2. Принцип построения схемы помола ржи в обдирную муку	250
Г л а в а XVIII. Сложные повторительные помолы ржи	252
§ 1. Общие положения	252
§ 2. Факторы, влияющие на построение схемы помола	253
§ 3. Принцип построения и схема двухсортного помола ржи с выходом муки 80 %	253
§ 4. Принцип построения и схема помола ржи с выходом 63 % сеяной муки	255
Г л а в а XIX. Сложные повторительные помолы пшеницы с сокращенным процессом обогащения	260
§ 1. Общие положения	260
§ 2. Принцип построения и схема помола пшеницы с выходом 85 % муки	266
Г л а в а XX. Сложные помолы пшеницы с развитым процессом обогащения на предприятиях, оснащенных традиционным оборудованием	

§ 1. Этапы технологического процесса	264
§ 2. Драной процесс	264
§ 3. Процесс сортирования по качеству крупок и дунстов (обогащение)	271
§ 4. Отбор манной крупы	274
§ 5. Шлифовочный процесс	274
§ 6. Размольный процесс	277
§ 7. Формирование сортов муки	280
§ 8. Макаронный помол	282
Г л а в а XXI. Сложные помолы пшеницы с развитым процессом обогащения на предприятиях, оснащенных высокопроизводительным комплексным оборудованием	290
§ 1. Принцип построения технологического процесса	290
§ 2. Драной процесс	292
§ 3. Процесс обогащения крупок и дунстов	295
§ 4. Шлифовочно-размольный процесс	297
§ 5. Формирование готовой продукции	307
§ 6. Макаронные помолы твердой и мягкой пшеницы	313
Г л а в а XXII. Основные направления совершенствования мукомольного производства	317
§ 1. Реконструкция и техническое перевооружение действующих мукомольных заводов хлебопекарного помола	317
§ 2. Реконструкция и техническое перевооружение действующих мукомольных заводов макаронного помола	323
§ 3. Производство лечебно-диетических продуктов на мукомольных заводах	333
§ 4. Витаминизация муки	345
§ 5. Выработка высокобелковой муки	350
§ 6. Гранулирование отрубей	352
Г л а в а XXIII. Подбор и расчет технологического высокопроизводительного оборудования мукомольных заводов	358
§ 1. Общие положения	358
§ 2. Расчет оборудования зерноочистительного отделения	358
§ 3. Расчет и распределение технологического оборудования размольного отделения	359
§ 4. Снятие и составление полного баланса помола на мукомольных заводах	362
Приложения	372
Список рекомендуемой литературы	374

Учебное издание

БУТКОВСКИЙ ВЯЧЕСЛАВ АРОНОВИЧ

МУКОМОЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Зав. редакцией **Л. М. Богатая**

Художественный редактор **В. Н. Чуракова**

Технический редактор **Н. А. Зубкова**

Корректор **Т. Р. Сидорова**

ИБ № 6815

Сдано в набор 12.02.90. Подписано в печать 24.07.90. Т-11630. Формат 60 × 88¹/₁₆.
Бумага офсетная № 2. Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная. Усл. печ. л. 23,52.
Усл. кр.-отт. 23,52. Уч.-изд. л. 26,55. Изд. № 506. Тираж 7300 экз. Заказ № 509.
Цена 1 р. 10 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО "Агропромиздат", 107807, ГСП-6.
Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 8 Государственного комитета по печати. 10189
Москва, Центр, Хохловский пер., 7

Г а л и ц к и й Р. Р. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий: Учебник для техникумов. — 20 л.

Рассмотрены устройство, принцип действия, технические характеристики технологического оборудования, предназначенного для очистки зерна и переработки его в муку, крупу и комбикорм. В третьем издании (второе вышло в 1982 г.) дано описание высокопроизводительного комплектного оборудования для мукомольных заводов.

Для учащихся техникумов, обучающихся по специальности "Оборудование предприятий элеваторной и зерноперерабатывающей промышленности", "Мукомольно-крупяное производство" и "Основы комбикормового производства".