

Н.И. Малин, М.Ш. Бегеулов

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Учебное пособие

Москва
2018

Н.И. Малин, М.Ш. Бегеулов

**ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ
ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ**

Учебное пособие

Москва
Сервис Принт
2018

УДК 664.7(075.8)
ББК 36.821я73
М 19

Малин Н.И., Бегеулов М.Ш. Технология хранения зерна и продуктов его переработки: Учебное пособие / Н.И. Малин, М.Ш. Бегеулов. - М.: Сервис Принт, 2018. -276 с.

В учебном пособии содержатся материалы, необходимые для освоения студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области хранения зерна и продуктов его переработки с целью наиболее рационального использования выращенной зерновой продукции с учетом ее качества, уменьшения потерь продукции при хранении, повышения эффективности хранения.

Предназначено для подготовки бакалавров по профилю «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий» направления 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья».

Рецензенты:

заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки», доктор с.-х. наук, профессор **Сорочинский В.Ф.**;

кандидат с.-х. наук, доцент Российского государственного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева **Масловский С. А.**

ВВЕДЕНИЕ

Зерно играет огромную роль в стабильном обеспечении населения страны хлебопродуктами, а народного хозяйства — сырьем, так как оно компенсирует значительную часть потребности населения страны в продовольствии.

Из зерна производятся продукты, которые содержат почти все, что необходимо человеку для питания. Они богаты углеводами (82...83 %) и белками (14...15 %), содержат жиры (2...2,5 %), соли фосфора, калия, магния, кальция и другие необходимые для жизни человека элементы. Выпекаемый из муки хлеб является источником важнейших витаминов: В₁, В₂, РР, Е. Около трети дневной нормы потребления продуктов человек удовлетворяет за счет хлебных изделий и круп. При этом до 30...50 % энергетической потребности, до 30...40 % потребности в белке, до 50...60 % витаминов группы В и до 80 % витамина Е человек получает, употребляя хлеб и макаронные изделия.

Благодаря высокой энергетической, белковой, витаминной и минеральной ценности зерна и продуктов его переработки человек, употребляя хлеб, макаронные и крупяные продукты, удовлетворяет значительную часть своих потребностей при минимальных затратах на продукты питания. Особенно это касается белков. Растительные белки значительно дешевле животных. Белок в пшеничном хлебе дешевле животного белка, а усвоение его и полезность достаточно высоки. Не случайно, среднестатистическое потребление хлебопродуктов (мука, хлебобулочные изделия, крупа, мучнистые, кондитерские и макаронные изделия — все в пересчете на муку) в России составляет около 125 кг в год.

Зерно служит также сырьем для выработки таких ценных продуктов, как пиво, крахмал, спирт, пищевые концентраты, мучнистые кондитерские и макаронные изделия. На эти цели расходуется около 3 млн. т зерна в год.

Основным компонентом комбикормов, производство которых в прошлые годы составляло на государственных предприятиях более 30 млн. т, также является зерно.

Зерновые культуры в нашей стране занимают около 70 % общих посевных площадей и дают более 50 % стоимости валового сельскохозяйственного продукта. В валовом национальном продукте доля зерна и продуктов его переработки составляет 10...15 %. Кроме того, около 7...8 % товарного зерна перерабатывается в пивоваренной, спиртовой, пищевых концентратной и крахмалопаточной промышленности.

Значение и роль зерна, как товара в экономике государства трудно переоценить. Это товар, который имеет постоянный, устойчивый спрос в любое время года, в любом регионе, т.е. является абсолютно ликвидным.

Особенностью зерна, как товара, является то, что оно может быть закуплено впрок, так как способно храниться несколько лет; в сухом состоянии (и, при необходимости, после профилактической обработки с целью предупреждения заражения вредителями) оно может быть перевезено в специализированных вагонах-зерновозах или трюмах судов на многие тысячи кило-

метров без ухудшения качества.

Наука о зерне, о технологии его хранения и переработки, пожалуй, одна из самых древнейших. Уже первобытные люди умели вначале собирать урожай из диких сортов злаковых и других зерновых культур, хранить его более или менее длительное время, а затем перетирать его вручную в ступках и выпекать из него хлеб.

Многовековая история развития науки о зерне свидетельствует о том, что при кажущейся простоте, вырастить, убрать и обеспечить сохранность выращенного зерна — трудоемкое и сложное дело.

По оценкам ученых, от вредителей, болезней и сорняков в настоящее время теряется около трети мирового урожая зерна продовольственных и кормовых культур. В том числе, в России — до 20...25 % биологического урожая зерна.

Несмотря на значительные трудо- и энергозатраты сельскохозяйственных производителей зерна, не все выращенное ими зерно доходит до потребителя.

Значительное количество выращенного зерна теряется от осыпания при запаздывании или растягивании сроков уборки (до 1,5...2,5 ц/га), вследствие полегания на завершающей фазе развития растений (недобор зерна может составить порядка 20...25 %), необмолота отдельных колосков или недомолота нескольких зерен из колоска (при необмолоте на одном квадратном метре поля 4...5 колосьев пшеницы, недобор зерна с гектара составит 40...50 кг, а недомолот по одному зерну из каждого колоска на гектаре равен потере 150...160 кг), при перевозке от комбайнов на тока или элеватор.

Кроме того, по данным ФАО (Всемирной организации по продовольствию и сельскому хозяйству), потери зерна в мире только при хранении и переработке составляют 6...10 %.

Потери зерна и продуктов его переработки могут иметь место вследствие целого ряда причин. Например, в результате сверхнормативного (по времени) хранения сырого зерна (в том числе, на открытых площадках) в ожидании сушки; при хранении зерна, зараженного вредителями; при нарушении режимов послеуборочной обработки и хранения зерна; при перевозках в неспециализированных транспортных средствах; при выбое муки в тканевые мешки и др.

Как показывают расчеты, сокращение потерь зерна на всех стадиях от поля до стола потребителя может дать прибавку продовольственным ресурсам страны до 20 %. При этом, как свидетельствует практика, затраты на устранение потерь в 2...3 раза меньше затрат на производство такого же объема зерна.

В перечне дополнительных проблем, подлежащих решению в сфере науки о хранении и переработке зерна, и являющихся составной частью глобальной национальной проблемы — продовольственной безопасности России, а именно, улучшения качества поступающей к потребителю продукции, на сегодняшний день содержатся следующие:

разработка и внедрение принципиально новых технологий послеуборочной обработки и хранения зерна;

снижение в зерне остаточного количества пестицидов, используемых

для борьбы с сорняками, а также различного рода канцерогенов и азотных удобрений, не успевших пройти этап синтеза;

совершенствование технологии обеззараживания зерна от вредителей, в том числе отказ от традиционных способов, предусматривающих использование химических препаратов, вредных для организма человека и животных.

Совершенно очевидно, что решение перечисленных проблем ложится на плечи специалистов XXI века, которые вооружившись соответствующими знаниями, смогут решать их в комплексе с другими, не менее важными социально-экономическими проблемами.

Поэтому основной целью курса «Технология хранения зерна и продуктов его переработки» является помощь будущим (и уже сложившимся) специалистам в изучении основ технологии и последующей научно обоснованной организации мероприятий по предупреждению всех видов потерь при хранении зерна и продуктов его переработки.

Изучение курса должно базироваться на знании таких дисциплин, как «Микробиология», «Биохимия», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Системы процессов и машин перерабатывающих и пищевых технологий».

Учебное пособие написано в соответствии с рабочей программой дисциплины «Технология хранения зерна и продуктов его переработки», включенной в цикл профессиональных дисциплин вариативной части (дисциплины по выбору) подготовки бакалавров по направлению 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», профиль «Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий». Может быть полезно специалистам сельского хозяйства, занимающимся хранением зерна.

Раздел первый

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Глава 1

Теоретические основы хранения зерна семенного, продовольственного и фуражного назначения. Физические свойства зерновой массы

Зерно, являясь товарным сырьем для выработки муки (и последующего производства хлебобулочных и макаронных изделий), крупы, ряда других, наиболее массовых продуктов повседневного питания населения, и комбикормов, хранится у производителей (в колхозах, совхозах, фермерских хозяйствах), на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях, реалбазах, на предприятиях пищевой промышленности (пивоваренных и спиртовых заводах, заводах по выработке растительных масел, крахмалопаточных заводах). Некоторое количество зерна хранится на хлебозаводах, использующих современные технологии выпечки хлеба из диспергированного зерна (с небольшим количеством муки, используемой в качестве связующего компонента). Семенное зерно (в том числе сортовые семена зерновых, бобовых, масличных культур и кормовых трав) хранится у производителей, на хлебоприемных предприятиях, на семяобработывающих заводах и селекционных станциях. Вырабатываемые из зерна продукты переработки, до поступления к конечным потребителям или в торговую сеть, некоторое время хранятся у производителей и на реализационных базах.

В настоящее время, в связи с переходом страны на рыночные отношения, значительная часть выращенного зерна хранится в хранилищах производителей с относительно слабой материально-технической базой. В высокомеханизированных и автоматизированных зернохранилищах хлебоприемных предприятий и элеваторов хранится зерно региональных фондов, в том числе предназначенное для переработки, и некоторое количество давальческого зерна сельскохозяйственных производителей.

1.1 Основные задачи и значение технологии хранения зерна

В соответствии с приведенной в табл. 1.1 классификацией потерь зерна при хранении, перед предприятиями, в функции которых входит хранение зерна и продуктов его переработки, ставится целый ряд задач, основные из которых приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.1 — **Виды и причины потерь зерна при хранении**

Виды потерь при хранении зерна	Классификация потерь	Причины потерь
Потери в массе	Биологические	Дыхание, являющееся характерным признаком жизнедеятельности зерна Прорастание зерна Развитие микроорганизмов Развитие насекомых и клещей Самосогревание
		Уничтожение грызунами и птицами
	Механические	Травмы (при транспортировании и погрузочно-разгрузочных работах), приводящие к дроблению, либо скалыванию частиц зерна Распыл (в результате истирания при многократном перемещении и трении отдельных зерен друг о друга и о поверхности рабочих органов транспортирующих машин) Просыпи (при транспортировании и погрузочно-разгрузочных работах)
Потери в качестве	Биологические	Дыхание (сопровождается выделением теплоты и, как следствие повышения температуры, изменением химического состава, технологических и семенных достоинств) Прорастание (сопровождается изменением химического состава и технологических достоинств) Развитие микроорганизмов (сопровождается активизацией дыхания зерна, накоплением токсинов, снижением технологических и семенных достоинств)
		Развитие насекомых и клещей (в зависимости от степени зараженности у зерна могут понизиться технологические достоинства, либо оно может стать вообще непригодным к использованию для целей переработки) Загрязнение продуктами жизнедеятельности грызунов и птиц
	Механические	Травмы

Таблица 1.2 — **Задачи по хранению зерна и продуктов его переработки и мероприятия по их реализации**

Сущность мероприятий	Примечание
<i>Задача №1. Сохранение продуктов без потерь в массе или с минимальными потерями</i>	
Научно обоснованная организация хранения, исключая: явления прорастания и самосогревания; условия для развития микроорганизмов, насекомых и клещей; возможность уничтожения грызунами и птицами	Потери по перечисленным причинам недопустимы, ибо являются следствием несоблюдения рекомендуемых режимов хранения
Создание условий, снижающих интенсивность дыхания	Потери сухой массы при хранении в результате дыхания являются единственно оправдываемыми в пределах нормируемых величин

Использование транспортирующих машин, полностью исключаяющих просыпи, а также травматизм (полностью, либо частично, с максимальным эффектом)	Распыл является неизбежной потерей, вписывающейся в рамки норматив потерь, отведенных на естественную убыль зерна (в результате биологических и механических потерь)
<i>Задача №2. Сохранение продуктов без ухудшения их качества</i>	
Недопущение нарушения режимов хранения, приводящего к потере признаков свежести зерна	Изменение при хранении цвета, запаха и вкуса является признаком резкого ухудшения качества муки и крупы, вплоть до состояния непригодности к использованию на пищевые цели; зерно с запахом плесени, или с солодовым запахом также не подлежит использованию на пищевые цели
Периодическая смена и реализация хранящихся запасов зерна, продуктов его переработки и семян	Отдельные партии муки и некоторых видов крупы, в результате естественного старения даже при оптимальных условиях хранения теряют свои потребительские достоинства. Через 7...10 лет наблюдается снижение технологических достоинств зерна злаковых и семян бобовых культур; через 2...4 года — снижение семенных достоинств
<i>Задача №3. Повышение качества продуктов при хранении</i>	
Использование определенных технологических приемов и режимов обработки	Улучшаются технологические (в том числе хлебопекарные) и семенные достоинства, создаются условия для лучшей сохранности и повышения стойкости при хранении
<i>Задача №4. Сокращение затрат труда и средств на единицу массы хранимой продукции при наилучшем сохранении количества и качества</i>	
Совершенствование технической базы хранения, поточная обработка зерновых масс, внедрение новых технологических приемов, повышение квалификации персонала	Обработка на элеваторных линиях и последующее хранение зерна в силосах элеваторов резко сокращает затраты в сравнении с аналогичными операциями на базе хранилищ складского типа

Отсюда, с учетом информации, сведенной в табл. 1.1 и 1.2, можно сформулировать следующее определение. ***Технология хранения зерна и продуктов его переработки, — это наука о приемах и способах воздействия на зерновые массы, продукты их переработки и окружающую среду, позволяющих обеспечить количественно-качественную сохранность зерновых масс и продуктов их переработки с учетом их особенностей, как объектов хранения.***

Прежде чем классифицировать приемы и способы воздействия на зерновые массы и продукты их переработки, осуществляемые в период их хранения, следует разделить в отдельные группы задачи, возлагаемые на технологию послеуборочной обработки и на технологию хранения зерна.

В частности, основной задачей технологии послеуборочной обработки является доведение зерна (являющегося живым организмом) до состояния, при котором его можно хранить длительное время без потери в массе и ухудшения качества.

Основной задачей технологии хранения, как следует из вышеприведенной формулировки, является создание условий, не допускающих потерь в массе и ухудшения качества зерновых масс, либо прошедших этап послеуборочной обработки, либо временно хранящихся в ожидании послеуборочной обработки (или использования в качестве компонента комбикормов).

На этапе временного хранения, зерновые массы следует подвергать обработке с использованием приемов, позволяющих избежать активизации в них нежелательных явлений, приводящих к потере в массе и снижению качества. В числе таких приемов — предварительная очистка и активное вентилирование зерновых масс атмосферным, либо искусственно охлажденным воздухом.

Индикатором необходимости такого мероприятия, как активное вентилирование зерновых масс атмосферным воздухом, является повышение температуры зерна. Искусственно охлажденный воздух используют при вентилировании свежесобранного зерна риса и высокомасличного подсолнечника.

На этапе хранения зерна, прошедшего послеуборочную обработку, использование специальных операций является вынужденной мерой, направленной на погашение активизации жизнедеятельности компонентов зерновых масс. В их числе: активное вентилирование атмосферным воздухом с целью понижения температуры зерновых масс; борьба с зерновыми вредителями; борьба с грызунами.

Незнание основ науки о хранении может стать причиной нормативно недопустимых потерь и ухудшения качества зерна и продуктов его переработки при хранении.

При разработке мероприятий по обработке и хранению зерна и продуктов его переработки необходимо учитывать научные принципы хранения и консервирования сельскохозяйственных продуктов. В основе всех способов хранения или консервирования продуктов, применяемых в практике, лежат принципы частичного или полного подавления происходящих в них биологических процессов (биотических факторов, влияющих на сохранность). Профессор Никитинский Я.Я. систематизировал эти принципы, дал им полную характеристику. Согласно классификации Никитинского выделяется 4 научных принципа хранения сельскохозяйственных продуктов: биоз, анабиоз, ценоанабиоз и абиоз.

Принцип биоза. Продукты сохраняются в живом состоянии, с присутствием им обменом веществ, без всякого подавления процессов жизнедеятельности. Этот принцип основан на иммунных (защитных) свойствах любого нормально функционирующего здорового организма (в том числе и растительного), обладающего иммунитетом — способностью противостоять воздействию патогенной микрофлоры и неблагоприятных условий внешней среды. Принцип биоза подразделяется на два вида: эубиоз и гемибиоз.

Эубиоз — сохранение продукции до использования непосредственно в живом виде. Так содержат предназначенный для убоя домашний скот и птицу и чтобы не допустить снижения привесов, необходимо соблюдать соответствующие условия содержания и кормления животных. Это наиболее рациональный принцип хранения. Расходы на содержание и кормление живот-

ных, на их доставку к местам потребления оправдываются высоким качеством продукции. Население городов имеет возможность получать свежие мясные продукты, более равномерно загружаются мясокомбинаты и холодильники. Но нарушение условий зубиоза (неполноценное кормление, плохое содержание животных) приводит к потере их массы и упитанности и понижению качества. В результате производители продукции получают меньше денежных доходов, а потребители — полноценных продуктов питания.

Гембиоз — частичный биоз, или полубиоз. Это хранение плодов и овощей сразу же после уборки в свежем виде в течение определенного периода времени в естественных условиях, но не в специальных хранилищах. При этом в плодах и овощах идут процессы обмена веществ, поскольку они живые организмы, но не так интенсивно, когда они еще находились на материнских растениях. Имунные свойства клубней, корнеплодов, луковиц, плодов и ягод на некоторый период обеспечивают их устойчивость к неблагоприятным внешним условиям и микробиологическим заболеваниям. Продолжительность сохранности этих продуктов зависит от их особенностей: химического состава, консистенции мякоти, толщины покровных тканей и защитных образований на них, интенсивности процессов обмена веществ. Овощи и плоды, обладающие высокой лежкостью, могут храниться при комнатной (повышенной) температуре довольно длительный период времени, а вот скоропортящиеся продукты сохраняют свою свежесть только несколько дней и даже часов. Для более длительного хранения растительных продуктов необходимо создавать специальные условия, используя при этом другие научные принципы. И все же гембиоз имеет большое экономическое и социальное значение, так как позволяет поставлять свежие плоды и овощи в торговую сеть, реализовать их по высоким ценам и обеспечивать потребителей диетическими, биологически ценными продуктами питания.

Принцип анабиоза. Это принцип «скрытой» жизни, приведение продукта в состояние, при котором резко замедляются или совсем не проявляются биологические процессы. В таких продуктах крайне слабо протекают процессы обмена веществ в клетках, приостановлена активная деятельность микроорганизмов, клещей и насекомых. Однако живое начало в продукте и живые организмы в нем не уничтожены. При возникновении благоприятных условий активизируются все процессы жизнедеятельности. Поэтому анабиоз и называют принципом скрытой жизни. Анабиоз может быть создан несколькими способами. В зависимости от этого он подразделяется на несколько видов: термоанабиоз, ксероанабиоз, осмоанабиоз, ацидоанабиоз, наркоанабиоз, аноксианабиоз.

Термоанабиоз — хранение продуктов при пониженных и низких температурах, которые замедляют процессы обмена веществ в тканях, снижают активность ферментов, приостанавливают развитие микроорганизмов. Чем ниже температура, тем эффективнее задерживаются микробиологические и биохимические процессы. Чаще всего применяют холодильники с искусственным охлаждением. Различают два вида анабиоза: психроанабиоз и криоанабиоз.

Психроанабиоз — хранение продукции в охлажденном состоянии, при пониженных температурах, близких к 0 °С. Для каждого вида продуктов есть свои температурные оптимумы, а сроки хранения определяются лежкостью и пределами долговечности продукта. Пищевые, технологические и семенные качества овощей и плодов сохраняется лучше всего именно в условиях психроанабиоза.

Криоанабиоз — хранение продуктов в замороженном состоянии при низких отрицательных температурах. При замораживании происходит полная кристаллизация воды и клеточного сока в тканях продуктов, и, в связи с этим, полностью останавливаются процессы жизнедеятельности, обеспечивается сохранность продуктов в течение длительного периода времени, сроки же хранения определяются экономической целесообразностью. Замораживание — основной способ хранения мяса и рыбы. Замораживают также наиболее ценные овощные культуры (цветная капуста и брокколи, спаржа), отборные плоды косточковых культур (персик, абрикосы) и ягоды (земляника, малина).

Ксероанабиоз — хранение продуктов в сухом, или обезвоженном состоянии. Частичное или полное обезвоживание продукта приводит практически к полному прекращению в нем биохимических процессов, лишает микроорганизмы возможности развиваться в этом продукте. Большинство пищевых продуктов сушат до содержания влаги 4...14 % (остается только связанная влага, а вся свободная вода удаляется), в результате чего снижается интенсивность всех биологических процессов. Процесс удаления воды из продуктов называется *сушкой*. Применяются различные способы сушки: воздушно-солнечная, тепловая, химическая и др. В режиме ксероанабиоза хранят зерно и семена, приготавливают сухофрукты.

Осмоанабиоз — хранение продуктов при повышении осмотического давления в их тканях. Это защищает продукты от воздействия на них микроорганизмов и тем самым исключает нежелательные микробиологические процессы (гниение, плесневение, брожение). При этом в клетках микробов нарушается состояние тургора, так как происходит осмос воды из них в окружающий субстрат, и наблюдается явление плазмолиза. Повышение осмотического давления в продукте достигается введением соли или сахара. На этом принципе основано солнение мяса, рыбы, части овощей (требуется 8...12 % соли от массы продукта), консервирование фруктов и ягод сахаром (варка варенья, приготовление джемов и повидла), концентрация которого должна быть не меньше 60 % от массы плодов.

Ацидоанабиоз — хранение продуктов при повышении кислотности среды. Это достигается введением в продукты пищевых кислот: уксусной (маринование), сорбиновой, бензойной, салициловой. Суть данного принципа в том, что микроорганизмы (главным образом, гнилостные бактерии) успешно развиваются в нейтральной и слабо щелочной средах, но угнетаются в кислой среде (при $pH < 5$). Поэтому при подкислении продуктов некоторыми органическими кислотами происходит частичная их консервация.

Наркоанабиоз — применение для консервирования анестезирующих,

наркотических веществ (хлороформ, эфир), которые останавливают действие микроорганизмов и вредителей, замедляют процессы обмена веществ. Разнообразием этого принципа является *алкоголеанабиоз* — применение для консервирования продуктов этилового спирта (например, приготовление крепленых и десертных вин).

Аноксианабиоз — хранение продуктов без доступа воздуха, создание бескислородной среды. Отсутствие кислорода исключает возможность развития аэробных микроорганизмов (прежде всего, плесневых грибов), насекомых и клещей. Дыхание клеток самого продукта резко замедляется и приобретает анаэробный характер. Таким образом, происходит консервация продуктов в герметических условиях.

Принцип ценоанабиоза. Основан на создании анабиотических условий с помощью определенных полезных групп микроорганизмов, для которых создаются благоприятные условия. Полезная микрофлора вырабатывает консервирующие вещества, которые препятствуют развитию нежелательной (патогенной) микрофлоры, вызывающей порчу продуктов. На этом принципе основано микробиологическое консервирование. Для усиления определенной направленности микробиологических процессов в продукт могут вводить чистую культуру полезных микробов. В практике используют два вида ценоанабиоза (ацидоценоанабиоз и алкогольценоанабиоз), основанных на применении двух групп микроорганизмов.

Ацидоценоанабиоз — повышение кислотности среды в результате развития *молочнокислых* бактерий, которые в анаэробных условиях вырабатывают молочную кислоту. При концентрации молочной кислоты более 0,5 % тормозится деятельность вредных микроорганизмов. На этом принципе основано приготовление и сохранение солено-квашеных овощей, моченых плодов, силосование кормов.

Алкогoleценоанабиоз — консервирование продукта спиртом, выделенного *дрожжами* в процессе спиртового брожения. Этот принцип используется в виноделии при приготовлении сухих столовых вин, содержащих 9...13 % спирта, путем сбраживания виноградных и плодовых соков.

Принцип абиоза. Предусматривает отсутствие живых начал в продуктах, хранение их в неживом состоянии. При этом либо весь продукт превращается в безжизненную и стерильную органическую массу, либо в нем (или на его поверхности) уничтожаются определенные группы микроорганизмов, вызывающих порчу. Абиоз имеет несколько видов.

Термоабиоз (термостерилизация) — обработка продуктов высокими температурами, нагрев их до 100 °С и выше. При этом практически все живые организмы погибают. Для разных видов продуктов необходимо различное температурное воздействие, то есть степень стерилизации. Наиболее распространенный способ термостерилизации – консервирование продуктов в герметически укупоренной таре. Правильно приготовленные консервы могут храниться несколько лет без изменения пищевых и вкусовых достоинств. Если желательно сохранить продукт в свежем виде сравнительно короткое время, его нагревают 10...30 минут до температуры 65...85 °С, то есть проводят

пастеризацию. Для надежного хранения мясных, рыбных и овощных консервов и безопасного их использования необходимы температуры стерилизации выше 100 °С, что осуществляется в автоклавах.

Химабиоз (химическая стерилизация) — консервирование продуктов химическими веществами, убивающими микроорганизмы (антисептиками) и насекомых (инсектицидами). Их применение ограничено, так как многие из химических соединений ядовиты для человека. Видами химабиоза являются *сульфитация* (обработка плодов, овощей, соков и вин сернистым ангидридом SO₂) и *копчение*, так как дым является хорошим антисептиком из-за содержания в нем формальдегида, смол и других бактерицидных веществ.

Механическая стерилизация — удаление микроорганизмов из продуктов *фильтрованием*, пропуском плодово-ягодных соков через специальные обеспложивающие фильтры с очень мелкими порами (0,001 мм), задерживающими микроорганизмы, или *центрифугированием*, применяемом на микробиологических заводах и в лабораторных исследованиях.

Лучевая (фото) стерилизация — уничтожение микроорганизмов и насекомых ультрафиолетовыми, инфракрасными, рентгеновскими лучами, β и γ-излучением в определенных дозах (радиация). Однако этот способ не получил широкого распространения в пищевой промышленности из-за технической сложности и возможного опасного влияния на здоровье человека. Он требует дальнейшей доработки, совершенствования техники его применения (установок для лучевой стерилизации).

1.2 Характеристика состава и свойств зерновой массы

1.2.1 Общие сведения

Термином «зерновая масса» принято называть любое зерно или семена, а «партией зерна» — зерновую массу, однородную по внешним признакам и показателям качества.

Основным компонентом любой зерновой массы являются зерна (или семена) определенного ботанического рода, название которого и определяет название партии зерна или семян; например, пшеница, кукуруза, ячмень, семена подсолнечника и т.п.

Практика свидетельствует, что даже этот основной компонент зерновой массы всегда бывает неоднородным и представляет собой смесь зерен, различающихся по таким признакам, как геометрические размеры, степень зрелости, выполненность, масса 1000 зерен, плотность, влажность, химический состав и т.д.

В составе зерновой смеси могут присутствовать также зерна (и семена): других культур, сходных по характеру использования и ценности с зерном основной культуры; травмированные (молотильными барабанами, ковшами норий, рабочими органами других машин — шнеков, цепных конвейеров, сепараторов и т.д.), поврежденные полевыми и (или) зерновыми вредителями, проросшие, морозобойные.

Наряду со смесью зерен основной культуры, в составе зерновой массы всегда присутствует некоторое количество других компонентов в виде при-

месей минерального и органического происхождения (в том числе семена сорных и других культурных растений, не относимых к основному зерну). Количественная и качественная характеристика этих компонентов определяется уровнем агротехники и способом уборки урожая. Их присутствие в еще большей мере повышает неоднородность зерновой массы, снижает ее стойкость при хранении.

Последнему существенно способствуют обитающие в зерновой массе микроорганизмы, а иногда насекомые и клещи.

Вследствие неплотного прилегания друг к другу перечисленных компонентов зерновой массы, в ней всегда присутствуют воздушные промежутки, называемые скважинами.

Таким образом, зерновую массу можно классифицировать как смесь следующих компонентов: смеси неоднородных зерен (или семян) основной культуры и зерен (семян) других культур, сходных по характеру использования и ценности с зерном основной культуры; примесей органического и минерального происхождения; микроорганизмов; насекомых и клещей (могут встречаться в отдельных партиях); воздуха межзерновых пространств (может существенно отличаться от воздуха окружающей среды по температуре, относительной влажности, давлению).

Зерно (и зерновые массы), как объекты хранения, принято характеризовать физическими, теплофизическими, массообменными и присущими живым организмам физиологическими свойствами.

1.2.2 Факторы, определяющие состав и свойства зерна, поступающего в систему хранения

К числу факторов, определяющих состав и свойства зерновых масс, относят следующие: сортовые и посевные особенности зерна; условия развития растения и формирования зерна; условия уборки урожая; условия временного хранения (до послеуборочной обработки) зерновых масс.

Сортовые и посевные особенности зерна. Большое разнообразие партий зерна, поступающих на предприятия, занятые в сфере его послеуборочной обработки и хранения, предопределяется ботаническими признаками (роды, виды, разновидности, сорта) и показателями их качества.

Установлено, что даже в пределах одной культуры (одного рода) семена различных сортов, при прочих равных условиях, могут обладать различными физиологическими свойствами (иметь различную интенсивность дыхания).

Сортовые особенности проявляются также в различии физических свойств и основных показателей качества зерновых масс.

Это вызывает необходимость отдельной послеуборочной обработки (с использованием различных режимов) и последующего отдельного хранения зерновых масс с учетом их сортовых особенностей.

Условия развития растения и формирования зерна. Последствием условий развития растений и формирования зерна (иначе, результатом различия климатических и почвенных условий, неодновременного образования семян в соцветиях и, естественно, неравномерности их созревания) является

неоднородность (невыравненность) зерновой смеси по степени зрелости, влажности и таким важным признакам, как химический состав, выполненность, крупность, другие показатели качества.

Большое значение имеют и погодные условия. К примеру, при засухе в период молочно-восковой спелости, зерно остается невыполненным (щуплым), а при засухе в период восковой спелости — выполненным, но мелким. Ранние заморозки прекращают процесс формирования зерна. Такое зерно (морозобойное) характеризуется низкими технологическими свойствами и меньшей стойкостью в хранении. Влияние погодных условий сказывается также на видовом (и количественном) составе микрофлоры, населяющей растение, на подверженности зерна, в период его формирования, вредному воздействию бактериозов и микозов, на снижении его урожайности и качества.

При отсутствии эффективных мероприятий по борьбе с полевыми вредителями, последние могут повреждать зерно на корню; например, укусы клопа-черепашки снижают урожайность (особенно, при повреждении на ранних стадиях созревания; внешние признаки - точка или вмятина в месте укуса, щуплость) и хлебопекарные достоинства зерна пшеницы.

Несвоевременное проведение или неэффективность специальных агротехнических мероприятий, а также использование семян низкой сортовой чистоты могут привести к повышенной засоренности отдельных партий зерна и, как следствие, к необходимости проведения специфической обработки (особенно при наличии в них вредной - недопустимой примеси). Кроме того, это зерно следует размещать отдельно от других партий.

Условия уборки урожая и временного хранения (до послеуборочной обработки) зерновых масс. Под условиями уборки принято понимать погодные условия, сроки и способы ее проведения. Погодные условия в период уборки оказывают решающее влияние на состояние зерна по влажности и, как следствие, на характер протекающих в зерне процессов.

Для снижения потерь выращенного урожая от осыпания, зерновые культуры следует убрать в сжатые сроки — в течение семи дней (действующий норматив 7...12 дней); каждый последующий день после седьмого увеличивает размер потерь в геометрической прогрессии.

Зерновые культуры убирают однофазным и раздельным способами. При однофазном способе (прямое комбайнирование) скашивание растений и вымолот зерна осуществляется в один прием, а при раздельном — растения вначале скашивают, а затем после дозревания и подсыхания в валках подбирают комбайнами и обмолачивают. Выбор способа уборки зависит от степени зрелости зерна, погодных и других (в том числе, организационных) условий.

В условиях планового хозяйствования и существования государственной системы закупок, значительная часть свежемолоченного зерна поступала сразу на хлебоприемные предприятия, и лишь некоторая ее часть — на тока колхозов и совхозов для обработки, в первую очередь для очистки от примесей. В условиях хозяйственной самостоятельности и рыночных отношений большая часть свежемолоченного зерна поступает на тока для обработки и последующего временного или длительного (в течение нескольких

месяцев) хранения до реализации на внутренние нужды или в форме товара.

Временное пребывание зерновых масс на токах до обработки может привести к таким нежелательным явлениям, как: увлажнение (вследствие неблагоприятных погодных условий), активизация жизнедеятельности микроорганизмов и дыхания, самосогревание; заражение насекомыми и клещами. Аналогичные явления могут возникать и при перевозках.

Рассмотрев факторы, влияющие на состав и свойства зерновой массы, можно сделать вывод о том, что на предприятия могут поступать партии зерна различного качества и состояния. Первоочередная задача соответствующих специалистов предприятий — точно определить качество и состояние каждой партии зерна, подобрать наиболее эффективные способы их обработки, установить оптимальный режим хранения.

Организация правильного хранения зерна и продуктов его переработки, с учетом необходимости их обработки (специальными методами и приемами воздействия), невозможна без знания их физических, теплофизических и массообменных свойств.

1.3 Физические свойства зерна и продуктов его переработки

К физическим свойствам зерна и продуктов его переработки относят: плотность, натуру, сыпучесть, самосортирование, скважистость, аэродинамическое (газовое) сопротивление, парусность.

Плотность любых материалов принято характеризовать массой, отнесенной к единице их объема. *Плотность* зерна и продуктов его переработки в зависимости от условий решаемой задачи определяют либо в расчете на массу сухого вещества ρ [кг_{с.в.} / м³ (как вариант, г_{с.в.} / см³)], либо на общую массу ρ [кг / м³ (или г / см³)].

При расчетах потребной вместимости хранилищ используют величину *насыпной плотности*, определяемой как отношение массы к единице объема, занимаемого слоем зерна или продуктов его переработки (т.е. с учетом объема заполненных воздухом скважин) ρ_H (кг / м³).

Из этих понятий следует, что плотность характеризует отдельные (единичные) зерна или частицы продуктов его переработки, а насыпная плотность — зерновую массу или массу продуктов его переработки.

Насыпная плотность зависит от формы, размеров, шероховатости поверхности отдельных зерен (частиц), влажности, наличия в зерне примесей.

Для оценки технологических достоинств зерна используют величину *натуры* γ , определяемую на специальном приборе — пурке с падающим грузом (однолитровой или двадцатилитровой). В первом случае натуру определяют как массу 1 л зерна в граммах и выражают в г / л. Во втором случае (при экспортных операциях), натуру определяют как массу одного гектолитра зерна и выражают в кг / гл. Натура, как и насыпная плотность, характеризует зерновую массу.

Понятием *скважистость* s (%) характеризуют отношение объема пространства, занятого промежутками между твердыми частицами сыпучего ма-

териала (зерновой массы или продуктов его переработки), к общему (насыпному) объему, занимаемому этим сыпучим материалом (с учетом объема, приходящегося на скважины).

Скважистость сыпучих материалов (%) определяют из отношения:

$$s = [(V_H - V) / V_H] 100,$$

где V_H, V — соответственно насыпной и истинный объем сыпучего материала, м^3 (или см^3).

Скважистость зерна (%), с учетом его плотности, в расчете на общую массу, ρ ($\text{г}/\text{см}^3$) и природы γ ($\text{г}/\text{л}$), можно определить из выражения:

$$s = [1 - \gamma / (1000 \rho)] 100.$$

Часть объема зерновой массы, занятую зернами и примесями, принято называть плотностью укладки t (%) зерновой массы; ее определяют из выражений:

$$t = (V / V_H) 100, \text{ или } t = 100 - s.$$

Значение скважистости при хранении (а также при обработке) зерновых масс и продуктов их переработки очень велико. К примеру, при использовании приема активного вентилирования зерновой насыпи, перемещающийся по скважинам (иначе — порам) воздух может отбирать от зерна избыточную теплоту и перемещать ее с парами воды, испаряемой с поверхности зерна, из одного места насыпи в другое, либо выводить их наружу. Благодаря наличию скважин (фактически — пор) зерновая насыпь имеет пористую структуру и проницаема для газов и паров веществ, используемых для обеззараживания ее от вредителей. Наличие воздуха в скважинах является условием сохранения семенами жизнеспособности. С другой стороны, увеличение числа и размеров скважин уменьшает массу зерна, размещаемого в единице объема хранилища.

Скважистость зерновой массы зависит от формы, размеров, влажности и состояния поверхности зерен. Наличие крупных примесей увеличивает скважистость, мелкие примеси — наоборот, уменьшают скважистость. По аналогии, скважистость зерновой массы меньше, если в ее состав входят крупные и мелкие зерна. Скважистость возрастает с ростом влажности зерновой массы. Гладкие частицы имеют меньшую скважистость в сравнении с шероховатыми той же формы и размеров. В пределах одних и тех же культур наблюдается (табл. 1.3) снижение скважистости при росте насыпной плотности.

Скважистость продуктов переработки зерна в значительной мере зависит от формы и размеров частиц; для муки и крупы она весьма существенна и составляет порядка 40...60 %. При этом размер скважин муки соизмерим с размерами ее частиц, поэтому мука имеет мелкопористую структуру. В результате, для муки характерны низкая газопроницаемость и затрудненный газообмен, ограниченная возможность проникания в ее внутренние слои (например, в мешке или в силосе) насекомых и клещей (исключение составляют личинки некоторых жуков и бабочек, обладающие упругим мускулистым телом). Необходимо учитывать, что скважистость муки в значительной мере

зависит и от способа заполнения ей мешка, силоса или другой емкости. К примеру, для снижения скважистости и повышения, тем самым, плотности укладки муки в мешках, их при выбое встряхивают.

Таблица 1.3 — Пределы изменения насыпной плотности и скважистости слоя семян некоторых зерновых культур

Культура	Насыпная плотность, кг / м ³	Скважистость, %
Овес	300...550	70...50
Гречиха	460...550	60...50
Рис	470...550	65...50
Ячмень	480...680	55...45
Рожь	670...750	45...35
Кукуруза	600...850	55...35
Пшеница	730...850	45...35

Структура (размер) скважин крупы, в зависимости от размеров частиц, может быть аналогична структуре скважин либо зерновой массы (например, для ядрицы), либо муки (например, для манной крупы).

Скважистость различных видов рассыпных и гранулированных комбикормов влажностью 10 % составляет порядка 51...59 %. При увеличении влажности до 15 % скважистость комбикормов повышается: рассыпных — на 2,8 %, гранулированных — на 4,2 %. Скважистость гранулированных комбикормов при наличии крошки снижается. Скважистость незатаренных сыпучих продуктов может уменьшаться при хранении в насыпи (например, в силосах) в результате уплотнения, как следствие давления вышележащих слоев. При этом следует учитывать, что давление на нижерасположенные слои тем выше (до определенного предела), чем больше площадь поперечного сечения силоса. Аналогичное явление снижения скважистости в результате уплотнения может наблюдаться при хранении муки в мешках, особенно лежащих в нижних рядах штабеля. Продолжительное хранение и повышенная влажность могут привести к слеживанию муки.

Наличие информации об объеме (в м³) хранимой в насыпи продукции и ее скважистости позволяет определить объем воздуха, находящегося в скважинах насыпи продукта.

Зерно и продукты его переработки относятся к сыпучим телам и, как все сыпучие материалы, обладают свойствами, которые позволяют, при относительно небольших затратах, механизировать процессы его перемещения и хранения. В идеале сыпучие материалы представляют собой совокупность мелких твердых однородных частиц, лишенных сцепления между собой, но обладающих трением. Сыпучее тело может сохранять равновесие до тех пор, пока не будут преодолены силы внутреннего трения между частицами.

В связи с этим, под *сыпучестью* смеси частиц твердых тел (в том числе зерна и продуктов его переработки) принято понимать способность отдельных частиц менять взаиморасположение относительно друг друга при движении всей смеси. Для характеристики сыпучих свойств материалов используют такие показатели, как угол естественного откоса, коэффициенты трения.

Угол естественного откоса, — это угол между основанием и образующей свободной поверхности конуса, образующегося при свободном вертикальном падении сыпучей массы на горизонтальную поверхность. Чем выше сыпучесть продукта, тем меньше величина угла естественного откоса. Последний зависит от размеров, формы и состояния поверхности отдельных частиц, а также от засоренности и влажности зерновой смеси (табл. 1.4).

Сыпучесть имеет тенденцию к росту при гладкой поверхности и шарообразной форме частиц (например, семена рапса, проса, гороха). Частицы с шероховатой поверхностью, а также тонкие, продолговатые имеют меньшую сыпучесть. Сыпучесть снижается и при неоднородности по размеру частиц; к примеру, при наличии в зерновой массе легких, мелких, или шероховатых примесей. Продолжительное хранение также может снизить сыпучесть продуктов вследствие уплотнения, а такие явления, как самосогревание и слеживание, могут привести к полной потере сыпучести зерна и продуктов его переработки.

Таблица 1.4 — Сыпучесть зерновых масс некоторых культур

Показатели	Пшеница		Рожь		Кукуруза		Ячмень		Подсол- нечник	
	15	22	11	18	15	25	11	18	7	25
Влажность, %	15	22	11	18	15	25	11	18	7	25
Угол естественного откоса, град	30	38	23	34	30	40	28	32	31	45

Для муки характерна меньшая сыпучесть в сравнении с зерном, из которого она выработана. Сыпучесть муки снижается с ростом ее влажности; при влажности 16 % и выше мука практически теряет сыпучесть.

Сыпучесть крупы может быть больше или меньше сыпучести зерна, из которого она выработана. Так, рисовая крупа имеет большую сыпучесть, чем зерно риса, а пшено, — меньшую, чем зерно проса.

Рассыпные комбикорма имеют меньшую сыпучесть в сравнении с гранулированными, а последние — близкую к средней сыпучести зерна пшеницы и кукурузы. Рассыпные комбикорма, при повышении их влажности и увеличении периода хранения, имеют тенденцию к снижению сыпучести. Сыпучесть гранулированных комбикормов снижается с увеличением их диаметра и длины гранул.

Коэффициент внутреннего трения, характеризующий подвижность сыпучих продуктов, при отсутствии давления вышележащих слоев, принимают равным тангенсу угла естественного откоса. При наличии давления вышележащих слоев, численное значение коэффициента внутреннего трения уменьшается. Этот коэффициент учитывают при расчете горизонтального давления сыпучего материала на стену загруженной емкости (склада или силоса).

Коэффициент внешнего трения численно равен тангенсу угла внешнего трения, то есть угла, при котором начинается скольжение сыпучего продукта по какой-либо поверхности. Этот коэффициент учитывают при выборе углов наклона самотеков и поверхностей рабочих органов машин, в которых

имеет место перемещение сыпучих материалов (сверху вниз) под действием гравитационных сил.

Термином *самосортирование* характеризуют явление расслоения входящих в смесь сыпучих частиц компонентов, различающихся плотностью и парусностью, по отдельным участкам. Это явление имеет место, например, при свободном падении зерна из отверстия самотека на какую-либо поверхность (зерновую насыпь), при перевозке зерна в кузове автомобиля (в результате встряхивания его на неровных участках дороги), при перемещении конвейерами.

Негативным последствием самосортирования является нарушение однородности закладываемых на хранение зерновых масс: однородность смеси предполагает, что все ее компоненты должны быть равномерно распределены во всем ее объеме. Особенно наглядно это проявляется при загрузке зерна в силос и, особенно (как последствие явления самосортирования), при последующем выпуске его из силоса.

Так, при загрузке в силос, струя зерновой смеси, по мере увеличения скорости падения, встречает все более возрастающее сопротивление воздушной среды, оказывающее тормозящее действие на все составные компоненты падающей смеси. Смесь начинает расслаиваться, причем наиболее крупные и полновесные зерна и семена, а также минеральные примеси очень мало отклоняются от отвесной траектории и падают на вершину конуса образуемой насыпи. Более легковесные зерна (невыполненные, шуплые) и примеси отклоняются в стороны от траектории и тем больше, чем больше их парусность, и падают на середину поверхности зернового конуса и далее, — на периферийные (пристенные) участки горизонтального сечения силоса. В результате, в центральных слоях силоса концентрируются зёрна высокого качества (крупные, полновесные, менее засоренные), а в периферийных, — низкокачественные зёрна и различного рода легковесные примеси, в наибольшей мере заселенные микроорганизмами и характеризующиеся высокой потенциальной биологической активностью и, как следствие, более подверженные самосогреванию и слеживанию. При выпуске из силоса вначале выходят центральные (по вертикальному сечению) столбы более качественного зерна, а затем, — периферийные, с низкокачественным и засоренным зерном.

Способность зерновой массы к самосортированию следует учитывать при отборе проб (для проведения анализа качества), при конструировании загрузочных и выпускных устройств силосов и бункеров, а также при организации наблюдения за состоянием хранящегося зерна (особенно в пристенных участках).

Самосортирование отдельных компонентов рассыпных комбикормов может не только ухудшить их качество, но и в некоторых случаях привести к заболеванию и даже отравлению животных. Основным способом предупреждения самосортирования отдельных компонентов комбикормов является гранулирование.

В условиях временного и длительного хранения, зерновые массы и продукты его переработки могут подвергаться обработке, связанной с необ-

ходимостью продувания через них воздуха (или газа; например инертного). Оказываемое при этом слоем зерна (или продуктами его переработки) *аэродинамическое сопротивление* зависит от толщины слоя ℓ (мм), плотности укладки продукта и скорости воздушного потока v (м/с).

Для слоя зерна аэродинамическое сопротивление H (Па), с достаточной для практических расчетов точностью, можно определить из выражения:

$$H = 9,81 A \ell v^n,$$

где A и n — коэффициенты, зависящие от рода зерновой культуры (табл. 1.5).

Используя данные таблицы 1.5 можно рассчитать сопротивление слоя зерна толщиной ℓ из соотношения: $H = H_{10} \cdot (\ell/10)$.

Таблица 1.5 — Падение давления (Па) при продувании зернового слоя толщиной 10 мм воздухом при температуре 20 °С

Культура	Коэффициент		Падение давления H_{10} при различной скорости воздушного потока, м / с					
	A	n	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
Пшеница	1,41	1,43	5,1	13,8	24,8	37,4	51,3	138,3
Рожь, гречиха	1,76	1,41	6,7	17,8	31,6	47,5	65,0	172,6
Овес	1,64	1,42	6,1	16,3	29,1	43,9	60,2	161,0
Ячмень	1,44	1,43	5,2	14,1	25,3	38,2	52,5	141,0
Кукуруза	0,67	1,55	1,9	5,4	10,2	15,9	22,4	65,7
Просо	2,34	1,38	9,5	24,9	43,7	65,0	87,0	230,0

В процессе хранения с целью борьбы с зерновыми вредителями, например, путем термической обработки (в специальных устройствах для быстрого и равномерного нагрева зерна в кипящем, падающем или взвешенном слое) или пневмосепарирования в рабочих органах зерноочистительных машин. Для правильной организации этих процессов (во избежание уноса воздушным потоком полноценного зерна вместе с отходами), необходимо знать особенности аэродинамических свойств отдельных компонентов зерновых смесей.

Эти свойства зависят от формы и размера частиц, их массы, состояния поверхности и положения частицы по отношению к оси воздушного потока, а также от состояния воздушной среды.

Свойство частицы оказывать сопротивление воздушному потоку называют *парусностью*. Для количественной характеристики парусности используют показатель «скорость витания», под которой подразумевается скорость восходящего воздушного потока, при которой тело (частица) удерживается в воздушном потоке во взвешенном состоянии (т.е. не падает и не улетает).

Изменение плотности воздуха (вследствие изменения его температуры) ведет к изменению скорости витания зерна и других компонентов, входящих в состав зерновой массы. Скорость витания возрастает с повышением температуры воздуха, поэтому для практических расчетов используют значения скорости витания, полученные при температуре воздуха 20 °С.

Сравнительная характеристика по скорости витания основных зерно-

вых культур и примесей (семян сорных трав) приведена в табл. 1.6.

Таблица 1.6 — Пределы изменения скорости витания зерна и примесей

Культура и примеси	Скорость витания, м/с															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Пшеница:																
нормальная																
битая поперек																
битая вдоль																
щуплая																
Рожь																
Ячмень																
Овес																
Гречиха																
Просо																
Горох																
Подсолнечник																
Кукуруза																
Куколь																
Овсяг																
Вьюнок																
Гречишка																
Пырей																
Василек																
Спорынья																
Редька дикая																
Горчак																
Коношля																
Легкие сорняки																
Мякина																
Курай																

1.4 Теплофизические свойства

К теплофизическим свойствам зерна и продуктов его переработки относятся теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность.

Теплоемкость. Количественным выражением *теплоемкости* служит показатель «удельная теплоемкость»*, характеризующийся количеством теплоты, необходимой для нагревания единицы массы материала на 1 °С (или на 1 К).

Приближенно удельную теплоемкость зерна c [кДж / (кг·К)] принято рассчитывать по формуле смешения:

$$c = c_{с.в} [(100 - w) / 100] + c_B (w / 100),$$

где $c_{с.в}$ и c_B — удельные теплоемкости, соответственно, абсолютно сухого вещества зерна и воды [$c_{с.в} = 1,55$ кДж / (кг·К)];

$c_B = 4,19 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$];

W — влажность зерна, %.

* В последние годы в специальной теплотехнической литературе вместо термина «удельная теплоемкость» иногда используют термин «теплоемкость» и обозначают его размерность в $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$.

При необходимости точных расчетов следует учитывать род зерновой культуры, а также то, что теплоемкость зерна зависит не только от его влажности, но и от температуры, влияние которых, на примере зерна пшеницы (по данным А.П. Макарова, в обработке Г.А. Егорова), представлено на рис. 1.1.

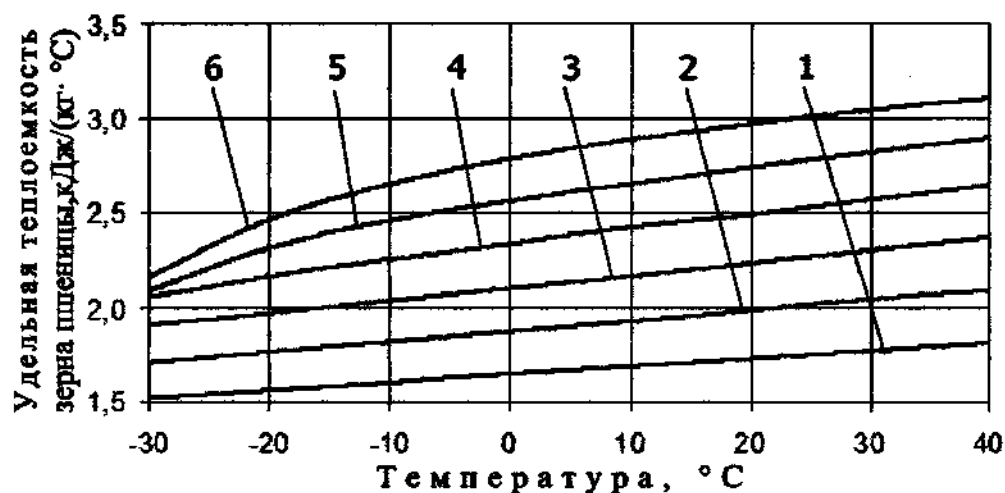


Рисунок 1.1 — Влияние температуры на теплоемкость зерна пшеницы различного влажосодержания (%):
1 — 10; 2 — 16; 3 — 22; 4 — 28; 5 — 34; 6 — 40

В диапазоне положительных температур это влияние можно охарактеризовать линейной зависимостью, представленной на рис. 1.2 для зерна (и ядра) ряда крупяных культур при одинаковом влажосодержании (по данным В.Н. Старовойтовой, в обработке Г.Н. Дягтяренко).

Теплопроводность. Понятием *теплопроводность* характеризуют свойство тел переносить теплоту от участков с более высокой температурой к участкам с низкой температурой. Теплопроводность зерновой массы возрастает с увеличением ее влажности и снижается с увеличением ее скважности. Последнее является следствием того, что теплопроводность отдельно взятого зерна выше теплопроводности зернового слоя, скважины которого заполнены воздухом. Количественным выражением теплопроводности служит *коэффициент теплопроводности* λ [$\text{Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$], который показывает, какое количество теплоты передается в единицу времени через единицу поверхности при снижении температуры на 1°C на единицу длины. Существенное влияние на теплопроводность зерна оказывают его влажность и температура (рис. 1.3), а также специфические особенности, связанные с особенностями строения, химическим составом зерна и характерными формами связи влаги. В диапазоне положительных температур это влияние можно

охарактеризовать представленными на рис. 1.4 линейными зависимостями, характерными для зерна (и ядра) ряда крупяных культур при одинаковом влагосодержании (по Г.А. Егорову).

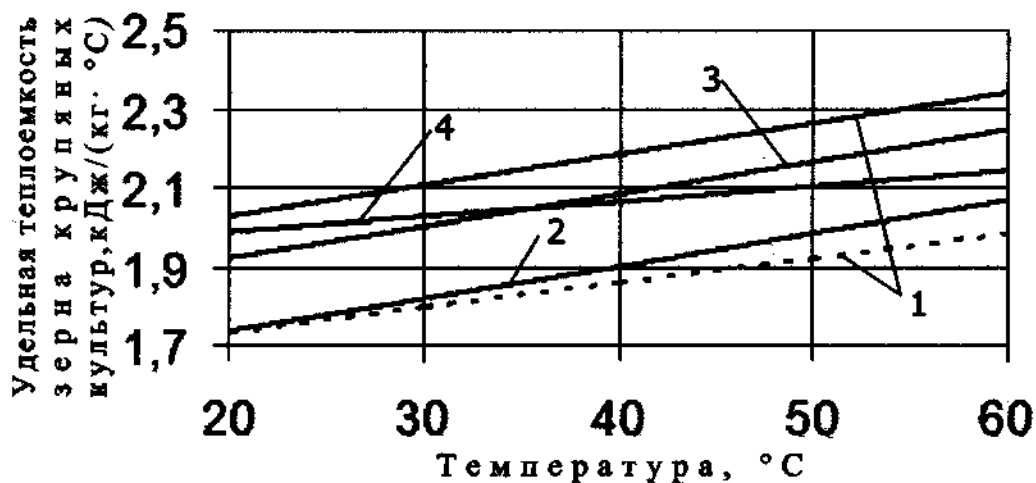


Рисунок 1.2 — Влияние температуры на теплоемкость зерна крупяных культур (при влагосодержании 20 %):
1 — рис (— — зерно; - - - — ядро); 2 — овес; 3 — гречиха; 4 — просо

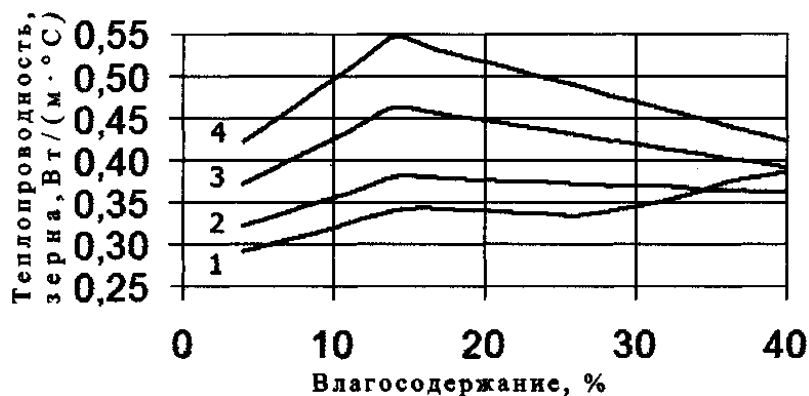


Рисунок 1.3 — Зависимость теплопроводности единичного зерна пшеницы от влагосодержания при температуре (°C):
1 — минус 20; 2 — 0; 3 — 20; 4 — 40

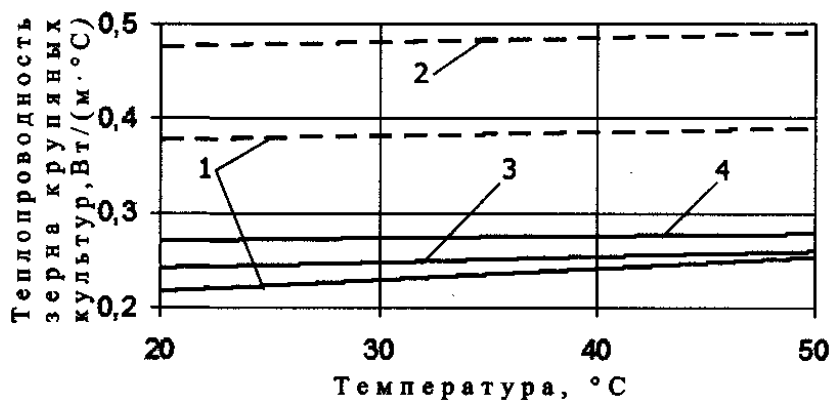


Рисунок 1.4 — Теплопроводность зерна (и ядра) крупяных культур при влагосодержании 20 %:
1 — овес (— — зерно; - - - — ядро); 2 — рис (ядро); 3 — просо; 4 — гречиха

Теплопроводность зернового слоя, вследствие наличия заполненных

воздухом скважин, в 3...4 раза ниже, чем единичного зерна.

Для сравнения, коэффициенты теплопроводности воздуха и воды при 20 °С составляют, соответственно, 0,0252 и 0,590 Вт / (м·°С), т.е. коэффициент теплопроводности воды больше коэффициента теплопроводности воздуха примерно в 23 раза, а коэффициент теплопроводности единичного зерна пшеницы влажностью 20 % (соответствует влажности 16,7 %) примерно в 1,3 раза меньше коэффициента теплопроводности воды и примерно в 18 раз выше коэффициента теплопроводности воздуха.

Мука, крупа и комбикорма, как и зерно, имеют низкую теплопроводность. В связи с этим муку, с характерной для нее низкой газопроницаемостью, рекомендуется закладывать на хранение в охлажденном состоянии.

Температуропроводность. Понятием *температуропроводность* характеризуют теплоинерционные свойства материалов. Количественным выражением температуропроводности служит *коэффициент температуропроводности* α (м²/с), характеризующий скорость распространения температурных изменений в процессе нагревания или охлаждения различных материалов. Определяется из отношения:

$$\alpha = \lambda / (c\rho_n),$$

где λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С);

c — удельная теплоемкость, кДж/(кг·°С);

ρ_n — насыпная плотность материала, кг/м³.

Чем больше произведение ($c\rho_n$), тем медленнее будет нагреваться или охлаждаться материал (например, зерновой слой или единичные зерна).

Зерновая масса — хороший теплоизолятор, в котором температурные изменения происходят с низкой интенсивностью. Характер изменения и численные значения коэффициента температуропроводности единичного зерна и слоя зерна пшеницы при различных значениях влагосодержания (влажности) и температуры (по данным Г.А. Егорова) показаны на рис. 1.5 и 1.6.

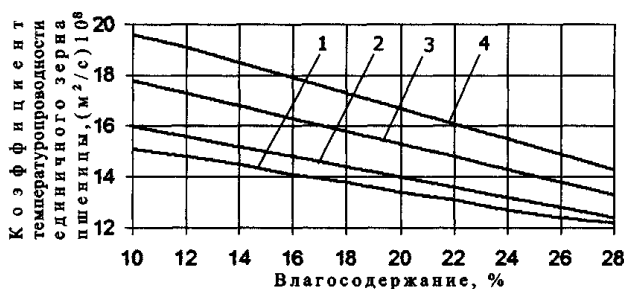


Рисунок 1.5 — Коэффициент температуропроводности единичного зерна пшеницы различного влагосодержания при температуре (°С):

1 — минус 15; 2 — 0; 3 — 20; 4 — 40

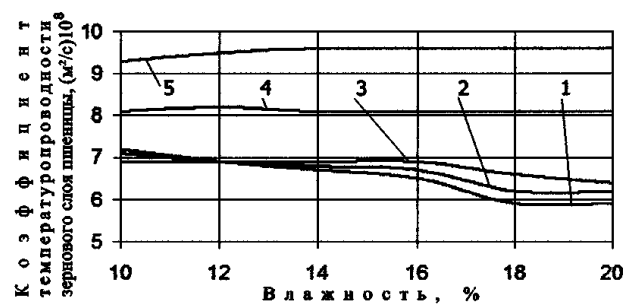


Рисунок 1.6 — Коэффициент температуропроводности зернового слоя пшеницы различной влажности при температуре (°С):

1 — минус 20; 2 — минус 10; 3 — 0; 4 — 10; 5 — 20

Для сравнения, коэффициенты температуропроводности воздуха и воды при 20 °С составляют, соответственно, $2 \cdot 10^{-5}$ и $1,4 \cdot 10^{-7}$ м²/с, т.е. коэффи-

коэффициент температуропроводности воды меньше коэффициента температуропроводности воздуха примерно в 143 раза, а коэффициент температуропроводности слоя зерна пшеницы влажностью 14...20 % примерно в 1,5 раза меньше коэффициента температуропроводности воды.

Температуропроводность муки и отрубей ниже температуропроводности зерновой массы, из которой они выработаны.

Температуропроводность рассыпных и гранулированных комбикормов по количественной характеристике и характеру изменения близка к температуропроводности зернового слоя.

Значение отдельных теплофизических свойств. Низкая тепло-и температуропроводность зерна и продуктов его переработки, с точки зрения сохранности, имеет две стороны: положительную и отрицательную.

Положительным является то, что заложенные на хранение в охлажденном состоянии зерно и продукты его переработки могут, при правильно организованных режимах, длительное время сохранять низкую температуру, даже в летнее время.

Хранение при пониженных температурах приводит к замедлению и даже приостановке всех характерных физиологических процессов (дыхание; жизнедеятельность микроорганизмов, насекомых и клещей).

Отрицательным является то, что заложенные на хранение в неохлажденном состоянии зерно и продукты его переработки могут длительное время сохранять положительную температуру (даже в зимнее время), если их не охладить с наступлением холодов. Более того, выделяемая в результате физиологических процессов теплота может задерживаться в хранящихся зерне и продуктах его переработки и приводить к повышению температуры, вплоть до самосогревания.

1.5 Массообменные свойства

Гигроскопичность и равновесная влажность материалов. Вода является обязательным компонентом зерна. Полностью обезвоженное зерно теряет функции живого организма. При хранении зерно активно обменивается влагой с окружающей средой. В связи с этим под *гигроскопичностью* понимают способность материалов (зерна и продуктов его переработки) поглощать и отдавать влагу.

Явление поглощения материалом водяных паров (или каких-либо газов) называют *сорбцией*, а испарение влаги из материалов и переход ее в окружающую среду (воздух) — *десорбцией*. Десорбция протекает только в том случае, если парциальное давление водяных паров на поверхности материала больше парциального давления водяных паров в окружающей среде. В противном случае материал увлажняется вследствие сорбции.

В состоянии равновесия с влажным воздухом температура материала равна температуре воздуха, а парциальное давление водяных паров на поверхности материала равно парциальному давлению водяных паров в воздухе. В этот момент влажность материала имеет определенное значение, называемое *равновесной влажностью* (иногда — равновесным влагосодержани-

ем).

Максимальное значение равновесной влажности материала, соответствующее относительной влажности воздуха $\varphi = 100\%$, принято называть *гигроскопической влажностью*.

Необходимо отметить, что гигроскопическая влажность всегда меньше максимальной влагоемкости, которая достигается при непосредственном контакте материала с жидкостью (в результате намокания или смачивания).

При исследовании гигроскопических свойств материалов используют тензиметрический (статический) метод. Для этого стаканчик с образцом материала определенной массы и влажности помещают в эксикатор с раствором серной кислоты известной концентрации (*каждой определенной концентрации серной кислоты соответствует определенная относительная влажность воздуха*) или с насыщенным раствором некоторых солей. Стаканчик с образцом материала периодически взвешивают, пока его масса не станет постоянной. Последнее свидетельствует о достижении состояния равновесия, которому соответствует определенная равновесная влажность материала $w_{\text{равн}}$ (%).

Повторяя опыты при различных значениях относительной влажности воздуха φ (%), т.е. при различных концентрациях серной кислоты, можно в результате получить зависимость вида: $w_{\text{равн}} = f(\varphi)$.

График зависимости $w_{\text{равн}} = f(\varphi)$, полученной при постоянных значениях температуры материала и окружающего воздуха, и построенной в координатах $\varphi - w_{\text{равн}}$, называют *изотермой*. Изотерму, полученную в результате увлажнения материала, называют *изотермой сорбции*, а в результате испарения влаги, — *изотермой десорбции*.

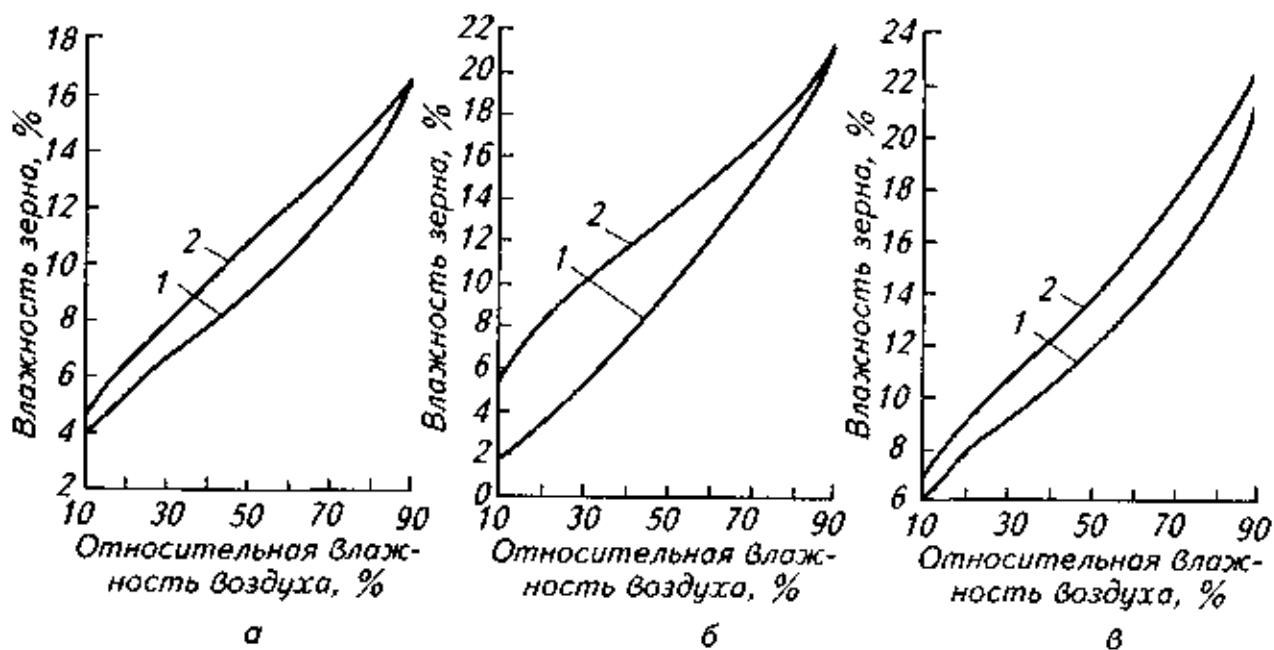


Рисунок 1.7 — Изотермы сорбции (1) и десорбции (2):

а — зерна риса (необрушенного); б — зерна пшеницы; в — пшеничной муки

Приведенные на рис. 1.7 зависимости $w_{\text{равн}} = f(\varphi)$ для зерна риса, пше-

ницы и пшеничной муки свидетельствуют, что изотермы сорбции и десорбции не совпадают; наблюдается явление сорбционного гистерезиса. Указанное явление свидетельствует о том, что если материал после сушки снова увлажнять, то для получения той же равновесной влажности нужна более высокая относительная влажность воздуха; т.е. при одинаковой равновесной влажности материала $\Phi_{\text{сорбции}} > \Phi_{\text{десорбции}}$.

Исследователи отмечают две возможные причины сорбционного гистерезиса. Согласно первой, длительность взаимодействия влажного коллоидного материала с воздухом до достижения состояния фактического равновесия чрезвычайно велика (может длиться несколько месяцев). Следовательно, зафиксированная в опытах равновесная влажность сорбции меньше истинной, а равновесная влажность десорбции больше истинной. Согласно второй, явление сорбционного гистерезиса капиллярно-пористых тел является следствием наличия в них воздуха, попадающего в капилляры тела при удалении капиллярной влаги в процессе сушки и адсорбируемого на стенках капилляров. При последующем увлажнении происходит неполное смачивание и, чтобы преодолеть сопротивление воздуха, необходимо увеличить парциальное давление пара (путем увеличения ϕ).

На практике во избежание увлажнения хранящегося зерна и продуктов его переработки, необходимо иметь данные об их сорбционной равновесной влажности. Последняя (рис. 1.8) в значительной мере определяется температурой окружающей среды: чем выше температура, тем меньше значение равновесной влажности, и наоборот. Данная закономерность справедлива для всех зерновых культур. Следовательно, при понижении (например, в результате суточных колебаний) температуры окружающей среды и соответствующего повышения относительной влажности воздуха, зерно и продукты его переработки могут увлажняться.

Количество поглощаемой материалами влаги, при стремлении к достижению состояния равновесной влажности, зависит от их химического состава. Например, семена масличных культур (сои и подсолнечника) имеют меньшую гигроскопичность, чем семена злаковых (рис. 1.9). При этом, чем больше масличность (например, подсолнечника), тем меньше гигроскопичность. Исследованиями установлено, что даже зерна твердой и мягкой (в том числе, стекловидные и мучнистые зерна) пшеницы обладают разницей в гигроскопических свойствах, что объясняется различным строением их крахмальных клеток.

Мука, в результате увеличения суммарной поверхности частиц, образующихся при размоле зерна, характеризуется значительной величиной активной поверхности на единицу массы. Именно по этой причине она способна значительно быстрее поглощать пары воды из воздуха и быстрее, чем зерновая масса, достигать значения равновесной влажности. Равновесная влажность муки в силу значительно меньшей степени капиллярной конденсации, всегда меньше равновесной влажности зерна. Более того, в хранящейся в мешках муке, в силу слабой ее газопроницаемости, быстрое изменение влажности наблюдается лишь в омываемых воздухом слоях, т.е. прилегающих к

мешковине (максимум до 10 см). Внутри мешка влажность практически не изменна.

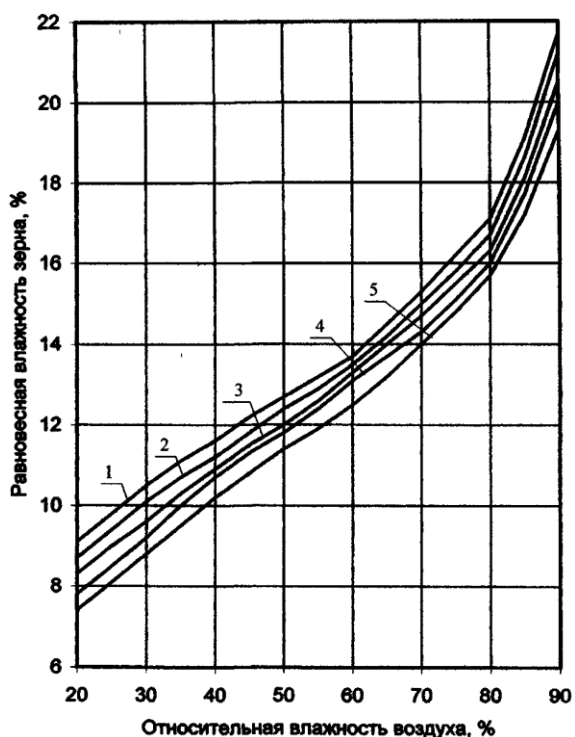


Рисунок 1.8 — Равновесная влажность зерна пшеницы при различной температуре воздуха, °С:
1 — минус 10; 2 — 0; 3 — 10; 4 — 20;
5 — 30

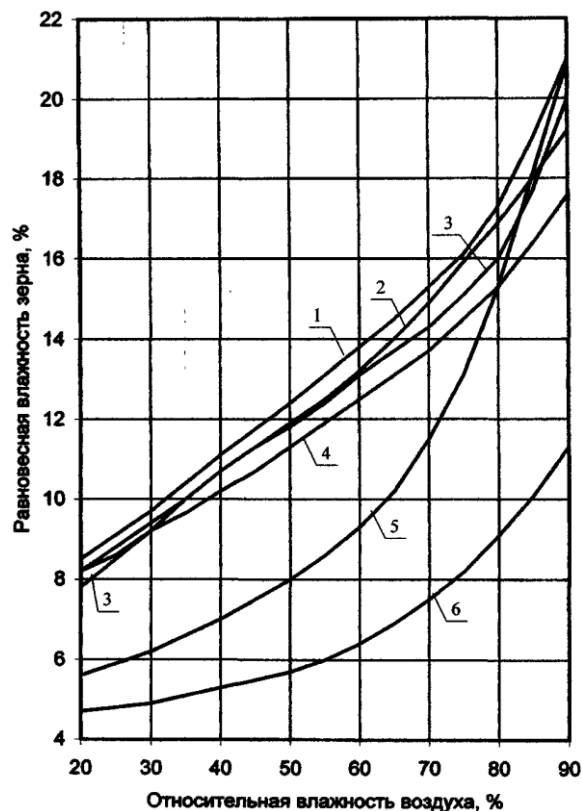


Рисунок 1.9 — Равновесная влажность зерна различных культур:
1 — горох; 2 — кукуруза; 3 — пшеница;
4 — рис (необрушенный); 5 — соя;
6 — подсолнечник

Мука значительно быстрее отдает влагу сухому воздуху (например, в летних условиях), чем восстанавливает свою исходную влажность в среде с влажным воздухом (например, в осенне-зимний период). В результате, в силу собственного явления сорбционного гистерезиса, по мере увеличения продолжительности хранения муки ее равновесная влажность снижается (снижение может достигнуть 1...1,5 %).

Крупы, как зерну и муке также свойственно явление сорбционного гистерезиса. Крупа, выработанная из зерен с плодовыми и цветковыми оболочками пористой структуры (к примеру, из зерна риса, ячменя и пшеницы), обладает меньшей гигроскопичностью, чем зерна соответствующей культуры. И наоборот, пшено имеет бóльшую равновесную влажность, чем зерно проса, из которого оно выработано.

Комбикормам, в сравнении с зерном большинства зерновых культур, свойственны несколько большие гигроскопичность и скорость достижения равновесной влажности. Последняя в значительной мере зависит от вида комбикормов, химического состава их компонентов, относительной влажности и температуры воздуха. Практика свидетельствует, что комбикорма, со-

державшие рыбную, мясокостную муку и другие виды сырья животного происхождения могут увлажняться при хранении, особенно в районах с влажным климатом. Увеличение влажности влечет за собой активизацию физиологических процессов и ухудшение качества комбикормов.

В силу сорбционных свойств зерно, крупа и мука способны сорбировать пары других веществ и газов и приобретать несвойственные им запахи.

Термовлагопроводность. Понятием *термовлагопроводность зерна* характеризуют явление перемещения влаги от участков зерновой насыпи с более высокими значениями температуры к участкам с пониженной температурой. Подобное явление (рис. 1.10) наблюдается, например, в слоях зерна, омываемых воздухом окружающей среды с температурой ниже средней температуры зернового слоя, либо в слоях, примыкающих к наружной стенке хранилища (силоса, склада, бункера), или размещенных на холодном полу.

Допустим, на начало хранения влагосодержание и температура в отдельных слоях материала, отмеченных на схеме (рис. 1.10) изопотенциальными линиями, имели одинаковые значения, т.е. соблюдалось условие: $u_1 = u_2 = \dots = u_5 = \text{const}$ и $\theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_5 = \text{const}$. В результате понижения температуры окружающей среды произошло соответствующее понижение температуры наружных слоев материала, соответствующее условию: $\theta_3 > \theta_2 > \theta_1$ и $\theta_3 < \theta_4 < \theta_5$ при $u_1 = u_2 = \dots = u_5 = \text{const}$.

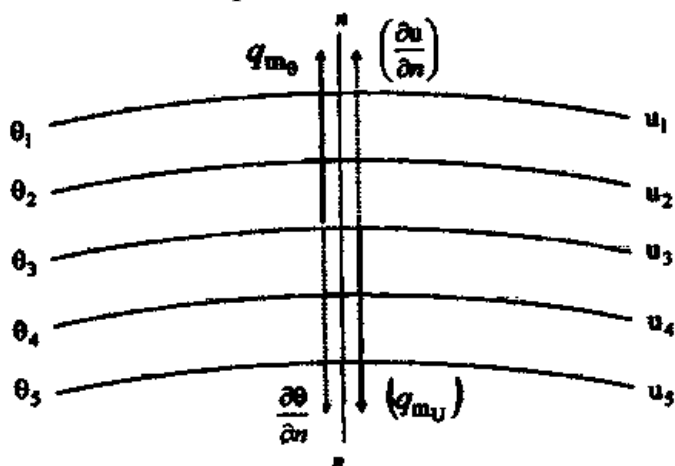


Рисунок 1.10 — Распределение влагосодержания и температуры в насыпи материала в процессе хранения

На рис 1.10 u_1, u_2, \dots, u_5 и $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_5$ — изопотенциальные линии (поверхности) соединяющие точки зернового слоя с одинаковыми значениями, соответственно влагосодержания и температуры; $n - n$ — нормаль к изопотенциальным поверхностям; $\partial \theta / \partial n$ — градиент температуры (векторная величина, численно равная приращению температуры на единицу длины нормали и направленная по нормали в сторону большей температуры); $\partial u / \partial n$ — градиент вла-

госодержания; q_{m_θ} — плотность потока влаги вследствие явления термовлагопроводности; q_{m_u} — плотность потока влаги вследствие явления влагопроводности.

Вследствие нарушения однородности температурного поля, в насыпи материала возникает температурный градиент $\partial \theta / \partial n$, направленный в сторону большего значения температуры. Под действием этого градиента, являющегося движущей силой явления термовлагопроводности, возникает поток влаги, направленный в сторону, противоположную градиенту температуры и

численно равный количеству влаги, переносимой в единицу времени через единицу изопотенциальной поверхности.

Возникающая неоднородность температурного поля, приводящая к перемещению влаги в сторону более низких температур, способствует нарушению однородности поля влагосодержания и возникновению градиента влагосодержания ($\partial u/\partial n$), являющегося движущей силой явления влагопроводности и имеющего направление, противоположное температурному градиенту. Плотность потока влаги (q_{mU}), возникающего вследствие явления влагопроводности, значительно меньше более мощного потока влаги $q_{m\theta}$. В результате, суммарный поток влаги имеет направление в сторону более низких по температуре (и более увлажненных) слоев материала.

Негативным последствием возникающего температурного градиента является перемещение влаги к более холодным слоям материала не только вследствие термовлагопроводности, наблюдаемой даже при низкой влажности материала, но и в результате конвекции (в виде водяных паров, переносимых конвективными потоками от участков с меньшей плотностью воздуха к более холодным участкам, с большей плотностью воздуха).

При хранении зерновых масс подобное перемещение влаги может привести к концентрации в отдельных слоях насыпи значительного количества влаги (в т.ч. в виде смачивающей конденсатной пленки) со всеми последующими негативными явлениями в результате активизации физиологических процессов. В некоторых случаях возможны явления набухания, и даже прорастания отдельных зерен.

При хранении муки в мешках подобное явление может привести к образованию корки, к возникновению очагов активизации физиологических процессов.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте краткую характеристику видов и причин потерь зерна при хранении.
2. Перечислите задачи в области хранения зерна и продуктового переработки; дайте краткую характеристику сущности мероприятий, необходимых для решения этих задач.
3. Дайте определение технологии хранения зерна.
4. Раскройте сущность понятий зерновая масса и партия зерна; дайте характеристику компонентов зерновой массы.
5. Перечислите факторы, определяющие состав и свойства зерновых масс; дайте краткую характеристику отдельных факторов.
6. Перечислите показатели, характеризующие физические свойства зерна и продуктов его переработки.
7. Раскройте сущность понятий: плотность, насыпная плотность, натура; опишите порядок определения соответствующих показателей.
8. Раскройте сущность понятий скважистость и плотность укладки; охарактеризуйте значение скважистости при хранении и обработке зерна и продуктов его переработки; опишите характерные особенности скважистости различных культур;

охарактеризуйте зависимость структуры скважистости в зависимости от размеров частиц. 9. Раскройте сущность и значение сыпучести смеси твердых тел; назовите показатели, используемые для характеристики сыпучих свойств материалов; охарактеризуйте факторы, влияющие на сыпучесть, а также особенности сыпучести зерна различных культур и продуктов его переработки. 10. Дайте характеристику явления самосортирования и его негативных последствий при хранении. 11. Напишите формулу расчета аэродинамического сопротивления слоя зерна; на основе анализа формулы назовите факторы, влияющие на величину сопротивления. 12. Дайте характеристику и значение свойства «парусность» и показателя «скорость витания» в процессах обработки зерновых масс. 13. Перечислите показатели, характеризующие теплофизические свойства зерна и продуктов его переработки. 14. Опишите характерные особенности показателей теплофизических свойств зерна различных культур, муки, крупы, зависимость их от температуры и влажности материала. 15. Раскройте сущность понятий гигроскопичность и равновесная влажность материалов, явлений сорбции и десорбции, сорбционного гистерезиса; дайте сравнительную характеристику особенностей гигроскопических свойств зерна различных культур, муки, крупы, комбикормов. 16. Дайте определение понятия «термовлагодобность», охарактеризуйте движущие силы и негативные последствия этого явления при хранении зерна и продуктов его переработки.

Глава 2

Общая характеристика физиологических процессов, происходящих в зерновых массах. Жизнедеятельность зерна

Зерновые массы представляют собой *биоценоз* (от греч. *bios* — жизнь и *koinós* — общий) в виде сложной биологической системы, включающей совокупность живых организмов. Происходящие в зерновой массе процессы жизнедеятельности входящих в нее живых компонентов (к которым относятся зерно и семена, семена сорняков, микроорганизмы, насекомые и клещи) называют *физиологическими*. Физиологические процессы жизнедеятельности зерновой массы при хранении проявляются в виде дыхания, послеуборочного дозревания, прорастания. Особенностью этих процессов является то, что они сопровождаются сложными биохимическими изменениями, а в некоторых случаях, вследствие дыхания и прорастания (сопровождаемого более интенсивным дыханием) — неизбежной потерей сухой массы.

Знание закономерностей протекания и умение регулирования этих физиологических процессов позволяет улучшить технологические и семенные достоинства, сократить потери сухих веществ зерна при хранении, продлить долговечность зерновых масс.

2.1 Общая характеристика процессов, протекающих в зерне и семенах при хранении

Долговечностью принято называть период, в течение которого зерно и семена сохраняют свои потребительские достоинства. Различают долговечность биологическую, хозяйственную и технологическую.

Под *биологической долговечностью* подразумевают тот промежуток времени, в течение которого остаются способными к прорастанию хотя бы единичные семена. Под *хозяйственной долговечностью* понимают тот промежуток времени, в течение которого обеспечивается полное сохранение жизнеспособности семян. При этом они остаются кондиционными по всхожести, отвечая по посевным качествам требованиям государственных стандартов. Под *технологической долговечностью* подразумевают срок хранения, обеспечивающий товарные достоинства партий зерна для целей использования их на пищевые, фуражные или технологические нужды.

В зависимости от продолжительности периода биологической долговечности семена всех растений принято делить на три группы: *микробиотики*, сохраняющие всхожесть отдельных семян от нескольких дней до 3 лет, *мезобиотики*, сохраняющие всхожесть от 3 до 15 лет и *макробиотики* сохраняющие всхожесть семян от 15 до 100 лет и более. Семена большинства сельскохозяйственных культур при благоприятных условиях хранения сохраняют всхожесть в течение 5...10 лет, т.е. входят в группу мезобиотиков. Наибольшей долговечностью характеризуются семена бобовых (фасоль, лю-

церна и др.), овса, сорго и пшеницы; меньшей долговечностью — семена ржи, проса и тимофеевки.

К возможным факторам, оказывающим основное влияние на продолжительность периода долговечности, относят принадлежность зерна и семян к ботаническому виду, а также условия их выращивания, созревания, обработки и хранения.

Исследованиями установлено, что наиболее вероятной причиной постепенной потери семенами жизнеспособности (иначе — старения) является инактивация ферментов зародыша (в результате постепенной денатурации белков, обладающих ферментативной активностью), происходящая под влиянием температурно-влажностного режима хранения.

Длительные наблюдения свидетельствуют, что старение семян, хранящихся при комнатной температуре (18...20 °С), протекает значительно быстрее в сравнении с семенами, хранящимися при температуре 5...10 °С.

Хозяйственная долговечность семян большинства культур не превышает 2...4 лет и они подлежат своевременному обновлению.

Практика свидетельствует, что технологическая долговечность намного превышает не только хозяйственную, но и биологическую. Оценка качества зерна пшеницы и ржи показала, что их мукомольные и хлебопекарные достоинства практически не снижаются в течение 7...10 лет. Более продолжительные сроки технологической долговечности (более 10 лет) зафиксированы для партий зерна пшеницы, высушенных при мягких режимах и хранившихся в охлажденном состоянии. Быстрому старению зерна способствуют резкие температурные колебания и механические воздействия.

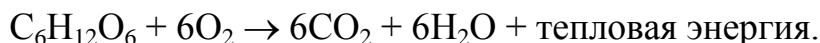
У крупяных культур в результате старения повышается хрупкость ядра и уменьшается выход крупы высоких сортов.

Продолжительное хранение масличных культур приводит к распаду и окислению жиров, что делает выработанное из них масло менее пригодным на пищевые цели.

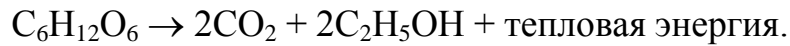
2.2 Дыхание

Дыхание — необходимое условие существования живых организмов. При дыхании происходит необходимый для жизнедеятельности обмен веществ, представляющий собой процесс преобразования и распада органических веществ, главным образом, сахаров. В результате этого выделяется энергия, необходимая организму для поддержания жизненных функций. Расходуемые при этом сахара пополняются в организме гидролизом или окислением более сложных запасных веществ — крахмала и (или) жиров.

В условиях свободного доступа кислорода, хранящееся зерно дышит в соответствии с *уравнением аэробного дыхания*:



В условиях полного отсутствия кислорода в воздухе, хранящееся зерно дышит в соответствии с *уравнением анаэробного дыхания*:



Анализ уравнений показывает, что при аэробном дыхании наблюдается полное окисление гексозы с образованием исходных продуктов фотосинтеза — диоксида углерода и воды, сопровождаемое потерей сухой массы зерна (вследствие расходования гексозы), увеличением влажности зерна и воздуха межзернового пространства (за счет образования воды), изменением состава воздуха межзернового пространства (за счет уменьшения количества кислорода и образования диоксида углерода), выделением теплоты в хранящейся зерновой массе (2822 кДж на одну грамм-молекулу глюкозы). При анаэробном дыхании (типичном процессе спиртового брожения) происходит расщепление гексозы с образованием этилового спирта и диоксида углерода, сопровождаемое потерей сухой массы, изменением состава воздуха межзернового пространства, выделением теплоты (118 кДж) и угнетением этиловым спиртом жизненных функций клеток зерна, приводящее к потере его жизнеспособности.

При хранении зерновых масс в условиях доступа к ним кислорода воздуха, в зерне и семенах преобладает аэробное дыхание, однако им свойственно и сопутствующее анаэробное дыхание.

Для характеристики типа и интенсивности дыхания используют показатель — *дыхательный коэффициент* $K = \text{CO}_2 / \text{O}_2$. Если зерно дышит в полном соответствии с уравнением аэробного дыхания, то дыхательный коэффициент $K = 1$ (это является свидетельством равенства объемов выделяемого диоксида углерода и поглощаемого кислорода). В условиях аэробного дыхания, осложненного анаэробным дыханием, количество выделяемого диоксида углерода возрастает без дополнительно потребляемого кислорода и, следовательно, $K > 1$. Явление, соответствующее условию $K < 1$, имеет место, когда аэробное дыхание осуществляется за счет веществ, бедных кислородом (жиров), и при этом идет превращение жирных кислот в сахар (у семян масличных культур); объем выделяемого при этом диоксида углерода меньше объема поглощаемого кислорода, поскольку часть поглощаемого кислорода расходуется на окисление жиров.

Итоговые результаты дыхания:

возникают невосполнимые потери сухой массы зерна, которые служат основой для нормирования естественной убыли зерна при хранении;

происходят явления накопления в межзерновом пространстве углекислого газа и снижения содержания кислорода, способствующие созданию условий для анаэробного дыхания и, как следствие, — возможному угнетению жизнедеятельности зерна, снижению его посевных достоинств;

выделяется значительное количество теплоты, небольшая часть которой расходуется при внутриклеточных превращениях, а большая — накапливается в зерновой массе и в силу низкой теплопроводности последней, может явиться причиной самосогревания.

Следовательно, для наилучшей количественно-качественной сохранности зерна необходимо создать условия хранения, обеспечивающие понижен-

ную интенсивность дыхания (т.е. пониженную жизнедеятельность, иначе — ввести его в состояние анабиоза).

Количественная оценка интенсивности дыхания и, следовательно, оценка условий хранения и размера потерь зерном органических веществ при определенных значениях влажности, температуры и доступа воздуха, базируется на количественном учете: потерь массы сухого вещества зерна; выделения теплоты; поглощения кислорода и выделения углекислого газа. Интенсивность процесса дыхания выражают в единицах массы, теплоты, в миллиграммах или кубических сантиметрах газа (O_2 , CO_2) и относят к 100 г сухого вещества зерна.

2.3 Факторы, влияющие на интенсивность дыхания

Интенсивность дыхания зерновой массы зависит от следующих основных факторов: влажности, температуры, доступа свежего воздуха, особенностей ее исходного состояния и качества, ботанических особенностей, длительности хранения, наличия органических примесей.

Влажность зерновой массы. Влагу, связанную с веществами зерна (так называемую связанную влагу), следует отличать от свободной влаги. К свободной принято относить обычную влагу, испаряемую с открытой поверхности (например, водоемов, каких-либо сосудов). Согласно этому определению, к свободной следует относить влагу, не задерживающуюся на поверхности твердых тел. К примеру, влага, остающаяся на поверхности зерна после моечных машин в виде пленки смачивания, как показано ниже, уже считается связанной с зерном силами поверхностного натяжения.

Удельная теплота парообразования связанной воды ($кДж / кг_{вл}$) определяется из выражения:

$$r_{связ} = r + \Delta r,$$

где r — удельная теплота парообразования свободной воды, $кДж / кг_{вл}$;

Δr — дополнительная удельная теплота, затрачиваемая на преодоление связи.

Согласно классификации П.А. Ребиндера, все формы связи влаги делятся на три группы: физико-механическую, физико-химическую и химическую.

Физико-механическая — наименее прочно связанная с материалом зерна влага. К ней относится влага смачивания (т.е. находящаяся на поверхности зерна), а также капиллярносвязанная влага, заполнившая макро- и микрокапилляры в результате непосредственного соприкосновения зерна с водой или путем сорбции пара из влажного воздуха. Считается, что физико-механически связанная влага сохраняет свои исходные свойства, т.е. свойства обычной воды. Однако, по данным Е.Д. Казакова, эта влага, попав в капилляры зерна, испытывает в них напряжение растяжения и у нее пониженная плотность. Она вступает не только в физическое взаимодействие, но и в химическую связь с материалом стенок капилляра, сохраняя при этом (на начальных этапах процесса взаимодействия) свои физические свойства. Со временем в

капиллярносвязанную влагу переходят растворимые вещества зерна, и состав раствора, в виде которого она проникла в капилляр, изменяется, в том числе, в результате процессов в самом растворе.

Таким образом, на начальных этапах взаимодействия с материалом зерна (например, при искусственном увлажнении), когда основная масса физико-механически связанной влаги практически не утрачивает свои исходные свойства (особенно находясь в форме влаги смачивания), ее можно удалить механическим способом или испарением, затратив дополнительную теплоту лишь на преодоление сил поверхностного натяжения пор, макро- и микрокапилляров. По мере изменения состава (т.е. концентрации) раствора, энергия связи этой влаги с материалом зерна возрастает.

Физико-химическая связь прочнее физико-механической. К ней относят осмотически и адсорбционно связанную. Осмотически связанная влага (влага набухания) проникает внутрь коллоидного тела, каким является зерно, через полупроницаемые оболочки (мембраны) клеток под действием осмотического давления. Считается, что осмотически связанная влага коллоидных капиллярнопористых тел по своим свойствам не отличается от обычной воды. Однако применительно к зерну осмотически связанная влага имеет свои особенности. Как показали исследования Е.Д. Казакова (и др.), в результате проникновения в клетку эта влага изменяет свою форму и свойства. Вначале она становится составной частью цитоплазмы и клеточного сока, заполняющего вакуоли. Затем она вступает в различные физические и химические взаимодействия с компонентами клеток со всей сложной гаммой внутриклеточных превращений. Таким образом, для удаления осмотически связанной влаги необходима дополнительная теплота не только для преодоления сил осмотического давления, но и для разрыва ее связи на внутриклеточном уровне. Адсорбционно связанная влага образует на активной поверхности зерна (силовое поле которой образуют энергетически ненасыщенные молекулы и ионы, мерой свободной энергии которых является поверхностное натяжение) слой сорбции водяного пара из атмосферы, толщиной в несколько сотен диаметров молекул воды. Формирование этого полимолекулярного слоя начинается с первого слоя сорбированной влаги толщиной в одну молекулу воды — так называемого мономолекулярного слоя. Каждая из входящих в состав этого слоя молекула воды, будучи диполем, притягивается к точке сорбции одним из своих положительно или отрицательно заряженных концов (т.е. принимает ориентированное положение), утрачивает подвижность и создает на своей наружной поверхности новое силовое поле. В результате, свободная поверхностная энергия смещается с поверхности тела на толщину мономолекулярного сорбированного слоя влаги. Таким образом, создается новая совокупность точек возможной сорбции и образования второго слоя сорбированной влаги, который в свою очередь притягивает третий слой, и т.д.

На начальном этапе адсорбции влаги веществами зерна с коллоидными свойствами, наряду с выделением теплоты набухания (гидратации) происходит сжатие системы тело-вода (явление контракции), при которой сумма

объемов тела и воды уменьшается, хотя тело, поглощая влагу, увеличивает свои размеры.

Находясь в сжатом состоянии, имея повышенную плотность и большую прочность связи, особенно в мономолекулярном слое, адсорбционно связанная влага способна оказать существенное влияние на характер, направление или интенсивность биохимических процессов в зерне.

Для удаления из зерна адсорбционно связанной влаги требуются значительные дополнительные затраты теплоты. Причем вначале ее следует перевести в парообразное состояние, после чего она начинает перемещаться к поверхности зерна.

Химически связанная влага образуется в результате химических реакций и является наиболее прочной. В этом случае вода входит в состав веществ зерна в точных количественных соотношениях и ее можно удалить только химическим воздействием, либо прокаливанием материала.

Наличие тех или иных форм связи влаги предопределяется структурой материала и его химическим составом. Все материалы подразделяют на три группы: капиллярно-пористые, коллоидные, коллоидные капиллярно-пористые. В капиллярно-пористых материалах влага удерживается капиллярными силами (силами поверхностного натяжения), в коллоидных преобладает осмотическая влага, коллоидные капиллярно-пористые материалы содержат в себе как капиллярную, так и осмотическую влагу. Как известно, зерно относится к группе коллоидных капиллярно-пористых материалов.

Влага имеет большое значение для всех жизненных процессов зерна. Например, в наибольшей мере утратившая свойства обычной воды, химически и адсорбционно- связанная (особенно мономолекулярный и близкие к нему слои сорбированной влаги), в силу повышенной прочности связи, при нормальных условиях хранения не может перемещаться из клетки в клетку и почти не участвует в реакциях обмена веществ зерна, достигшего состояния полной физиологической зрелости. Влага же, в наименьшей мере утратившая свойства обычной воды, капиллярно- и осмотически связанная, в силу меньшей прочности связи, является одним из движущих факторов реакций обмена веществ, может участвовать в реакциях гидролитического характера, включающих превращение крахмала в сахар, сложных белков в простые, в разложении жира на глицерин и жирные кислоты, может перемещаться из клетки в клетку.

Для количественной характеристики состояния зерна по влажности, используют приведенную в табл. 2.1 классификацию.

При сушке, с целью последующей закладки зерна на длительное безопасное хранение, из зерна в обязательном порядке следует удалить физико-механическую и осмотически связанную влагу. Жизнедеятельность и дыхание зерна, просушенного до сухого (в соответствии с табл. 2.1) состояния, происходят медленно (почти приостанавливаются) и хранение такого зерна протекает нормально.

При увеличении влажности зерна его жизнедеятельность усиливается, и создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов и вреди-

телей зерна. Все это приводит к самосогреванию зерновой массы, в результате чего качество зерна ухудшается.

Влажность, при которой в зерне появляется влага, способная перемещаться из клетки в клетку и участвовать в реакциях гидролитического характера и обмена веществ, в результате чего резко возрастает интенсивность дыхания, называется критической. Значение последней, для различных культур, зависит от их химического состава, и для условий хранения при температуре 18...25 °С и относительной влажности воздуха до 70 % находится в пределах средней сухости зерна и семян (табл. 2.1).

Таблица 2.1 — Состояние зерна по влажности

Культура	Влажность зерна (%), характеризующая его состояние			
	Сухое	Средней сухости	Влажное	Сырое
Пшеница, рожь, овес, ячмень, гречиха, рис, кукуруза (в зерне)	≤14	>14...15,5	>15,5...17	>17
Горох, кормовые бобы, чина, нут	≤14	>14...16	>16...18	>18
Просо, сорго	≤13,5	>13,5...15	>15...17	>17
Кукуруза (в початках), фасоль, мелкосемянная чечевица, яровая вика	≤16	>16...18	>18...20	>20
Тарелочная чечевица	≤14	>14...17	>17...19	>19
Подсолнечник (семена)	≤7	>7...8	>8...10	>10
Рапс	≤9	>9...11	>11...13	>13
Клещевина	≤6	>6...7	>7...9	>9
Соя	≤12	>12...14	>14...16	>16

Низкая критическая влажность масличных культур объясняется значительным содержанием в них липидов — гидрофобных веществ, не способных связывать влагу.

Если, к примеру, критическая влажность крахмально-белкового комплекса семян подсолнечника не должна превышать 14,5 % (в пределах среднего значения для большинства злаковых культур), то при содержании в них 40 % жира их критическая влажность составит:

$$w_{\text{крит}} = 14,5 (100 - 40) / 100 = 8,7 \%,$$

а при содержании жира 50 % — 7,25 %.

Таким образом, даже при одинаковых условиях хранения масличных культур влажность высокомасличных семян всегда должна быть ниже влажности низкомасличных семян.

Температура зерновой массы. Усилению жизнедеятельности зерна (т.е. росту интенсивности дыхания) способствует повышение его температуры в пределах, гарантирующих сохранение жизненных функций зерна. Дальнейшее повышение температуры (сверх порога его термоустойчивости, характеризующей предельной температурой нагрева зерна, при которой полностью сохраняется его исходное качество) приводит к коагуляции белков, инактивированию ферментов и гибели зерна.

Понижение температуры в пределах 0...10 °С снижает интенсивность дыхания даже влажного и сырого зерна. Использование при хранении зерна пониженных температур ограничивается пределом его морозоустойчивости, ниже которого имеет место потеря жизнеспособности зерна.

И термоустойчивость и морозоустойчивость зерна зависят от его влажности; чем ниже влажность, тем больше пределы термоустойчивости и морозоустойчивости. Для обеспечения наилучших условий хранения зерна, в качестве показателей его термо- и морозоустойчивости, согласно рекомендациям М.Г. Голика и Н.Б. Воронюк, следует ориентироваться на показатели, характеризующие его семенные достоинства.

Доступ свежего воздуха к зерну. Избыточный доступ свежего воздуха к зерновой массе повышает интенсивность ее дыхания. Хранение зерна без доступа свежего воздуха (т.е. без вентилирования) сопровождается снижением в воздухе межзернового пространства содержания кислорода и увеличением содержания углекислого газа. Последний, с одной стороны, угнетающе действует на микрофлору зерна и вынуждает его и клетки ткани переходить на анаэробное дыхание. С другой стороны, при продолжительном хранении в среде с повышенным содержанием углекислого газа и небольшого количества кислорода, зерно теряет свои семенные достоинства. Именно поэтому семенное зерно при хранении подлежит обязательному систематическому вентилированию, а партии зерна продовольственного и фуражного назначения подвергают активному вентилированию исключительно в целях снижения их влажности или температуры.

Длительное хранение семенного материала возможно и в герметичных условиях, но при пониженных температурах и очень низких значениях влажности (примерно в 2,4...1,7 раза ниже влажности, соответствующей сухому состоянию). Создание подобных режимов и условий хранения практически неосуществимо в крупных зернохранилищах и возможно лишь для незначительных количеств семенного материала, являющегося, к примеру, генетическим фондом растительных ресурсов мира.

Состояние, качество и ботанические особенности зерна. Для зерновой массы, содержащей много недозрелых (в том числе морозобойных) зерен, а также проросших на корню, подмоченных при уборке и транспортировании, щуплых, дробленых и с другими дефектами, характерны повышенная (на 25...50 %) в сравнении с нормальным зерном интенсивность дыхания, меньшая стойкость при хранении, подверженность самосогреванию даже при относительно низкой влажности. По указанным причинам подобные партии хранящегося зерна требуют особенно тщательного наблюдения и по возможности быстрой реализации.

Следует учитывать и то, что при одинаковых условиях хранения интенсивность дыхания зависит от ботанических особенностей зерна; к примеру, она выше у сортов кукурузы, имеющих крупный зародыш, а также у мягкой пшеницы, в сравнении с твердой.

Наличие органических примесей. Присутствующие в зерновой массе

семена сорных и некоторых культурных растений, относимых стандартом к зерновой или сорной примеси, так же как и зерно основной культуры, дышат.

При этом, как показывает практика, влажность этих компонентов зерновой массы, а следовательно, и интенсивность их дыхания значительно выше, чем зерна основной культуры. Причем, как свидетельствуют данные Л.А. Трисвятского, приведенные в табл. 2.2, это различие наиболее характерно для свежееубранного зерна сравнительно невысокой влажности; для партий зерна более высокой влажности разница в интенсивности дыхания снижается. Таким образом, очевидно, насколько важно своевременное удаление органических примесей из партий зерна с низкой влажностью.

Таблица 2.2 — Интенсивность дыхания (ИД) основного зерна и сорной примеси в свежееубранной зерновой массе пшеницы

Влажность зерновой массы, %	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ на 100 г сухого вещества за 24 ч			Отношение ИД _{о.з} / ИД _{с.п}
	зерновой массы (ИД _{з.м})	основного зерна (ИД _{о.з})	сорной примеси (ИД _{с.п})	
14,5	1,8	1,2	48,0	40
15,4	2,9	1,8	32,8	18
16,4	13,7	4,7	61,2	15
17,1	25,9	9,8	152,4	14

Длительность хранения. Естественным результатом дыхания зерна при хранении является потеря им сухой массы, относимая к биологическим потерям, обусловленным жизнедеятельностью зерна влажностью ниже критической. Исследованиями на значительных массах зерна различных культур установлено, что величина этих потерь, а следовательно и интенсивность дыхания существенно снижаются по мере роста длительности хранения зерна,

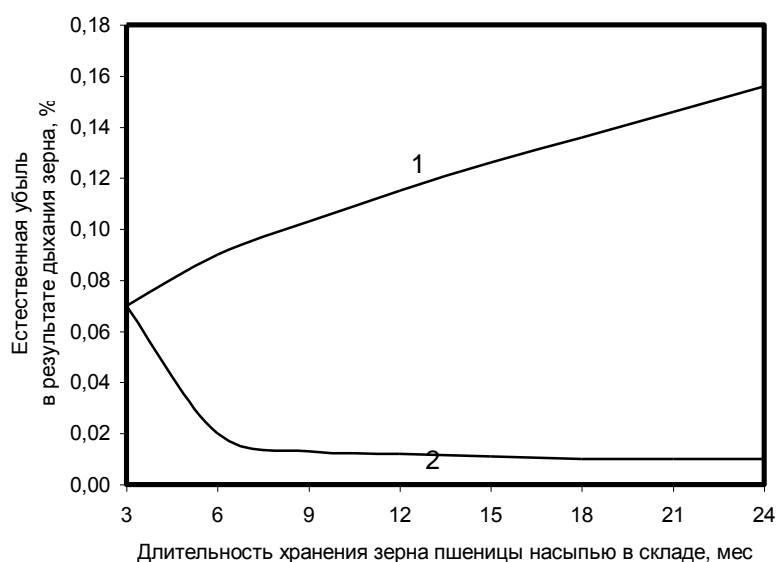


Рисунок 2.1 — Характер изменения интенсивности дыхания зерна в процессе хранения:

- 1 — допустимая естественная убыль;
- 2 — приrost допустимой естественной убыли

что и учтено при составлении действующих на предприятиях отрасли хлебопродуктов норм и правил расчета естественной убыли зерна, продуктов его переработки, семян трав, кормов травяных, искусственно высушенных и семян масличных культур.

Как свидетельствует приведенная на рис. 2.1 кривая 1), в течение всего процесса хранения зерна

(построенная по действующим нормам естественной убыли возможна убыль его массы в результате дыхания, однако истинный характер интенсивности дыхания можно оценить по приведенной на этом же рисунке кривой 2, характеризующей величину прироста допустимой убыли. Последняя имеет тенденцию к снижению за первые 15 месяцев хранения, а затем стабилизируется и остается на постоянном уровне — 0,01 % убыли массы за каждые три последующих месяца хранения (0,04 % за каждый последующий год хранения).

2.4 Послеуборочное дозревание зерна

Особенностью свежееубранной зерновой массы (как отмечено в гл. 1), является значительная неоднородность отдельных зерен по влажности и степени зрелости, что делает эту зерновую массу нестойкой в хранении в силу ее повышенной физиологической (в том числе и микробиологической) активности. Свежееубранное зерно обладает низкими семенными и технологическими достоинствами. Например, хлеб из свежееубранной пшеницы недостаточно порист, имеет сырой клейкий мякиш.

Такие особенности свежееубранного зерна объясняются тем, что сложные биохимические процессы формирования его химического состава, начатые на ранних фазах созревания, не заканчиваются с наступлением полной технической спелости. Они продолжают после уборки урожая в течение некоторого периода, называемого периодом послеуборочного дозревания, до достижения зерном состояния полной физиологической зрелости, при которой для зерна характерны наивысшие показатели его семенных и технологических достоинств.

Как положительный факт, необходимо отметить, что процесс послеуборочного дозревания характеризуется реакциями синтеза (образования) белков из аминокислот, крахмала из сахаров, жиров из глицерина и жирных кислот. В конечном результате этих сложных биохимических процессов, наряду с положительным изменением химического состава зерна, его семенных и технологических свойств, резко снижаются интенсивность дыхания и активность ферментов, уменьшаются кислотное число жира и титруемая кислотность зерна.

Как отмечает Е.Д. Казаков, в отличие от синтетических процессов, характерных для стадии созревания, процессы биосинтеза при послеуборочном дозревании протекают чрезвычайно слабо и медленно. Выделяющаяся при этом (в незначительных количествах) биологически синтезированная вода (энергия связи которой с тканями зерна отличается от энергии связи воды, поступившей в зерно при замачивании) частично испаряется и частично остается в тканях зерна, участвуя в физико-химических превращениях.

Необходимые и важные условия для нормального протекания процесса послеуборочного дозревания зерна:

влажность зерна должна быть ниже критической; в противном случае процессы гидролиза преобладают над процессами синтеза и качество зерна не улучшается, а наоборот, ухудшается;

температура зерна должна быть не менее 15 °С; при пониженных температурах процесс послеуборочного дозревания приостанавливается.

При этих условиях хранения процесс послеуборочного дозревания семян основных злаковых культур завершается в течение 1,5...2 месяцев. Длительность процесса дозревания в значительной мере зависит также от исходной (на начало хранения) степени физиологической зрелости, определяемой погодными условиями выращивания и созревания зерна, его сортовыми особенностями по срокам созревания (скороспелые, позднеспелые и т.д.).

Исследованиями установлено, что наиболее короткий период дозревания у семян, хранившихся в атмосфере кислорода; более продолжительный, - у семян, хранившихся в среде азота, с пониженным содержанием кислорода.

Ускорению периода послеуборочного дозревания способствует активное вентилирование зерна сухим подогретым воздухом. Сушка, в зависимости от используемых режимов, способна не только ускорить, но и завершить процесс послеуборочного дозревания.

2.5 Прорастание зерна

Наблюдающееся в практике хранения зерновых масс нежелательное явление прорастания отдельных зерен или значительной их части является следствием созданных для благоприятного протекания этого явления условий, а именно: следствием неправильного хранения и наличия достаточных количеств влаги, теплоты и воздуха.

Главный движущий фактор процесса прорастания — наличие должного количества поглощенной зерном влаги. Развитие семени начинается с набухания, при котором влага поглощается гидрофильными коллоидами зерна, главным образом белками и крахмалом. Прирост объема зерна при набухании является функцией количества поглощенной влаги; последнее, в свою очередь, зависит от химического состава зерна, проницаемости его оболочек, температуры и других условий. Установлено, к примеру, что семена, богатые белками, в пределе могут поглощать влагу до 150 % их массы, богатые углеводами — до 80 %, богатые жирами — до 140 %. Однако прорастание возможно (и происходит на практике) при значительно меньших количествах поглощенной семенами влаги — 40...70 %. Эти данные свидетельствуют, что для прорастания семян требуется значительно больше влаги, чем они в пределе могут поглотить ее в виде паров из воздуха окружающей среды (30...36 %). Таким образом, реализация условия наличия достаточного количества влаги возможна в результате накопления в зерне капельно-жидкой влаги. Возможные причины этого: подмокание зерна при перевозках или из-за плохой гидроизоляции хранилищ, конденсация водяных паров в межзерновых пространствах или на поверхности зерновой насыпи, негативные последствия явления термовлагопроводности. В итоге, влажность отдельных зерен или целого слоя может значительно превысить среднюю влажность зерновой массы (которая значительно ниже необходимой для прорастания).

Второй, не менее важный, но сопутствующий движущий фактор процесса прорастания — наличие положительных (даже низких) температур. С

одной стороны, наиболее благоприятными для протекания сложных биохимических процессов, сопровождающих процесс прорастания, являются температуры порядка 18...30 °С. С другой стороны, при таких температурах наблюдается активизация жизнедеятельности микроорганизмов, приводящая к поражению зародыша. Практика показывает, что семена основных злаковых культур, при наличии других благоприятных условий, прорастают уже при температуре 2...5 °С. В силу того, что такие температуры являются нормой при хранении зерновых масс, следует, что даже низкие положительные температуры не являются препятствием для прорастания зерна.

Третий фактор, также сопутствующий процессу прорастания, — наличие достаточного количества кислорода в воздухе. При обычных условиях хранения зерна это условие обеспечивается и, следовательно, не служит препятствием для прорастания зерна.

Таким образом, основным фактором, способным предупредить процесс прорастания, является более низкая (чем требуется для прорастания) влажность зерна.

Негативные последствия прорастания зерна: выделение значительного количества теплоты; усиление процессов жизнедеятельности; значительная потеря сухой массы; ухудшение качества зерна (семена выходят из категории посевного материала; зерно резко теряет свои технологические достоинства, при переработке уменьшается выход готовой продукции).

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите характерные физиологические процессы жизнедеятельности зерновой массы при хранении; каковы особенности (и последствия) этих процессов. 2. Дайте определение понятия и характеристику видов долговечности зерна и семян. 3. Охарактеризуйте значение, виды и последствия дыхания зерновых масс, сущность показателей «дыхательный коэффициент» и интенсивность дыхания. 4. Назовите и охарактеризуйте факторы, влияющие на интенсивность дыхания зерновой массы. 5. Охарактеризуйте значение влажности зерна для его жизненных процессов; назовите виды и формы связанной влаги (по классификации П.А Ребиндера); дайте классификацию состояния зерна по влажности; раскройте понятие и значение критической влажности. 6. Раскройте сущность и значение процесса послеуборочного дозревания, охарактеризуйте необходимые для этого процесса условия. 7. Дайте характеристику причин, особенностей и последствий явления прорастания зерна при хранении.

Глава 3

Физиологические процессы, приводящие к порче зерновых масс

3.1 Микроорганизмы зерновой массы

Невидимые простым глазом растительные и животные организмы принято называть микроорганизмами. К микроорганизмам относятся бактерии, актиномицеты (лучистые грибки), дрожжи, плесневые грибы, микроскопические водоросли и простейшие. Микроорганизмы иногда называют микробами, но к последним обычно не относят микроскопические водоросли и простейших, поэтому понятие микроорганизмы шире. Микроорганизмы исключительно широко распространены в природе — в воде, в почве, в растительных остатках и т.д., где они иногда обнаруживаются в очень больших количествах. К примеру, в 1 г культурной почвы обычно содержится 2...3 млрд. бактерий.

3.1.1 Происхождение микрофлоры зерновых масс

Совокупность микроорганизмов, обитающих в определенном субстрате (почва, вода, пищевые продукты и т.д.), носит название микрофлоры.

Таким образом, рост и развитие растений, формирование на них плодов и семян происходит в условиях среды, населенной микрофлорой. Особенно насыщена микрофлорой поверхность корней и ризосфера (от греч. *rhíza* — корень и *sphára* — область), под которой подразумевают часть почвы, непосредственно соприкасающуюся с корнями растений и существенно отличающуюся от других слоев почвы количественным содержанием и составом микрофлоры. Эта особенность ризосферы объясняется ее насыщенностью продуктами жизнедеятельности растений; иначе — создаваемыми в ней благоприятными условиями для развития микроорганизмов.

По мере развития растения некоторые микроорганизмы (главным образом бактерии и грибы) постепенно переселяются на его наземную часть (на стебли и листья, на семена) и развиваются на них. Часть этой микрофлоры, называемая эпифитами (из-за неспособности наносить заметный вред растениям), питается продуктами жизнедеятельности растений, выделяемыми ими на поверхность своих тканей. Другая часть этой микрофлоры, называемая паразитами (из-за способности, по мере их развития, вызывать определенные заболевания растений, угнетать или губить их совсем), проникает во внутренние части растений, их плодов и семян.

Помимо микроорганизмов, населяющих растение при жизни (по мере его формирования и развития), на зерне могут быть микроорганизмы, случайно попавшие на его поверхность вместе с пылью или брызгами дождя, а также во время уборки (скашивания) и обмолота, последующей перевозки. Увеличению количества микроорганизмов, скапливающихся на зернах и семенах, в значительной мере способствуют их морфологические особенности

(наличие бороздки, бородки, шероховатой поверхности и т.п.).

При нормальных условиях созревания и хранения зерна и семян, практически вся микрофлора находится на их поверхности. При неблагоприятных для зерна и семян условиях, но благоприятных для развития микроорганизмов, последние заселяют, через макро- и микропоры, покровные ткани зерна, зародыш, а иногда и эндосперм. Микробов, проникших во внутренние участки зерна и семян относят к субэпидермальной микрофлоре.

Большую часть находящихся на поверхности нормально созревшего свежееубранного зерна микроорганизмов (преимущественно эпифитных) составляют бактерии (порядка 90...99 % всей микрофлоры). Численность других видов микроорганизмов (актиномицетов, плесневых грибов, дрожжей), как правило, свойственных каждому роду и виду растений, зависит от климатических условий формирования зерна и условий его хранения.

Численная и видовая характеристика микрофлоры продуктов переработки зерна зависит от ее исходного видового состава и способа подготовки зерна к переработке.

3.1.2 Классификация и характеристика микрофлоры зерновых масс

Микрофлору зерновых масс классифицируют, в зависимости от образа жизни и воздействия на зерно (по Л.А. Трисвятскому), на три группы: сапрофитные, фитопатогенные и патогенные (для животных и человека).

Сапрофитные микроорганизмы. *Сапрофиты* (от греч. *saprós* — гнилой и *phytón* — растение) — растения, использующие в качестве источника углерода готовые органические вещества, главным образом из различных органических остатков, вызывая их разрушение (гниение). Сапрофиты — основная (преобладающая) часть микроорганизмов зерна, представленная бактериями, плесневыми грибами, дрожжами, актиномицетами.

Большая часть сапрофитов относится к типичным эпифитам, не способным проникать внутрь неповрежденной оболочки зерна; они населяют здоровые растения при развитии и формировании зерна, не требовательны к пище и живут за счет выделений клеток. К прочим сапрофитам относят микроорганизмы, случайно попадающие на поверхность отдельных зерен из почвы, а также при уборке и транспортировании урожая.

Бактерии. Преобладающая часть микроорганизмов, населяющих партии доброкачественного и свежееубранного зерна. Перечень и краткая характеристика основных представителей бактерий — сапрофитов приведены в табл. 3.1.

Плесени. Вторая по значимости и численности (1...2 % от общего количества) группа микроорганизмов, населяющих зерновую массу. При благоприятных условиях их споры прорастают и образуют мицелий и органы плодоношения. На твердых питательных средах (и зерне) образуют колонии ватообразного скопления или пушистого налета. Способны развиваться в широком диапазоне влажности и температуры. Развиваясь за счет органических веществ зерна, вызывают потери его массы, ухудшение качества (с изменением цвета, появлением неприятного запаха) и даже полную порчу.

Видовой состав плесеней включает более 60 видов различных грибов. В их числе: типичные эпифиты — полевые грибы *Alternaria*, *Cladosporium*, *Dematium*, *Trichothecium* и др.; прочие сапрофиты — плесени: мукоровые (*Mucor mucedo*, *Mucor racemosus* и др.), аспергилловые (*A. Niger*, *A. Glaucus*, *A. fumigatus*, *A. Glavatus*, *A. Flavus*, *Penicillium glaucum* и др.), прочие (*Monilia*, *Oidium* и др.). На сохранность и качество зерна влияют главным образом плесени хранения — *Aspergillus* и *Penicillium*; развиваясь в зерновой массе они вытесняют представителей типичных эпифитов — бактерии и полевые грибы.

Таблица 3.1 — Видовой состав и характеристика бактерий — сапрофитов

Бактерии	Характеристика	Примечание
Типичные эпифиты		
<i>Ps. herbicola aureum</i>	Подвижная мелкая, не образующая спор палочка длиной 1...3 мкм. На твердых питательных средах с агаром или желатином образует колонии золотистого цвета.	В партиях свежесобранного зерна на долю <i>Ps. Herbicola</i> приходится до 92...95 % всего количества бактерий. Они не разрушают зерно. Значительное их количество служит показателем хороших качеств зерна: характеризует его свежесть.
<i>Ps. herbicola rubrum</i>	Не образующая спор палочка. На плотных средах образует колонии красноватого цвета.	
<i>Ps. fluorescens</i>	Не образующая спор палочка. Развивается на плотных средах в виде бесцветных или сероватых флуоресцирующих колоний	
Прочие сапрофиты		
<i>Vac. mesentericus</i>	Спороносная палочка длиной 1,6...6 мкм и толщиной около 0,5 мкм. Вызывает «картофельную болезнь» печеного хлеба	Хорошо развиваются в зерновой массе при температуре выше 25 °С (особенно в интервале 32...42 °С); при 18...20 °С и ниже почти не развиваются. Их количество значительно возрастает при самонагревании и запылении зерна.
<i>Vac. subtilis</i>	Сенная палочка. Вызывает «картофельную болезнь» хлеба	
<i>Vac. mycoides</i> <i>Vac. proteus</i>	Гнилостная палочка — возбудитель гнилостных болезней	В зерновых массах встречаются в единичных экземплярах
Молочнокислые, маслянокислые и др.	Вызывают кислотные брожения	
Кокки, микрококки, сарцины	При развитии вытесняют <i>Ps. herbicola</i>	Способны интенсивно развиваться при самонагревании зерна

Дрожжи. Одноклеточные организмы различной формы, крупнее бактерий, со свойственной для их колоний, образуемых на плотных средах (и на зерне), пастообразной консистенцией. В их числе дрожжи: белые и розовые, из рода *Torula*, верхового брожения. Размножаются почкованием или делением. Общая численность на зерне незначительна, поэтому влияния на качество зерна при нормальных условиях хранения не оказывают; их присутствие

проявляется в зерне повышенной влажности. При определенных условиях являются причиной появления так называемого амбарного запаха.

Актиномицеты. Относятся к лучистым грибам. Попадают в зерновую массу с комочками земли при раздельном способе уборки урожая. Их численность в свежесобранном зерне невелика. Развиваясь (при благоприятных условиях), способствуют самосогреванию зерна.

Фитопатогенные микроорганизмы. Встречаются в некоторых партиях зерна, способствуют развитию у растений заболеваний - бактериозов и микозов, последствия которых отрицательно сказываются на качестве зерна.

Возбудители бактериозов — бактерии, поражающие поверхностные ткани растений, с образованием «ожогов» коры и «пятнистости» листьев; при поселении их в проводящих сосудах, растение увядает. В числе бактерий, вызывающих бактериозы зерновых культур, — *Ps. translucens* и *Ps. atrofaciens*.

Бактерии вида *Ps. translucens* вызывают ожог у зерна пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и риса; пятнистость — у кукурузы, риса, ячменя и других колосовых культур. Кроме того, бактерии этого вида вызывают «черную болезнь» у зерновых культур, которая проявляется в почернении верхней половины колосков; зерно становится щуплым, сморщивается, на нем образуются черные полосы, заполненные бактериями; при сильном поражении снижение урожая может достигнуть 60...70 %.

Бактерии вида *Ps. atrofaciens* вызывают почернение оснований чешуек колосков, при сильном поражении — почернение зародыша и щуплость зерна, заболевания листьев у пшеницы, ржи, ячменя, овса и др.

Микозы (от греч. *mykēs* — гриб). Широко распространенные заболевания, в числе которых — головня, спорынья и фузариозы хлебных растений, вызываемые различными расами грибов-паразитов. Заражение сопровождается проникновением паразита внутрь растения, в результате чего происходит частичная, а иногда и полная потеря урожая. Пораженные зерна могут приобрести ядовитые свойства. По этой причине их количество ограничивается государственными стандартами при приемке и отпуске зерна на переработку.

Патогенные для человека и животных микроорганизмы. В зерновой массе могут присутствовать возбудители некоторых инфекционных заболеваний только для человека или только для животных, а также и для человека и для животных. В природе наиболее распространены микроорганизмы, патогенные и для человека и для животных — так называемые *зоонозы* (от греч. *zōon* — животное и *nózos* — болезнь), к числу которых относят возбудителей сибирской язвы, бруцеллеза, туберкулеза, сапа, ящура, чумы, туляремии. Распространяются через больных людей и животных, через бациллоносителей — грызунов, диких птиц, насекомых и др., а также через почву (попадая в которую они способны не только жить, но и размножаться в течение длительного времени). Подобные микроорганизмы практически невозможно выявить в поступающих партиях зерна. Поэтому к зерну, поступающему из районов, где отмечены случаи инфекционных заболеваний, следует

относиться осторожно и соблюдать предусмотренные для этих случаев (специальными инструкциями) мероприятия.

3.1.3 Условия жизнедеятельности микроорганизмов в зерновой массе

Жизнедеятельность микроорганизмов зависит от условий среды их обитания: при благоприятных условиях они развиваются и размножаются, при неблагоприятных — погибают, или переходят в состояние покоя. Наиболее важными факторами, определяющими условия среды обитания и, как следствие, активность микроорганизмов в хранящемся зерне, являются: влажность зерновой массы и ее отдельных компонентов (зерна, примесей, воздуха межзернового пространства), температура зерновой массы, доступ воздуха (кислорода) в межзерновое пространство, целостное состояние зерна и его покровных тканей, количество и видовой состав примесей.

Влажность зерновой массы. Вода — необходимый фактор жизнедеятельности микроорганизмов, составляющий 80...96 % массы их тел. Следовательно, количество содержащейся в окружающей среде воды направляет и регулирует жизнедеятельность микроорганизмов; недостаток воды замедляет и останавливает жизненные функции. По величине минимальной потребности во влаге, микроорганизмы делятся на три группы: гидрофиты, мезофиты, ксерофиты.

Гидрофиты — микроорганизмы, успешно развивающиеся на плотных средах, при относительной влажности воздуха 100 % (нижний предел 90 %). В их числе: микроорганизмы из группы сапрофитов - бактерии, многие дрожжи и актиномицеты, многие виды грибов из рода *Mucorales*, некоторые виды *Penicillium*; большая часть фитопатогенных грибов.

Мезофиты — микроорганизмы, успешно развивающиеся при относительной влажности воздуха 95...100 %, нижний предел — 80...90 %. В их числе — грибы некоторых видов *Aspergillus*, некоторых видов *Penicillium*, многих *Mucorales*, *Alternaria*, *Cladosporium*.

Ксерофиты — микроорганизмы, успешно развивающиеся при относительной влажности воздуха 90...95 % (нижний предел 70...79 %). В их числе плесени *A. glaucus*, *A. candidus*, *A. restrictus*.

Приведенная характеристика свидетельствует, что рост и развитие микроорганизмов (в т.ч. плесеней) происходят в широком диапазоне относительной влажности воздуха. Причем, как установлено исследованиями, споры плесневых грибов при оптимальной влажности среды обитания прорастают в течение одного дня. А если влажность близка к минимальной (наблюдается при критической влажности зерна), то прорастание спор растягивается на длительное время (несколько месяцев, год и более). При влажности ниже минимальной (ниже критической влажности зерна на 0,5...1 %), споры плесневых грибов постепенно погибают, причем, тем быстрее, чем выше температура (к примеру, споры некоторых ксерофитов *A. repens* и других погибают при относительной влажности воздуха 60 % и температуре 25 °С в течение одного года). Влажность зерна выше критической, в сочетании с благоприят-

ной температурой, благоприятствуют бурному развитию микроорганизмов, приводящему к заметному ухудшению его качества.

Помимо влаги межзернового пространства (как количественной функции средней влажности зерна и примесей), большое влияние на жизнедеятельность микроорганизмов оказывает характер распределения влаги как в пределах анатомических частей отдельных зерен, так и в насыпи. Микроорганизмы весьма чувствительны к влажности оболочек зерна, на которых они размещены. Так, при появлении влаги на поверхности зерна средней влажностью ниже критической (например, вследствие дыхания свежесобранного, не прошедшего этап послеуборочного дозревания зерна, либо в результате конденсации водяных паров вследствие явления термо- и влагопроводности), быстро прорастают споры и интенсивно развиваются плесневые грибы и бактерии. Именно по этой причине весьма неустойчивы в хранении партии зерна, подмоченные при различных обстоятельствах (например, дождем или росой).

Таким образом, средняя влажность зерновой массы и характер распределения в ней влаги — важнейшие условия, определяющие возможность развития в ней микроорганизмов. Надежные средства защиты — предотвращение увлажнения оболочек зерна и снижение его влажности до уровня критической.

Температура зерновой массы. Фактор, определяющий возможность жизни микроорганизмов и интенсивность протекающих в их телах процессов (в т.ч. активность участвующих в этих процессах ферментов). Снижение температуры замедляет интенсивность этих процессов, повышение температуры способствует их интенсификации. Таким образом, ускорение и снижение интенсивности процессов находится в некотором температурном пределе, за границами которого (с обеих сторон) обмен веществ прекращается.

В зависимости от предела температурного оптимума, микроорганизмы делятся на три группы: психрофилы, мезофилы, термофилы. Это, соответственно, холодостойкие, имеющие оптимум при средних температурах и теплолюбивые микроорганизмы, температурный диапазон жизнедеятельности которых дан в нижеприведенной таблице.

Таблица 3.2 — **Классификация микроорганизмов в зависимости от температурного диапазона зерновой массы**

Группа микроорганизмов	Температура, °С		
	минимальная	оптимальная	максимальная
Психрофилы	–8...0	10...20	25...30
Мезофилы	5...10	20...40	40...45
Термофилы	25...40	50...60	70...80

Микрофлора зерновой массы представлена в основном мезофилами, которые развиваются быстро в диапазоне температур 20...40 °С и медленно — при температурах ниже 20 °С. Последние представлены плесенями. Представители других групп микроорганизмов в зерновой массе немногочисленны.

Повышение температуры выше 45 °С приводит к гибели психрофилов и мезофилов. Использование более высоких температур (для воздействия на термофилы) неприемлемо, т.к. уже нижняя граница верхнего температурного предела их жизнедеятельности губительна для зерна даже продовольственного назначения. Консервирующее действие пониженных температур ощущается уже при температурах в диапазоне 8...10 °С. Однако эти низкие температуры не приводят к гибели микроорганизмов, а лишь тормозят их развитие. В частности, в партиях зерна с невысокой влажностью задерживается развитие бактерий и даже плесневых грибов. В зерновых массах высокой влажности этот температурный диапазон недостаточен; в них может происходить быстрое развитие и накопление плесневых грибов. Микроорганизмы не гибнут даже при –20 °С. При достижении температурного оптимума они вновь начинают размножаться.

Следовательно, охлаждение зерновых масс (до температур не ниже 0 °С), — полезное мероприятие, позволяющее защитить зерно от активного воздействия микроорганизмов и, тем самым, сохранить его качество.

Доступ кислорода в межзерновое пространство. По потребности в кислороде микроорганизмы делятся на три группы: аэробные (для жизнедеятельности которых необходим кислород), факультативно-анаэробные (способные жить как в кислородной, так и в бескислородной среде), облигатно-анаэробные (развивающиеся лишь в бескислородной среде).

Микрофлора зерновых масс состоит в основном из аэробных микроорганизмов, прекращающих свою жизнедеятельность при недостатке кислорода в воздухе межзернового пространства, поэтому кислород — лимитирующий жизнедеятельность микроорганизмов, населяющих зерновые массы. Доступ кислорода в межзерновое пространство, в сочетании с другими благоприятными условиями (влажность и температура), активизирует жизнедеятельность населяющих зерновые массы микроорганизмов и, прежде всего, плесневых грибов. Наиболее опасен для свежесобранных зерновых масс начальный период временного хранения (в ожидании послеуборочной обработки), протекающий в условиях доступа кислорода. Даже активное вентилирование, не сопровождающееся достаточно эффективным снижением температуры (или влажности), способствует развитию микроорганизмов (особенно плесневых грибов).

Доступ кислорода, в сочетании с охлаждением и снижением влажности зерна, приостанавливает развитие микроорганизмов.

Недостаток кислорода (например, по мере увеличения продолжительности хранения и накопления в межзерновом пространстве диоксида углерода) подавляет жизнедеятельность аэробной микрофлоры, мицелий плесеней перестает расти, они теряют способность образовывать споры, имеющиеся споры не прорастают и, следовательно, анаэробные микроорганизмы не размножаются, их численность постепенно сокращается.

Таким образом, лишь умело регулируя содержание кислорода в межзерновом пространстве, можно защитить зерно от активного воздействия

микроорганизмов (особенно плесеней). Вместе с тем, следует помнить, что недостаток кислорода снижает всхожесть семян.

Целостное состояние зерна и его покровных тканей. Покровы зерен, не подвергавшихся механическим повреждениям, ограничивают развитие микроорганизмов (например, некоторых сапрофитов), неспособных разрушать клетчатку. Что касается микроорганизмов — паразитов, то, здоровые жизнеспособные зерна с неповрежденным покровом, обладая механическим и активным иммунитетом, препятствуют проникновению их вглубь зерновок. Поэтому микроорганизмы развиваются, прежде всего, на зернах битых, с поврежденными покровами и нежизнеспособных. Такие зерна обладают большей интенсивностью дыхания, чем неповрежденные и жизнеспособные зерна, они — очаг для распространения микроорганизмов в зерновой массе.

На примере зерна кукурузы установлено, что интенсивность развития микроорганизмов на поврежденных зернах возрастает в следующей (в порядке убывания) последовательности: повреждение оболочек в области эндосперма; повреждение оболочек в области зародыша; зерна с единичными трещинами; зерна с сеткой трещин (трещиноватые) и крупноколотые. Что касается целых зерен, то у них самое уязвимое место — зародыш, менее защищенный оболочками, чем другие части зерна. Более того, зародыш богат различными питательными веществами в доступной для микроорганизмов форме. Развитие на зародыше плесеней приводит к потере жизнеспособности зерна, его разрушению.

Таким образом, присутствие в зерновой массе зерен битых, с поврежденным покровом и нежизнеспособных, являющихся носителями активных микробиологических очагов, резко снижает ее стойкость при хранении. Следовательно, такие зерна подлежат обязательному удалению из зерновой массы перед закладкой ее на хранение.

Количество примесей и их видовой состав. Являются мерой количества микроорганизмов, содержащихся в зерновой массе. Исследованиями (на примере 20 партий, отвечающих требованиям базисных кондиций заготавливаемой пшеницы по влажности и содержанию примесей) установлено, что от 32 до 66 % всей микрофлоры находилось на примесях. Наиболее населенными микроорганизмами оказались: проход сита $\varnothing 1$ мм (а в нем особенно пыль), испорченные зерна, минеральный и органический сор. В партиях свежубранного зерна повышенной влажности много микроорганизмов находится на семенах сорных растений.

Подобная неравномерность распределения микроорганизмов по отдельным фракциям зерновой массы может негативно проявиться при явлении самосортирования (в процессе загрузке зерна в склады или силосы). Размещение примесей (и сопутствующих им микроорганизмов) по периферийным участкам зерновой массы, в наибольшей мере подверженных перепадам температуры и образованию конденсата, способствует вспышке микробиологических процессов.

Следовательно, своевременная очистка зерна от примесей (особенно от сорной) перед закладкой на хранение, является важным и необходимым ме-

роприятием.

3.1.4 Изменение состава микроорганизмов при хранении зерновой массы

Условия хранения зерновой массы оказывают существенное влияние на характер изменения количества и видового состава микроорганизмов.

Благоприятные условия для размножения микроорганизмов. В зерновой массе при благоприятных условиях прежде всего растут плесени, обладающие способностью развиваться при меньшей (в сравнении с другими микроорганизмами) влажности зерна и относительной влажности воздуха. Они имеют невысокий температурный оптимум (способны развиваться при более низких температурах — в диапазоне 10...20 °С); проявляют аэробный характер дыхания (для которого при обычном методе хранения с доступом воздуха, а также в свежесобранном зерне всегда есть условия), содержат большое число (комплекс) гидролитических ферментов, способных интенсивно воздействовать на покровные ткани зерна и его внутреннее содержимое.

Исследованиями, на примере пшеницы, установлено, что в условиях аэробного дыхания, при влажности зерна выше критической (до 18 %), преобладает развитие плесеней, проявляются немногочисленные кокки, вытесняющие *Ps. herbicola*. При влажности зерна в пределах 18...20 % наблюдается бурное развитие плесеней и кокков, вытесняющих *Ps. herbicola* и полевые грибы.

Неблагоприятные условия для размножения микроорганизмов. В условиях аэробного дыхания неблагоприятные условия сказываются на снижении общей численности и процентном соотношении за счет исчезновения *Ps. herbicola*, других бесспорных форм и сохранения спор плесневых грибов и спороносных бактерий. В условиях анаэробного дыхания в зерновой массе наблюдается постепенное отмирание плесеней и других аэробных микроорганизмов, развивается анаэробная микрофлора.

3.1.5 Воздействие микроорганизмов на зерновую массу

При благоприятных условиях микроорганизмы начинают активно развиваться в зерновой массе. Начальный период их развития (и размножения) внешне незаметен (на зернах нет явных признаков порчи), его можно выявить систематическим наблюдением за микрофлорой. Опасность начального периода состоит в том, что, получив толчок для своего развития, микроорганизмы не прекращают своей деятельности; их разрушительная работа может привести зерновую массу в состояние полной непригодности к использованию.

Отрицательное воздействие микроорганизмов на зерновую массу может проявиться (по Л.А. Трисвятскому), в зависимости от условий их развития и продолжительности активного существования, в следующих формах: изменение показателей свежести зерна, снижение посевных и товарных достоинств зерна, приобретение зерном токсических свойств, выделение тепло-

ты микроорганизмами.

Изменение показателей свежести зерна. Первым (определяемым органолептически) признаком активной деятельности микроорганизмов в зерновой массе является изменение показателей свежести зерна — цвета, блеска, запаха (и попутно — титруемой кислотности). Эти изменения могут происходить (и без повышения температуры и влажности зерна) в следующей (в порядке нарастания) последовательности: потеря блеска (характеризуется появлением тусклых зерен), изменение цвета, сопровождаемое образованием запахов разложения (характеризуется появлением пятнистых и потемневших зерен; образованием на отдельных зернах колоний плесневых грибов и бактерий, видимых невооруженным глазом; потемнением значительного количества зерен; появлением испорченных зерен - заплесневевших и прогнивших; появлением черных обуглившихся зерен; образованием обуглившейся зерновой массы, потерявшей сыпучесть (наблюдаются только на последних стадиях самосогревания).

Сопровождающие изменение цвета зерна запахи разложения, обусловленные развитием микроорганизмов, принято классифицировать как плесневый, затхлый, гнилостный и амбарный.

Плесневый запах — результат накопления в зерновой массе продуктов активной жизнедеятельности плесеней, прежде всего грибов из рода *Penicillium*. В партиях свежесобранного зерна повышенной влажности этот запах может появиться очень быстро — в течение нескольких суток хранения.

Затхлый запах — результат распада тканей зерна в результате интенсивного развития микроорганизмов. Затхлый запах переходит в муку и вырабатываемые из нее продукты, поэтому такое зерно считается дефектным и согласно действующим ГОСТам не подлежит закупкам. Затхлому запаху сопутствует повышение количества титруемой кислотности.

После сушки зерна с плесневым запахом его запах воспринимается как затхлый.

Гнилостный запах является свидетельством полной порчи сырого зерна, пролежавшего длительное время в сырости и подвергавшегося воздействию плесневых грибов, бактерий и актиномицетов.

Гнилостный запах — явление чрезвычайно редкое для условий достаточно развитой материальной базы хлебоприемных предприятий, наблюдается лишь в просыпях зерна, лежавшего на земле.

Амбарный запах является результатом поглощения (сорбирования) зерном этилового спирта и различных органических кислот, выделяемых в результате жизнедеятельности дрожжей в анаэробных условиях хранения зерна.

Амбарный запах несколько схож с солодовым — характерным запахом прорастающего зерна.

Снижение товарных и посевных достоинств зерна. Изменение показателей свежести зерна в результате жизнедеятельности микроорганизмов

влечет за собой естественное снижение его товарных достоинств.

Согласно используемой до недавнего времени хлебоприемными предприятиями классификации, различали следующие степени порчи (дефектности) зерна в результате жизнедеятельности микроорганизмов:

первая степень — зерно с солодовым запахом, нестойко в хранении, но его можно использовать на продовольственные цели;

вторая степень — зерно с плесенно-затхлым запахом: при поражении плесенями эндосперма и зародыша его используют на кормовые (при отсутствии токсических веществ), или технические цели; при поражении плесенями цветковых пленок или плодовых оболочек, после их удаления зерно можно использовать на продовольственные цели;

третья степень — зерно с гнилостно-затхлым запахом, используется только на технические цели;

четвертая степень — зерно с гнилостным запахом, потемневшими оболочками и эндоспермом, используется только на технические цели.

Согласно действующим ГОСТам, заготавливаемое и поставляемое по классам зерно должно иметь нормальный запах, свойственный здоровому зерну (без затхлого, солодового, плесневого, других посторонних запахов).

Развитие плесневых грибов непосредственно в области зародыша может привести не только к частичному снижению, но и к полной потере всхожести семян. Основная причина — воздействие на зародыш токсичных продуктов жизнедеятельности грибов. Особенно сильно это проявляется в полевых условиях (отражается на полевой всхожести семян).

Приобретение зерном токсических свойств. Развитие в хранящихся зерновых массах повышенной влажности и температуры (порядка 25...30 °С) плесеней, особенно из родов *Aspergillus* и *Penicillium*, может сопровождаться образованием чрезвычайно токсичных для человека и животных веществ — микотоксинов, представляющих собой вторичные метаболиты грибов, и имеющих различную химическую природу. В их числе афлатоксины, охратоксины, зеараленон, фузариотоксины. Большинство таких токсинов обладает гепатотропным и канцерогенным действием на организм человека и животных. Даже кратковременное поступление в организм некоторых из них приводит к поражению печени.

Наиболее часто накопление микотоксинов наблюдается в партиях масличных культур, реже — в злаковых (в т.ч. в большей мере — в зерне кукурузы и в меньшей мере — в зерне пшеницы, ржи, ячменя, риса) и почти никогда — в бобовых культурах.

Известны случаи приобретения зерном токсичных свойств в результате заболеваний растений во время их роста и развития, перезимовки на корню и в скошенном состоянии (в валках) в поле. Наиболее характерно это (в порядке убывания токсичности) для зерна проса, гречихи, пшеницы, ржи, ячменя, овса, бобовых культур. Основная причина — поражение грибами из рода *Fuzarium* (*F. sporotrichiella*, *F. graminearum* и др.).

Приобретенные зерном токсичные свойства сохраняются в течение многих лет. Даже воздействие высоких температур (при нагревании зерна до 100...200 °С) не снижает его ядовитых свойств, и лишь вымачивание зерна в теплой воде приводит к их частичному снижению.

Случайное употребление человеком продуктов из ядовитого зерна приводит к его заболеванию. Из мира животных наиболее чувствительны к зерну с токсичными свойствами лошади и свиньи, менее восприимчивы овцы, крупный рогатый скот, домашняя птица.

Согласно стандартам, содержание микотоксинов в заготавливаемом и поставляемом зерне различных культур не должно превышать допустимые уровни, установленные действующими СанПиН.

Выделение микроорганизмами теплоты. Процесс жизнедеятельности любого живого организма требует затрат энергии для роста и размножения и сопровождается выделением части ее в окружающую среду. Не составляют исключение и сапрофитные микробы зерна, процесс дыхания клеток которых, протекающий на основе разложения и окисления органических веществ, сопровождается выделением теплоты в окружающую их зерновую массу. Выделяемая теплота лишь частично выносится из зерновой массы конвективными потоками воздуха, оставшаяся часть может привести к самонагреванию влажной и сырой зерновой массы.

3.2 Вредители хлебных запасов

3.2.1 Общие сведения о вредителях

К вредителям хлебных запасов принято относить представителей животного мира, повреждающих и уничтожающих зерно, крупу, муку и изделия из них в хранилищах, на перерабатывающих предприятиях, в системе торговли и общественного питания, в домашних условиях.

Встречающееся в старых изданиях литературы название «амбарные вредители» утратило свое значение в связи с заменой амбаров (мелких складских построек) хранилищами (элеваторами и складами) бóльшей вместимости.

В перечень вредителей хлебных запасов входит несколько сотен видов класса насекомых, десятки видов класса паукообразных, некоторые виды классов птиц и млекопитающих.

Вредителей, относимых к насекомым и паукообразным, отличает хорошая приспособленность к условиям обитания, большая плодовитость и быстрое развитие; они широко распространились по земному шару. Среди них, в зависимости от среды обитания, различают три большие группы вредителей хлебных запасов:

вредители, которые способны размножаться только в природных условиях и попадают в хранилища вместе с урожаем, например гороховая зерновка, зерновая совка, нематоды и др.;

вредители, способные размножаться и существовать как в природных условиях, так и в хранилищах, например рисовый долгоносик, зерновая моль, фасолевая зерновка, клещи;

вредители, утратившие связь с природой и обитающие исключительно в хранилищах и в хранящихся в них продуктах растительного происхождения, например амбарный долгоносик, хрущаки, амбарная моль.

По образу жизни насекомых и паукообразных делят на две группы:

образующие скрытую зараженность — полностью или частично развивающиеся скрыто, внутри отдельных зерен, например рисовый и амбарный долгоносик, зерновой точильщик, зерновая моль, фасоловая и гороховая зерновки;

образующие явную форму зараженности — развивающиеся в пространствах между зёрнами или частичками продуктов, а также на их поверхности.

Приспособленность вредителей из числа насекомых и паукообразных к обитанию (и размножению) в хранящихся продуктах объясняется присущими им свойствами:

явлением «танатоза» (от греч. *thánatos* — смерть), иначе — способностью к замиранию, проявляющемуся в виде отцепления от зерна или частиц продуктов, поджимания усиков и ног, предохранения вредителей (в определенной степени) от травм и гибели при перемещении зерна;

явлением «таксиса» (от греч. *táxis* — порядок, расположение), т.е. ответными реакциями на раздражения, проявляющиеся в способности к перемещению в более благоприятные для их существования участки хранящихся продуктов: на температуру (термотаксис: положительный — при перемещении в сторону повышенных температур; отрицательный — при перемещении в сторону пониженных температур), на влажность (гидротаксис: положительный — в сторону повышенных значений влажности), на освещенность (фототаксис: положительный — в сторону источника света; отрицательный — в затемненные места), на содержание кислорода (аэротаксис: положительный — в участки, обеспеченные свежим воздухом); в результате механических раздражений наблюдается баротаксис, проявляющийся в виде явления танатоза;

способностью некоторых из них к существованию и размножению при невысокой влажности продуктов; например, некоторые виды хрущаков способны размножаться в муке влажностью 1 %;

способностью к длительному существованию без пищи в незаполненных хранилищах в условиях повышенной относительной влажности воздуха ($\varphi = 80 \dots 90 \%$) и пониженных (против оптимальных для существования) положительных температур, снижающих интенсивность обмена веществ в их организмах;

незначительным газообменом (замедленным дыханием) у куколок насекомых и гипопусов клещей и, как следствие, высокой выживаемостью их при газовой дезинсекции хранилищ;

способностью некоторых из насекомых (к примеру, долгоносиков, точильщиков и др.) к развитию внутри зерна, что спасает их личинки и куколки от травм.

Существуя и развиваясь в хлебных запасах, вредители уничтожают не-

которое их количество (по некоторым данным, только в результате развития вредителей из класса насекомых теряется не менее 5 % мировых запасов зерна и продуктов его переработки), снижают пищевые, товарные и семенные достоинства. Последнее явление в наибольшей степени характерно для семенного материала, зараженного некоторыми видами клещей, мукоедов, молей и огневок, питающихся зародышами. Снижение пищевых достоинств зерна проявляется: в снижении количества белка, разнонаправленном изменении состава аминокислот, появлении (причем, в значительных количествах) мочевой кислоты; в ухудшении качества выпекаемого хлеба (снижается высота и пористость, изменяется цвет мякиша, появляются посторонний запах и горьковатый привкус). Последствия жизнедеятельности вредителей проявляются в загрязнении зерновых масс и продуктов их переработки экскрементами и шкурками после линьки личинок, трупами умерших экземпляров и пр., возможной непригодности (и даже вредности) продуктов для использования в пищу человека и на корм домашним животным. Некоторые из вредителей (крысы, мыши и птицы) могут быть переносчиками инфекционных заболеваний человека и животных. Крысы и мыши могут портить конструкционные элементы хранилищ, оборудование, тару.

Осуществление комплекса профилактических и истребительных мероприятий с целью защиты хлебных запасов от вредителей невозможно без учета их физиологических особенностей.

3.2.2 Насекомые

Среди вредителей хлебных запасов наиболее многочисленна группа, относимая к беспозвоночным животным типа членистоногих — насекомым, объединенным в один класс — *Insekta* (от лат. *Insektum* — насекомое).

В настоящее время описано до миллиона видов насекомых, которых делят на два подкласса: низшие — бескрылые и высшие — крылатые насекомые. Подклассы в свою очередь делятся на отделы (второй подкласс), отряды, подотряды, семейства. Вредителей хлебных запасов из класса насекомых относят к отряду жесткокрылых — жуков и чешуекрылых — бабочек.

Большинство насекомых — вредителей хлебных запасов, в своем развитии проходит четыре этапа: яйцо, личинка (гусеница), куколка, взрослое насекомое — имаго (от лат. *imago* — образ, подобие — конечная фаза развития крылатых насекомых). Самка после оплодотворения откладывает яйца на те продукты, которыми насекомые питаются по мере развития и во взрослом состоянии. При этом некоторые виды насекомых откладывают яйца (с целью их защиты от внешних воздействий) в специально подготовленные выемки внутри зерна, либо покрывают их слизью.

При благоприятных условиях из яйца развивается личинка (гусеница), внешне не похожая на родителей. В процессе развития личинка несколько раз линяет (сбрасывает свою старую кожу) и с нарастающим прожорством уничтожает значительное количество продуктов. О возможных запасах питательных веществ, накопленных личинкой (или гусеницей), свидетельствует тот факт, что взрослые особи некоторых видов жуков (например, хлебный

точильщик) и бабочек (например, хлебная моль, мельничная огневка) не питаются, а живут и размножаются за счет этих запасов. Достигнув предельного возраста, личинка перестает питаться и превращается в куколку — переходное состояние покоя (неподвижная стадия, главная роль которой — формирование из личинки основных органов жука или бабочки). При этом у жуков куколки непокрытые (свободные), у бабочек — покрытые (тело скрыто под общим чехлом, представляющим затвердевшую вязкую жидкость личиночных желез). В начальной стадии куколки насекомое имеет замедленный обмен веществ и характерную низкую интенсивность дыхания, достигающих максимума ко времени формирования взрослого насекомого.

Появившаяся на свет взрослая особь по мере дальнейшего развития имеет постепенно твердеющий хитиновый покров и постепенно темнеющую окраску.

Молодые самцы и самки обладают способностью к спариванию (некоторые — сразу, после стадии куколки, а другие — после определенного периода дополнительного питания) и кладке яиц; таким образом цикл повторяется.

Период откладывания яиц взрослыми особями жуков длится иногда до года (за этот период самка откладывает в среднем 300...600 яиц). Закончив функцию размножения жуки быстро стареют и умирают.

Бабочки живут недолго — 10...15 суток после выхода из куколки (за этот период самки откладывают в среднем 100...200 яиц).

Некоторые насекомые — вредители хлебных запасов (трипсы, сеноеды, полевые клопы и др.) в своем развитии проходят лишь три этапа: яйцо, личинка, взрослое насекомое. Вышедшая из яйца личинка внешне похожа на родителей и отличается лишь отсутствием крыльев, меньшими размерами и недоразвитостью половых органов. В процессе роста личинка приобретает крылья, а поменяв в последний раз шкурку, превращается во взрослое насекомое.

Жуки. Среди жуков (жесткокрылые, Coleoptera) наибольший вред для хранящихся хлебных запасов представляют жуки следующих семейств: долгоносики, чернотелки, плоскотелки, зерновки, притворяшки, точильщики, древооточцы, грибоеды, щитовидки, кожееды.

Долгоносики (Curculionidae). Систематическое положение: отряд жуки, или жесткокрылые, семейство долгоносики. Распространены повсюду. Имеют голову, вытянутую в трубку (называемую носиком или головотрубкой); именно за эту особенность их и называют долгоносиками (иногда слониками). Из числа долгоносиков наиболее часто встречаются и опасны амбарный, рисовый и кукурузный, образующие скрытую форму зараженности. Их самки, при помощи головотрубки, высверливают в зерне ямочки (по одной в зернах пшеницы, ржи, ячменя, риса и др.; по две-три — в крупных зёрнах кукурузы) и откладывают в них по одному яйцу. Отложив яйцо самка закрывает ямочку выделяемой липкой жидкостью, которая быстро твердеет, образуя пробочку. Самки долгоносиков не откладывают яйца в зернах и продуктах его переработки, влажность которых ниже 11 %; кроме зерна могут

откладывать яйца в крупу и в спрессованную муку. Личинка за время жизни линяет четыре раза. Молодой жук, вышедший из куколки, остается внутри зерна 3...4 дня, питаясь остатками эндосперма, затем прогрызает отверстие в оболочке и выходит наружу. В южных регионах страны численность долгоносиков несколько ограничивается сопровождающими их развитие паразитами — *наездниками* (мелкими насекомыми, размером до 2 мм). Самки наездников при помощи усиков отыскивают зерна с личинками или куколками долгоносиков и откладывают в них яйца. Личинка наездника, выйдя из яйца, присасывается к личинке или куколке долгоносика и паразитирует на ней.

Долгоносик амбарный (*Sitophilus granaries* L.) распространен во всех частях света. Питается следующими продуктами: пшеница, рожь, ячмень, рис; изредка овес, кукуруза, пшено и гречиха. Не развивается в семенах масличных и бобовых культур, в зерне проса.

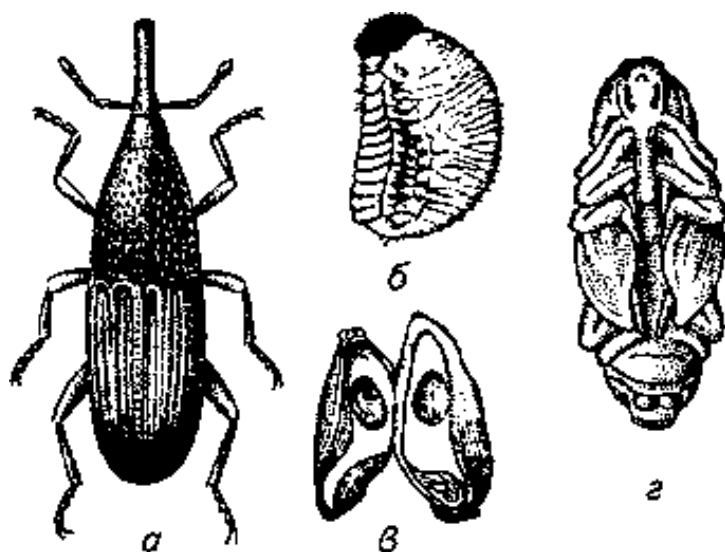


Рисунок 3.1 — Долгоносик амбарный:

a — жук; *б* — личинка (увеличена);

в — личинка в зерне; *г* — куколка

Жук длиной тела 3...5 мм, с хоботком (рис. 3.1), темно-коричневый или черный, с красно-белыми ногами и усиками. Не летает из-за неразвитости задних крыльев. За период жизни самка откладывает от 50 до 300 яиц. Продолжительность развития жука от яйца до взрослой особи зависит от условий среды (например, по некоторым данным: 36 дней — при температуре 24...25 °С и влажности зерна выше 15 %; до 209 дней — при температуре

12 °С). В зерне влажностью ниже 11 % амбарный долгоносик не развивается, а при температуре в пределах 15...13 °С не откладывает яйца. В южных регионах нашей страны дает 2...3 поколения в год, а в центральных — одно или два. В северных регионах не обитает и погибает, случайно попав туда с зерном. Избегает сквозняков и света, быстро погибает от солнечного света из-за перегрева и обезвоживания; его отпугивают запахи соломы, конопли, льняного семени, а также недопустимые для зерновых масс запахи скипидара, нафталина и чеснока. При механических воздействиях замирает, поджимая телу ножки и усики, что и отличает живых жуков от мертвых, у которых ножки и усики торчат в стороны.

Долгоносик рисовый (*Sitophilus oryzae* L., рис. 3.2) распространен в странах с теплым климатом. Основной повреждаемый продукт — шелушенный рис; может развиваться в зерне всех других культур, в которых существует амбарный долгоносик. Отличается от последнего меньшими размерами (до 3,5 мм); может летать и повреждать зерно не только в хранилищах, но и в поле. За период жизни самка откладывает от 300 до 500 яиц. По мере про-

движения с юга на север нашей страны число поколений снижается от четырех-пяти (иногда семи) до трех и менее (до двух — в средней полосе РФ). Отрицательные температуры выдерживает не более 4...5 дней, поэтому при попадании вместе с зерном в центральные районы РФ погибает.

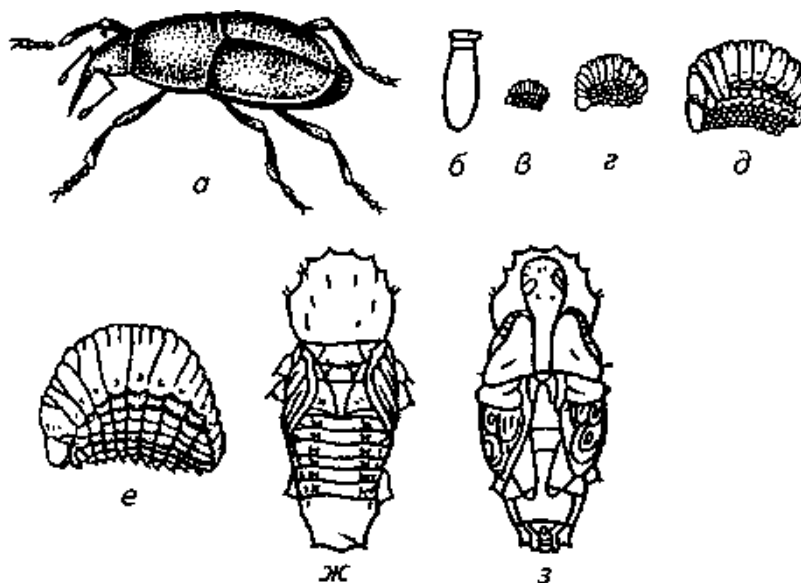


Рисунок 3.2 — Долгоносик рисовый:

а — жук; *б* — яйцо с пробочкой; *в... е* — личинка разных возрастов; *ж* — куколка (со стороны спинки); *з* — куколка (со стороны брюшка)

Долгоносик кукурузный (*Sitophilus zeamays* Motsch) распространен только в теплых районах земного шара, иногда встречается в южных регионах нашей страны. Из продуктов предпочитает кукурузу, но может питаться зёрнами различных культур. Внешне похож на амбарного и рисового долгоносиков; длина тела до 5 мм. Хорошо летает. Откладывает яйца в зерна восковой спелости еще в поле; зерно в фазе молочной спелости не повреждает.

Чернотелки (*Tenebrionidae*). Систематическое положение: отряд жуки, или жесткокрылые, семейство чернотелки. Имеют преимущественно черную окраску, за что и получили свое название. Обитают в различных странах земного шара. Из их числа в нашей стране наиболее распространены и вредны малый и большой мучные хрущаки, малый черный хрущак. Питаются в основном продуктами переработки зерна: мукой, крупой, отрубями. Известны и как вредители зерна, других продуктов.

Хрущак малый мучной (*Tribolium confusum* Duv., рис. 3.3) — один из наиболее широко распространенных и опасных вредителей готовой продукции (как при ее производстве, так и при хранении); может питаться зерном (выедая при этом зародыш), сухарями, хлебом, сушеными овощами и фруктами. Имеет тело длиной до 3,5 мм, хорошо развитые крылья, но не летает. Самка за период жизни в среднем откладывает до 500 яиц (на зерне, в муке, на мешках, на деревянных конструкциях хранилищ и таре). Может размножаться в размолотых продуктах любой влажности при температуре в пределах 21...35 °С; не откладывает яйца при температурах ниже 15 и выше 40 °С и относи-

тельной влажности воздуха ниже 30 и выше 90 %. В результате, в неотапливаемых помещениях дает до двух поколений в год, а в отапливаемых — до

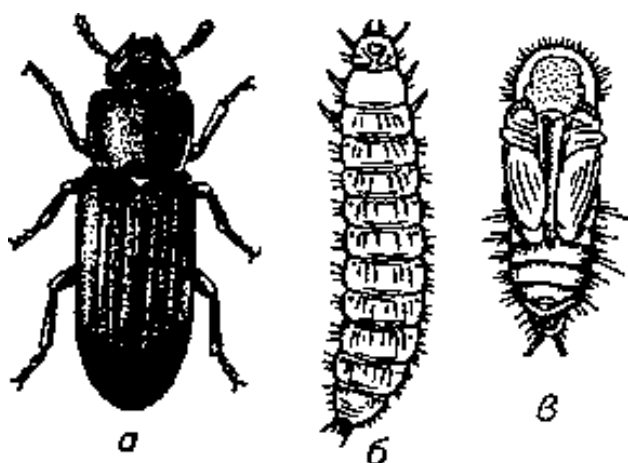


Рисунок 3.3 — Хрущак малый мучной:
а — жук; б — личинка; в — куколка

четырёх (по некоторым данным, при благоприятных условиях существования в муке, потомство от одной пары жуков через 150 дней может достигнуть более миллиона особей). Очень чувствителен к низким температурам.

Хрущак большой мучной (*Tenebrio molitor* L., рис. 3.4) — самый крупный жук — вредитель хлебных запасов, длиной до 16 мм. Основная среда обитания — мука и отруби. Встречается повсюду, чаще — на зерноперерабатывающих и хлебопекарных предприятиях. Хорошо летает в сумерках и ночью.

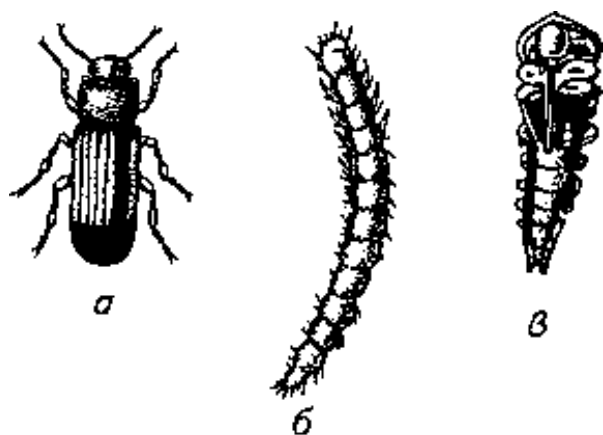


Рисунок 3.4 — Хрущак большой мучной:
а — жук; б — личинка; в — куколка

Самка за период жизни откладывает 280...580 яиц. Дает одно поколение в год (реже — два неполных), зимует в стадии личинки.

Последняя в процессе развития, может линять до 15 раз и достигать в длину 25...30 мм, очень упруга и легко проникает в массу муки и отрубей.

Хрущак малый черный (*Tribolium destructor* Uytt) в России появился в 50-е годы прошлого столетия. Многояден, но предпочитает муку и крупу, придавая этим продуктам неприятный запах креозола.

Из всех вредителей хлебных запасов наиболее распространен в домашних условиях и в системе торговли. Размер тела длиной до 5,5 мм. За период жизни самка откладывает до 1000 яиц. Взрослые особи живут до 3 лет. При благоприятных условиях (температура 25...28 °С, влажность продукта 15 %) период развития одного поколения (от яйца до взрослой особи) составляет 45...60 дней. Не размножается при температурах ниже 14 и выше 30 °С.

Плоскотелки (*Cucujidae*). Систематическое положение: отряд жуки, или жесткокрылые, семейство плоскотелки. Распространены во всех странах мира; представлены большим разнообразием видов, среди которых наиболее распространены и вредоносны рыжий, суринамский и короткоусый мукоеды, как правило, сопутствующие другим насекомым (в основном долгоносикам). Жук и личинка этого семейства многоядны: питаются разнообразной пищей растительного происхождения; личинка нередко питается мелкими насекомыми или отдельными фазами их развития. Находясь в зерновой массе,

плоскотелки целые зерна влажностью менее 15 % не повреждают, а питаются зернами с поврежденной оболочкой и дроблеными.

Мукоед рыжий (*Placonotus testaceus* F.) получил свое название из-за характерного цвета ржавчины. Мукоед (рис. 3.5) имеет небольшие размеры (длина 1,5...2,5 мм) длинные усы, хорошо летает. Чаще всего встречается на перерабатывающих предприятиях. Основная среда обитания — продукты размола зерна (в которых жуки скапливаются большими колониями и могут быть причиной гнездового самосогревания. Чувствителен к действию низких отрицательных и высоких положительных температур.

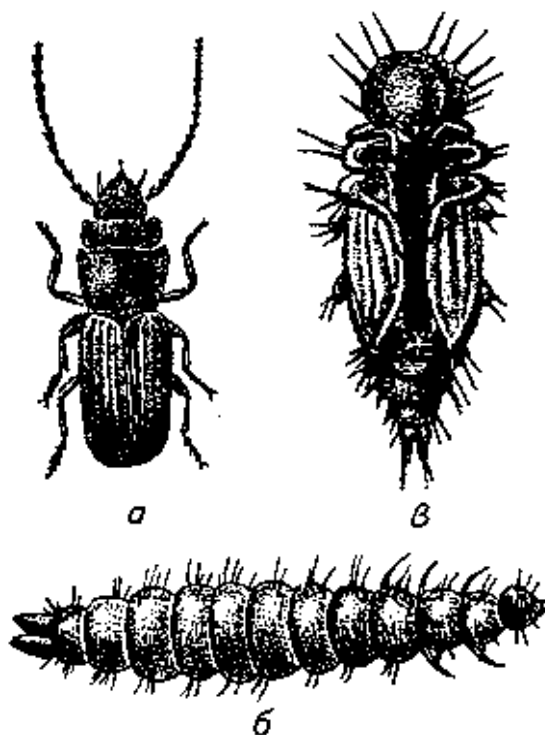


Рисунок 3.5 — Мукоед рыжий:
а — жук; б — личинка; в — куколка

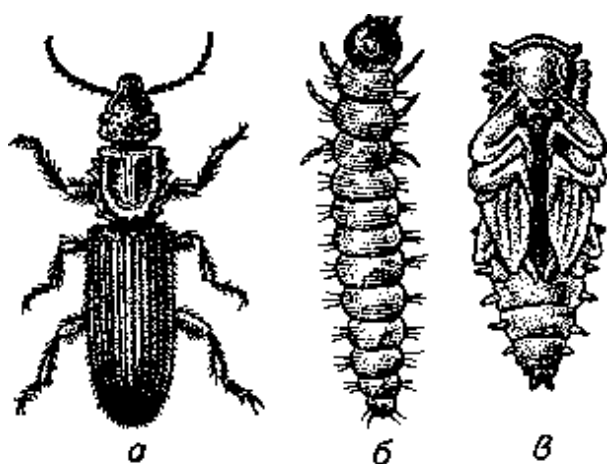


Рисунок 3.6 — Мукоед суринамский:
а — жук; б — взрослая личинка;
в — куколка

Мукоед суринамский (*Oryzaephilus surinamensis* L.) имеет небольшие размеры (длина до 3,5 мм). Мукоед (рис. 3.6) встречается в природе (в том числе под корой деревьев), обитает в хранилищах, на зерноперерабатывающих, хлебопекарных и кондитерских предприятиях, на макаронных фабриках. Питается в основном продуктами переработки зерна (мука, крупа), сухофруктами, иногда дроблеными, изъеденными и увлажненными зернами. Оптимальная температура для развития особи 25...27 °С. Самка за период жизни откладывает до 300 яиц. В южных районах России мукоед дает четыре-пять поколений в год (в отапливаемых помещениях — до семи), в центральных — два-три поколения. При температуре ниже 16 °С не размножается.

Мукоед короткоусый (*Cryptolestes ferrugineus* Steph.) по строению и окраске тела похож на рыжего мукоеда, но имеет более короткие усы. Длина тела до 2,2 мм, хорошо летает. Является типичным зерновым вредителем; в зерновой массе скапливается большими колониями и может вызвать самосогревание зерна. Встречается под корой деревьев, в зерновых отходах, около токов, повреждает зерно в поле и на

токах; в естественных условиях ведет хищнический образ жизни. В зависимости от температуры среды обитания, одно поколение развивается в тече-

ние 36...75 дней.

Зерновки (*Bruchidae*). Систематическое положение: отряд жуки, или жесткокрылые, семейство зерновки. Встречаются гороховая, чечевичная и фасоловая зерновки. Названия этих видов зерновок соответствуют названиям основных культурных растений, на которых они развиваются.

Зерновка гороховая (*Bruchus pisorum* L.) распространена на юге Центрального и Волго-Вятского регионов, в Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском, Поволжском и Уральском регионах. Тело жука (рис. 3.7) овальное, сильно выпуклое, черное, длиной до 4,5 мм; хорошо летает. Жук — фитомонофаг (от греч. *mónos* — один, единый, единственный и *phágos* — пожирающий). Питается и развивается на одном растении — культурном го-

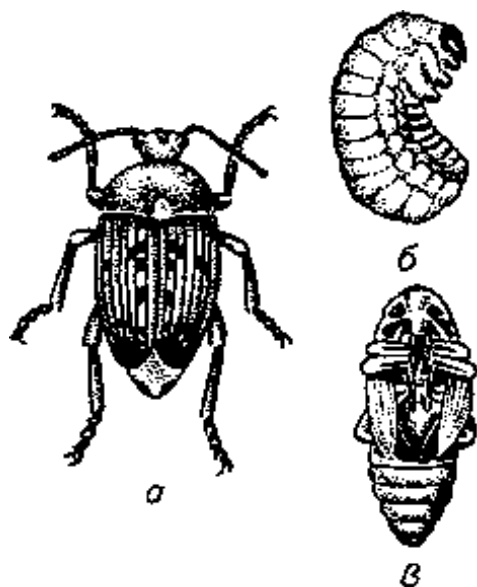


Рисунок 5.7 — Зерновка гороховая:

а — жук; б — взрослая личинка;

в — куколка

рохе. Появляется на посевах гороха в период цветения растений. Питается пылью и венчиками цветков. В период образования бобов самки откладывают яйца на поверхность их створок, в среднем до 200 шт. Образующиеся через 6...10 дней личинки прогрызают стенки боба и проникают внутрь горошин (как правило, по одной личинке на семя), где и развиваются. Перед превращением в куколку личинка, размер которой к этому времени (через 1...1,5 месяца, т.е. незадолго до уборки урожая) достигает 6 мм, делает внутри горошины проход к оболочке и выгрызает ее в виде правильного круга, чем в дальнейшем облегчает выход жука из горошины. Дальнейшее развитие куколки зерновки го-

роховой до состояния взрослой особи происходит внутри горошин в хранилищах. Весеннее потепление (до температуры воздуха 10...12 °С) пробуждает жуков от зимней спячки, они выходят из горошин и вылетают на поля. При неблагоприятных для жизнедеятельности жуков условиях хранения семян гороха (пониженная влажность и резкие колебания температуры), значительная часть жуков гибнет. Поврежденные зерновкой горошины теряют до 35 % своей массы, содержат экскременты и продукты линьки личинок и куколок, иногда трупы погибших жуков; это приводит к полной непригодности таких семян для посева и на пищевые цели.

Зерновка чечевичная (*Bruchus lentis* Fröl) — полный аналог гороховой по устройству тела и образу жизни; развивается исключительно на одном растении — чечевице.

Зерновка фасоловая (*Acanthoscelides obtestus* Say) распространена в СНГ лишь в некоторых теплых и влажных южных регионах (в Краснодарском крае, включая, в том числе, приморскую полосу от Сочи до Батуми и на юге Украины). Длина тела зерновки до 5 мм. Хорошо летает. Жук — фито-

полифаг (от греч. *póli* — много, многое — многоядность, характеризующая поеданием разнообразных растительных кормов). Развивается в семенах преимущественно семейства бобовых. Более вреден, чем гороховая зерновка. Кроме фасоли повреждает сою, чечевицу, нут, люпин, вику, коровий горох, причем не только в поле, но и в хранилище (для чего самка откладывает яйца на семена или тару). В поле самка откладывает яйца (в общей сложности до 200 шт.) на поверхность вполне сформировавшихся бобов с подсохшей оболочкой; образующиеся личинки проникают сквозь оболочку внутрь семени и развиваются там подобно гороховой зерновке. Наблюдения показывают, что в одном семени (например, фасоли) может одновременно развиваться несколько личинок. Чувствителен к пониженным температурам. Нижний температурный предел развития 13 °С, верхний — 31 °С. При оптимальных условиях для жизнедеятельности (температура 23...30 °С, относительная влажность воздуха 80...90 %) дает до 4 поколений и более. Отнесен к карантинным вредителям.

Притворяшки (*Ptinidae*). Систематическое положение: жуки, подотряд разноядных. Жуки этого семейства получили свое название из-за характерного свойства — притворяться мертвыми (подгибая ноги и усики) в случаях перемещения продуктов, в которых они обитают. Наиболее распространенный представитель этого семейства притворяшка-вор (*Ptinus fur* L.) является сравнительно холодостойким вредителем (рис. 3.8). Распространен в Канаде, Англии, других странах Северного полушария. В СНГ встречается в странах Средней Азии, в Беларуси, в России (центральные области, Сибирь, Дальний



Рисунок 3.8 — Притворяшка-вор:
a — самец; *б* — самка; *в* — личинка; *г* — куколка

Восток). Самец и самка различаются по внешнему виду и по размеру (длина самца до 4,3 мм, самки до 3,1 мм), имеют длинные и широко поставленные ноги (что придает им вид паука), тело покрыто волосками. Жук и личинка — полифаги, повреждают зерно (в наименьшей мере) и различные продукты его переработки, готовые изделия из муки (печенье, галеты, сухари, макароны и т.д.), развиваются в сене, сухих лекарственных растениях, в изделиях из ко-

жи, меха; личинки способны прогрызать бумагу. При оптимальной для развития жука температуре (23 °С) самка откладывает до 170 яиц. В зависимости от температуры жук дает от одного до трех поколений в год.

Точильщики (Anobiidae). Систематическое положение: жуки, подотряд разноядных. Распространены повсеместно, по всему земному шару. Представитель семейства точильщик хлебный (*Stegobium paniceum* L.), имеет тело длиной 1,8...3,8 мм, красно-бурый (рис. 3.9). Хорошо летает (лёт наблюдается в июне-июле) и может таким образом попадать в хранилища. Хорошо притворяется мертвым. В течение своей жизни взрослые особи не питаются, а живут запасами, отложенными в процессе развития. В зависимости от условий среды жук дает от двух до четырех поколений в год. Самка

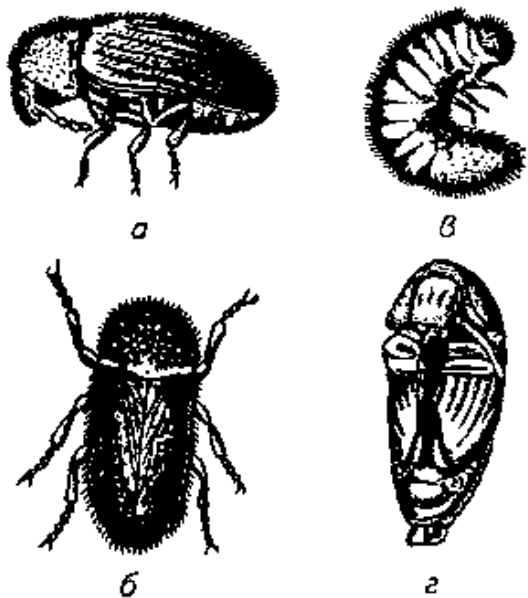


Рисунок 3.9 — Хлебный точильщик:
а — жук (вид сбоку); б — жук (вид сверху); в — личинка; з — куколка

откладывает до 140 яиц кучками на поверхности продуктов. Личинка точильщика, несмотря на сравнительно небольшие размеры (3...5 мм), очень прожорлива; она исключительно подвижна и способна прогрызать (точить) дерево, переплеты книг, зерно, хлеб, сухари, печенье, галеты и т.д., делая в них многочисленные ходы. Поврежденные этим вредителем твердые продукты и предметы узнаются по круглым отверстиям (до 2 мм диаметром) на их поверхности, а, к примеру, мука и крупа — по шарикам диаметром 5...10 мм (перед окукливанием личинка делает себе колыбельку из мелких частиц продукта). Благо-

приятная температура для точильщика 26...27 °С, может развиваться в продуктах влажностью ниже 6 %.

Лжекороеды, капошонники (Bostrychidae). Распространены преимущественно в тропических странах. Насчитывают свыше 500 видов. В южных

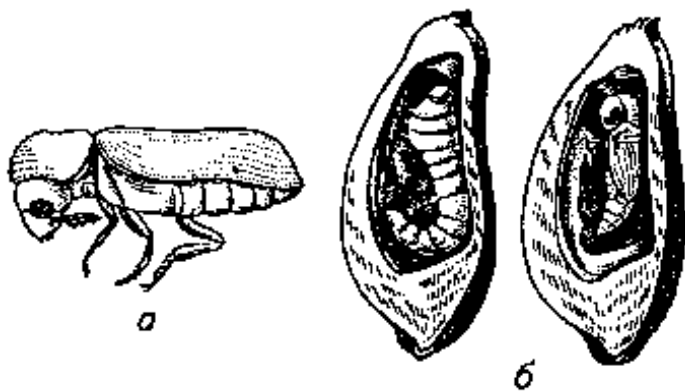


Рисунок 3.10 — Зерновой точильщик:

регионах СНГ — около 20 видов. В их числе зерновой точильщик (*Rhizopertha dominica* F.); широко распространен в странах Средней Азии, Закавказья, на Северном Кавказе и Южном Поволжье, на Украине и в Молдове. Длина тела жука 2,5... 3,5 мм (рис. 3.10). Хорошо летает при дневном и искусственном освещении. Основная среда обитания — зер-

a — жук; *б* — личинки в зерне

новые массы всех злаковых культур, различные крупы и дробленые семена гороха. Не повреждает целые семена бобовых культур и подсолнечника. Самка в течение жизни откладывает на поверхность продуктов до 500 яиц. Вышедшие из яиц личинки вгрызаются в частицы продукта или внутрь зерна. По мере дальнейших циклов развития внутри зерна, личинка и куколка выталкиваются наружу, через входное отверстие, экскременты и мучель в виде измельченных до состояния мучнистой пыли частиц продукта. Появление мучели в зерне и крупе является признаком заражения их зерновым точильщиком.

Молодой жук после выхода из куколки несколько дней остается внутри зерна, питаясь остатками эндосперма. При благоприятных условиях (температура 32 °С и влажность зерна 14...15 %) жук дает до 8...9 поколений в год. По размеру причиняемого ущерба — вредоносности, стоит на первом месте среди остальных вредителей хлебных запасов. Очень чувствителен к пониженным температурам: при температуре 6 °С впадает в холодное оцепенение.

Грибоеды (*Mycetophagidae*). Систематическое положение: жуки, подотряд разноядных. Семейство небольших насекомых — грибных жуков, живущих главным образом в грибах и древесной гнили, питающихся главным образом грибами. В зерновых массах наиболее часто встречается бархатистый грибоед (*Typhaea stercorea* L., рис. 3.11). Длина жука 2,5...3,2 мм, ширина 1...1,2 мм. Вредитель — полифаг. Жуки и личинки питаются зерном различных культур при влажности зерна 13 % и более; наибольший вред причиняют зерну кукурузы, пшеницы, ячменя и проса влажностью 16 % и выше. Личинки чаще питаются зародышем зерна, жук — эндоспермом.

Развитие одного поколения при температуре 26 °С длится 47 суток, при 24 °С — 59 сут, что свидетельствует о высокой чувствительности этих вредителей к температуре.

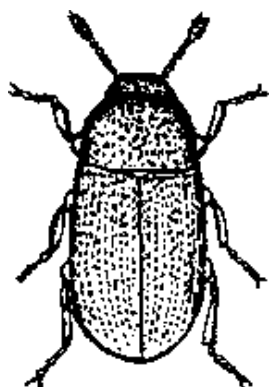


Рисунок 3.11 — Бархатистый грибоед

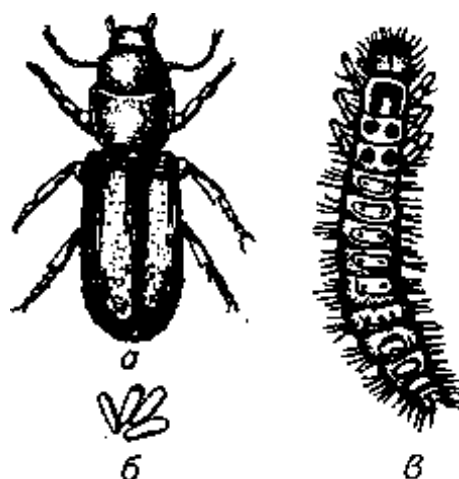


Рисунок 3.12 — Мавританская козявка: *a* — жук; *б* — яйца; *в* — личинка

Щитовидки (*Ostomatidae*). Распространены в странах с теплым климатом, обитают под корой деревьев, питаются различными насекомыми. Пред-

ставитель семейства, мавританская козявка (*Tenebrioides mauritanicus* L.) имеет длину 6,5...11 мм (рис. 3.12). Питается зерном (особенно зародышем), мукой, крупой, отрубями, отходами, личинками других насекомых. Личинки, достигающие 16...18 мм в длину, хорошо прогрызают зерно и древесину, на мукомольных заводах иногда прогрызают шелковые сита. В процессе развития уничтожают много продуктов и засоряют их шкурками от личинок. Перед окукливанием личинка переходит из зерновых продуктов на древесину и делает в ее щелях или специально выгрызенных углублениях колыбельку. Самка откладывает за период жизни от 400 до 1000 шт. яиц (кучками по 20...30 шт.), обычно в мае-июне. В зависимости от условий окружающей среды цикл развития длится от 70 до 400 дней. В неотопливаемых этот жук дает не более одного поколения в год. Ощутимый вред наносит лишь в южных регионах стран СНГ.

Кожееды (*Dermestidae*). Систематическое положение: жуки, подотряд разноядных. Насчитывают около 900 видов во всех частях света. В России — около 130 видов, обитающих преимущественно в южных регионах. Представитель семейства, капоровый жук (*Trogoderma granadium* Ev.), в пределах СНГ (в том числе, в России) не встречается. Широко распространен в странах Юго-Восточной Азии и Африки, известен в Европе и на Американском континенте. Получил название от индийского слова «капра» — кирпич (из-за излюбленного этим жуком места обитания в трещинах необожженного кир-

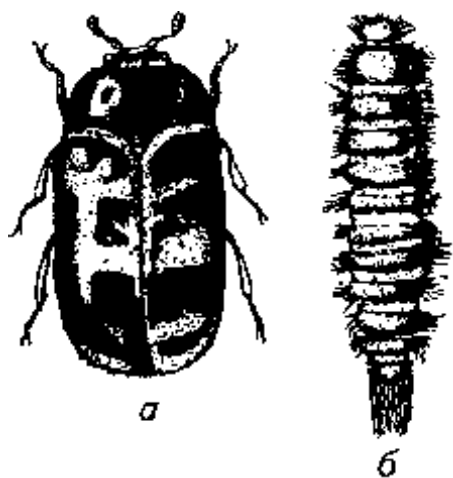


Рисунок 3.13 — Капоровый жук:
а — жук; б — личинка

пича и между кирпичами, используемыми для строительства зернохранилищ). Средняя длина самцов 2 мм, самок 3 мм (рис. 3.13). Личинки жука питаются зерном и продуктами его переработки, орехами, семенами зернобобовых, масличных и овощных культур, жмыхами, сушеными фруктами, макаронными и кондитерскими изделиями, сухими дрожжами, сухими молочными продуктами и др.

Все зараженные жуком продукты личинки превращают в характерную порошкообразную массу, содержащую много мелких экскрементов.

Устойчив к воздействиям окружающей среды и ядохимикатов. В России и остальных странах СНГ отнесен к карантинным вредителям.

Бабочки. Среди бабочек (чешуекрылые, *Lepidoptera*) наибольший вред хлебным запасам наносят бабочки следующих семейств: моли, огневки, совки.

Моли (*Tineidae*). Систематическое положение: отряд чешуекрылых, семейство настоящие моли. Одна из наиболее древних групп насекомых отряда чешуекрылых. Широко распространены во всем мире. В странах СНГ насчитывается до 400 видов. В природе обитают главным образом в степной

и лесной зонах, в горах; в пустыне и тундре почти не встречаются. Ряд видов обитает в хранилищах и в жилище человека. Развитие молей происходит по схеме: яйца (откладываемые самкой) — гусеница — куколка — взрослая особь. Бабочки моли не питаются. Гусеницы молей питаются по-разному: одни питаются листьями цветковых растений, другие — лишайниками и грибами, третьи шерстью, пером, экскрементами и т.п. Среди молей много вредителей. К числу наиболее опасных вредителей хлебных запасов из группы молей относят зерновую и амбарную моль.

Моль зерновая (*Sitotroga cerealella oliv*) — представитель семейства выемчатокрылатых молей. Распространена в южных регионах, где повреждает в поле зерновые культуры в период созревания, в зернохранилищах — повсеместно. Основные объекты повреждения: пшеница, ячмень, кукуруза, гречиха, рис, рожь и др. Заражает зерно в поле на корню, в скирдах и складах. Тело бабочки длиной до 9 мм, размах крыльев 11...19 мм (рис. 3.14).

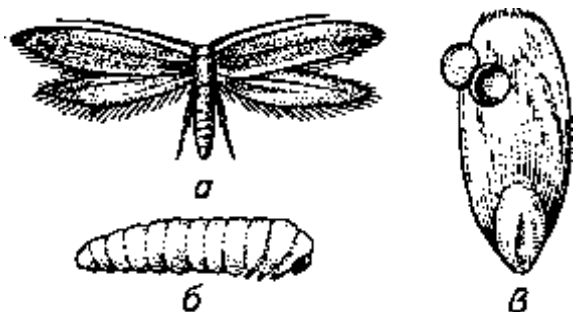


Рисунок 3.14 — Моль зерновая:
 а — бабочка; б — гусеница;
 в — зерно, из которого вышла бабочка

Самка бабочки откладывает до 150 яиц. Гусеница, вышедшая из яйца, прогрызает оболочку зерна и проникает внутрь, в процессе развития гусеница выедает до 3/4 эндосперма. Перед окукливанием гусеница готовит внутри зерна выход для бабочки, надгрызая оболочки зерна с внутренней стороны. При благоприятных условиях (температура 27...28 °С) зерновая моль дает до 8 поколений в год (одно поколение

развивается за 25...35 дней). Теплолюбивый вид. Температура ниже 10 °С для нее губительна. Свидетельством поражения зерна зерновой молью являются следующие признаки: бледная окраска и морщинистая поверхность зерна; наличие пустых зерен с круглым отверстием на боку и высланных паутиной.

Моль амбарная (*granella L.*) — представитель семейства настоящих молей (*Tineidae*), распространена во всех странах мира, один из наиболее вредных насекомых. Основные объекты повреждения: рожь, пшеница, овес, ячмень, кукуруза, соя, сухофрукты и др. Тело бабочки (рис. 3.15) длиной до 8



Рисунок 3.15 — Моль амбарная:
 а — бабочка; б — комки из зерен, образованные гусеницей

мм, размах крыльев 9...14 мм. Самки амбарной моли откладывают на поверхность зерен до 160 шт. яиц. Вышедшие из яиц гусеницы интенсивно питаются зерном, обгрызая его и выедая часть эндосперма. Иногда молодые гусеницы проникают внутрь зерна, но с возрастом выходят наружу. При перемещении гусеницы выделяют паутину, которая скрепляет зерна друг с другом, образуя комы (нередко из нескольких десятков зерен) в поверхностном (до 10 см) слое зерновой насыпи. Характерный признак зараженности зерновой массы амбарной молью — поврежденные зерна, скрепленные в комки паутиной.

В южных регионах стран СНГ и России амбарная моль дает два поколения в год. Первый вылет бабочек наблюдается ранней весной из гусениц, окуклившихся осенью. Второй вылет — в конце лета от поколения бабочек первого вылета. Гусеницы, образующиеся из яиц, откладываемых самками бабочек второго поколения, при благоприятных условиях развития проводят зиму в коконе из паутины; гусеницы, не закончившие своего развития и не образовавшие кокона, с понижением температуры до 6...8 °С погибают. Установлено, что гусеницы формируют коконы не только в зерновой массе, но и в щелях и выемках деревянных конструкций хранилищ, маскируя их измельченной древесиной. Места этих кладок можно обнаружить лишь при тщательном осмотре.

Огневки (*Piralidae*). Систематическое положение: отряд чешуекрылые, семейство огневкообразные, надсемейство бабочек. Распространены повсеместно. Известно свыше 20 тыс. видов, в России и странах СНГ — до 1500 видов. Среди огневок много вредных форм. К числу наиболее опасных вредителей хлебных запасов из группы огневок относятся мельничная, мучная, зерновая и южная.

Огневка мельничная (*Ephestia küchniella* Zell) относится к семейству узкокрылые огневки. Основная среда обитания — помещения зернохранилищ и зерноперерабатывающих предприятий, кукурузных заводов, склады муки хлебозаводов, кондитерских и макаронных фабрик и др. В странах Европы огневка мельничная наряду с малым мучным хрущакom считается наиболее опасным и распространенным вредителем.

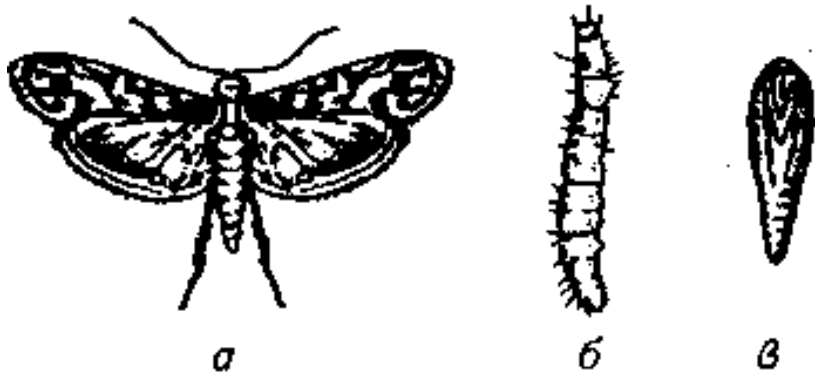


Рисунок 3.16 — Огневка мельничная:
а — бабочка; б — гусеница; в — куколка

Тело бабочки (рис. 3.16) крупнее моли, длиной до 14 мм, размах крыльев до 27 мм.

Гусеница мельничной огневки желто-белого или розоватого цвета, с красно-бурой головой, достигает в среднем длины до 28 мм (20...35 мм), не реагирует на сквозняки и большие потоки воздуха, очень подвижна и прожорлива.

гирует на сквозняки и большие потоки воздуха, очень подвижна и прожорлива.

ва. Источниками питания служат зерна злаковых культур, мука, крупа, отруби, макаронные изделия, сухари, печенье и др.

Живя сообществами, гусеницы при перемещении выделяют паутину, которая оплетает продукт, образуя большие сплошные комья или трубочки, масса которых может достигать нескольких килограммов. Эти комья и трубочки (из пронизанных паутиной частиц корма, личинок, коконов и куколок, экскрементов и личиночных шкур) можно обнаружить в аспирационных и самотечных трубах, в норях, в вальцовых станках и других технологических машинах, служащих источником заражения готовой продукции. Гусеницы прогрызают шелковые сита временно неработающих рассевов; могут быть причиной закупорки временно неработающих самотечных труб.

В зависимости от условий обитания, бабочка дает от одного до нескольких поколений в год; в отапливаемых помещениях — 6...10 поколений. Наиболее благоприятна для развития температура 26 °С. Очень чувствительна к повышенным и пониженным температурам. Перестает развиваться при температуре свыше 35 °С, а при температуре 45...47 °С и относительной влажности воздуха 70 % бабочка гибнет в течение 45 мин, гусеница через 75 мин, яйца через 4 ч.

Гусеницы выдерживают понижение температуры воздуха до 0 °С в течение 4 мес., при –5 °С они погибают через 11 дней.

Огневка мучная (*Pyralis farinalis* L.) распространена повсеместно, за исключением Арктики. Основная среда обитания — помещения зернохранилищ и зерноперерабатывающих предприятий, реже — склады для муки хлебозаводов, макаронных и кондитерских фабрик. Несмотря на название «мучная», эта огневка развивается в основном в зерновых массах; реже — в муке, в соломе, мякине, сене и т.п. При благоприятных условиях в хранилищах и на зерноперерабатывающих предприятиях бабочка может дать до пяти поколений в год и нанести большие повреждения зерну.

Тело бабочки (рис. 3.17) длиной до 12 мм, размах крыльев до 28 мм.

Гусеницы мучной огневки, вначале коричневого цвета, с возрастом меняют цвет на белый, с окрашенными кончиками тела. Гусеницы живут большими сообществами, образуя из поедаемых ими продуктов большие опутанные и пронизанные паутиной комки.

Огневка зерновая (*Ephestia elutella* Hb.), семенная, табачная, шоколадная по внешнему виду схожа с мельничной и не уступает ей по вредности, но более теплолюбива и несколько меньших размеров (длина тела до 8 мм, размах крыльев до 17 мм). В южных районах дает до четырех поколений в год, в центральных — до двух. Источники питания гусеницы — практически все продукты растительного происхождения. В злаковых гусеница прежде всего выедает зародыш. По внешнему характеру повреждения продукта гусеницей (комкование с помощью паутины) зерновую огневку можно спутать с амбарной молью.

Огневка южная (*Plodia interpunctella* Hb.) широко распространена в южных районах. Основная среда обитания — зернохранилища. Тело бабоч-

ки (рис. 3.18) длиной до 9 мм, размах крыльев до 20 мм.

Самка бабочки за период жизни (около 10 суток) откладывает от 100 до 300 яиц. Выйдя из яйца, гусеница строит из паутины трубочку, одновременно прикрепляя к ней экскременты. В теплое время года гусеницы заселяют и переплетают паутиной верхние слои зерновой насыпи (глубиной до 10 см), а в зимнее время могут разместиться в насыпи на глубине 1,5...2 м. В зерне гусеница выедает в основном зародыш.

При оптимальной для южной огневки температуре (28...32 °С), поколение развивается в среднем в течение 23 сут. При сравнительно незначительных понижениях температуры продолжительность цикла развития одного поколения возрастает; при средней температуре 25 °С составляет 33 сут, а при 20 °С — 62 сут.

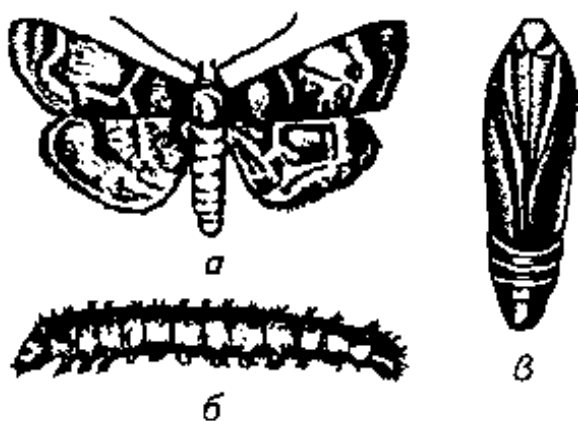


Рисунок 3.17 — Огневка мучная:

a — бабочка; *б* — гусеница;
в — куколка



Рисунок 3.18 — Огневка южная

Совки, ночницы (*Noctuidae*) — семейство бабочек. Распространены по всему земному шару. Известно порядка 10 тыс. видов, в России и странах СНГ — около 3 тыс. видов. Ведут ночной образ жизни. Повреждают сельскохозяйственные и лесные культуры. К числу полевых вредителей зерновых культур относят яровую, стеблевую, ржаную стеблевую и зерновую совки.

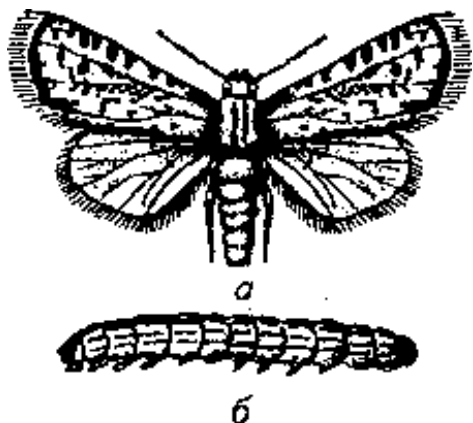


Рисунок 3.19 — Совка зерновая:

a — бабочка; *б* — гусеница

Совка зерновая (*Hadena basilinea seiff*) — типичный полевой, наиболее опасный для зерновых культур вредитель, который, попав в хранилище вместе с зерном в период его уборки, может нанести зерновым запасам серьезный ущерб. Совка зерновая (рис. 3.19) — имеет довольно большие размеры: длина тела до 20 мм, размах крыльев до 40 мм.

Самка откладывает яйца (до 3000 шт.) в период налива хлебов на чешуйки колосовых культур. Вышедшие из яиц гусеницы вгрызаются

в зерно и находятся в нем, пока не перерастут его размеры. По мере дальнейшего развития очень прожорливая гусеница может повредить до 200 зерен пшеницы, объедая их с поверхности, в основном ночью.

Длина взрослой гусеницы составляет 20...28 мм. Она буровато-серого цвета с ярко выраженной светлой полосой на спине и двумя менее яркими полосами по бокам, голова темноокрашенная.

При отдельной уборке, а в основном при затяжке ее сроков, когда часть колосьев и зерен опадает на почву, значительная часть гусениц уходит в почву, где и окукливается. Попавшие в хранилище гусеницы остаются в зерновой массе, выедая (до окукливания) в сухом зерне зародыш. В течение года бабочка дает одно поколение.

3.2.3 Паукообразные

Паукообразные (*Arachnoidea*) представляют собой класс беспозвоночных животных типа членистоногих (*Arthropoda*) и насчитывают в общей сложности около 26 тыс. видов. В этот класс входит большой отряд клещей (*Acarina*), насчитывающий, в свою очередь, около 6 тыс. видов. Из числа последних к вредителям хлебных запасов относят не более 30 видов, — это представители семейств хлебных, волосатых, хищных и пузатых клещей.

Повреждающие зерно и продукты его переработки клещи — мелкие животные, с покрытым хитиновой оболочкой овальным телом длиной 0,2...1 мм. Имеют межвидовые различия по следующим признакам: по размерам, форме и окраске тела; по устройству и расположению в нем щетинок и волосков, помогающим им, несмотря на отсутствие глаз, ориентироваться в пространстве; по способу дыхания, образу жизни и способам размножения.

В зависимости от способа дыхания различают: кожное дыхание (через мелкие отверстия хитинового покрова), характерно для семейства хлебных клещей; трахейное дыхание (через 1...4 отверстия — дыхальца), характерно для волосатых, хищных и пузатых клещей.

По образу жизни (и степени вредности) клещей делят на две группы:

клещи, питающиеся непосредственно зерновыми продуктами; к ним относят семейства хлебных и волосатых клещей, имеющих хорошо развитые верхние челюсти и способных грызть частички зерна, а иногда и целые зерна;

клещи, питающиеся только жидкой пищей; к ним относят семейства хищных и пузатых клещей, имеющих ротовой аппарат колюще-сосущего типа и способных прокалывая оболочки растения или тело животного высасывать жидкое содержимое; в хранящейся зерновой массе эти клещи питаются исключительно своими сородичами, а также яйцами и куколками насекомых.

По способу размножения клещей делят на яйцекладущих (хлебные, волосатые, хищные) и живородящих (пузатые).

Из яйца, размером около 0,1 мм, развивается личинка, размером несколько больше яйца и по форме тела (за исключением количества ног) похожая на взрослого клеща. Личинка, после линьки, пройдя две характерные для клещей возрастные фазы — фазы нимф (разделяемые линькой нимфы первого возраста), превращается (после линьки нимфы второго возраста) во

взрослую форму. Личинки — шестиногие (имеют три пары ног), нимфы обоих возрастов и взрослые особи — восьминогие (имеют четыре пары ног).

В зависимости от условий окружающей среды продолжительность цикла развития клеща (яйцо, предличинка, личинка, 2 нимфальные стадии и взрослая особь) длится от двух недель до нескольких месяцев.

При неблагоприятных условиях для развития промежуточных фаз клеща — от яйца до взрослой особи, (характеризуемых сухостью воздуха и пониженной температурой), нимфы первого возраста приостанавливают свое развитие, входя в состояние диапаузы (от греч. *diápausis* — отдых), характеризующейся снижением дыхательного газообмена, прекращением роста и питания, общего уровня обмена веществ. В результате, вместо нимфы второго возраста образуется особая стадия развития клеща — так называемый гипопус. Гипопусы бывают подвижные (странствующие) и неподвижные. Они имеют уплотненный кожный покров, могут жить без пищи в течение нескольких лет и чрезвычайно устойчивы к неблагоприятным условиям (в том числе, к фумигантам, из-за замедленного дыхательного газообмена). Последнее обстоятельство весьма осложняет обеззараживание зерна и зернохранилищ. При наступлении благоприятных условий гипопус линяет и превращается в нимфу второго возраста; далее развитие идет как обычно.

Благоприятный для развития клещей диапазон температур 18...32 °С. При понижении температуры до 10 °С развитие клещей замедляется. При температуре ниже нуля клещи впадают в холодное оцепенение, а при длительном воздействии подобных температур погибают.

В результате повышенной требовательности к влажности воздуха и употребляемого в пищу продукта, основные виды клещей могут развиваться при влажности хлебных запасов не ниже 12...14 % (отдельные виды — при влажности не ниже 20 %); целые зерна влажностью ниже 14 % клещи не повреждают, а при влажности продуктов ниже 12 % погибают. Наиболее благоприятная для клещей влажность зерна 15...16 %.

В природных условиях местом постоянного обитания клещей являются участки почвы с растительными покровами, где они гнездятся в гниющих растительных остатках и в ризосфере — у корней растений. При понижении температуры клещи обитают в поле под скирдами, на токах и других перевалочных пунктах, в норах грызунов и гнездах птиц. Таким образом, клещи не только хорошо переносят зиму, но и могут сильно размножаться.

В зернохранилища клещи первоначально попадают вместе с зерном нового урожая. Их переносчиками могут быть некоторые насекомые (долгоносики, хрущаки и др.), грызуны и птицы. Могут разноситься ветром с пылью и отходами.

Обитая в хлебных запасах клещи способны причинить следующий вред:

питаясь зерном, выедают часть зародыша и прилегающие к нему участки эндосперма, повреждают оболочки зерна; последствия — снижение всхожести и массы зерна, создание условий для развития микроорганизмов; загрязняют продукты трупами погибших особей, экскрементами и

шкурками от линьки; последствия — образование в продуктах специфических неприятных запахов, ухудшение их цвета;

выделяют при дыхании некоторое количество теплоты и влаги; последствия — создание условий для увлажнения и самосогревания продуктов.

Хлебные клещи (*Tyroglyphidae*). Представлены следующими видами вредителей хлебных запасов: мучной клещ, клещ Родионова, темноногий клещ, удлиненный клещ, узкий клещ.

Клещ мучной (*Acarus siro* L., или *Tyroglyphus farinae* L.) впервые был обнаружен в муке (откуда и название), но фактически — полифаг; в хлебных запасах встречается чаще, чем другие виды. Чаще развивается в муке и крупе. Из зерновых предпочитает пшеницу и рожь, реже повреждает зерно пленчатых и семена бобовых и масличных культур. Может развиваться в сушеных овощах, фруктах, хмеле, лекарственных травах, коже, сыре и других продуктах.

Клещ мучной (рис. 3.20) имеет тело длиной 0,35...0,70 мм; цвет — беловатый (с блестящей поверхностью), головной отдел и ноги — розоватые или буроватые; волоски и щетинки на теле — укороченные, на конце тела — две пары удлиненных щетинок.

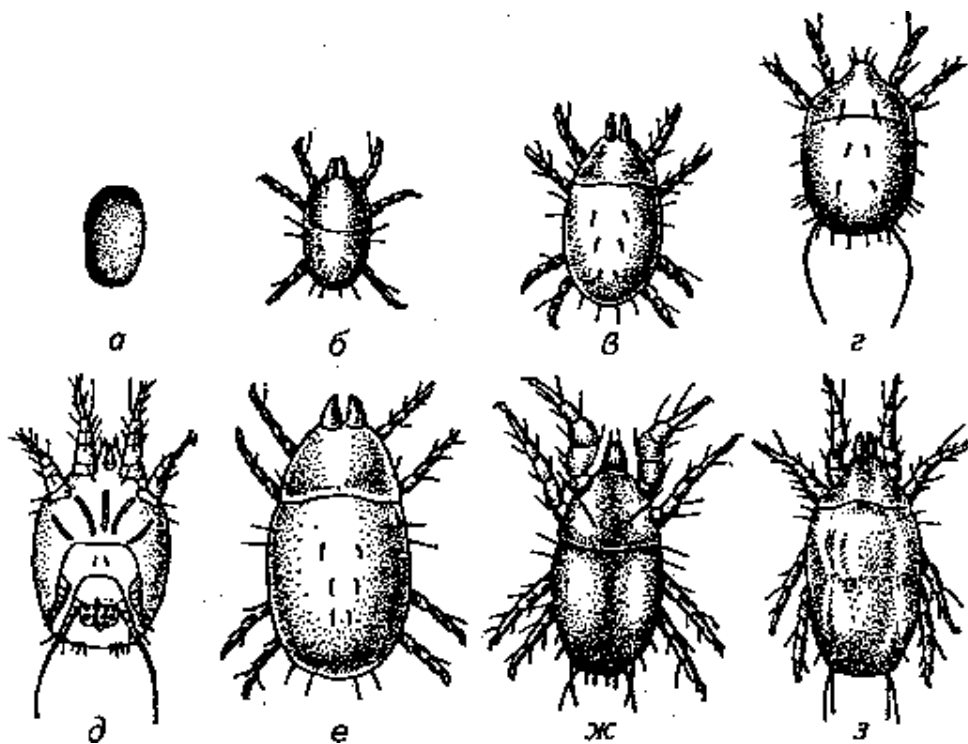


Рисунок 3.20 — Стадии развития мучного клеща:

a — яйцо; *б* — личинка; *в* — нимфа первого возраста; *г* — подвижный гипопус (вид сверху); *д* — подвижный гипопус (вид снизу); *е* — нимфа второго возраста; *ж* — взрослый клещ (самец); *з* — самка

При нормальных условиях окружающей среды (температура 15...22 °С и влажность продукта 14...17 %) клещ последовательно проходит типичные стадии развития: яйцо — личинка — нимфа первого возраста — нимфа второго возраста — взрослая особь. При неблагоприятных условиях из нимфы

первого возраста образуется как неподвижный, так и подвижный гипопус; на брюшной полости последнего (ближе к основанию задних ног) имеется пять пар присосок. С помощью этих присосок подвижный гипопус прикрепляется к телу другого животного и перемещается вместе с ним, пока не попадет в благоприятные для развития условия. Далее гипопус линяет, превращается в нимфу второго возраста, а после очередной линьки, — во взрослую особь.

Клещ Родионова (*Galoglyphus Rodionovi* A. Zachv.) имеет сравнительно крупное тело длиной 0,6...1,2 мм (рис. 3.21), окраска светло-бурая, некоторые щетинки передней пары ног имеют серповидную форму. Считается тепло- и влаголюбивым видом: нормальное развитие идет при температуре 16,5...30 °С и влажности продукта 20...25 %; в зерне сухом и средней сухости не развивается. При неблагоприятных условиях образует подвижный гипопус.

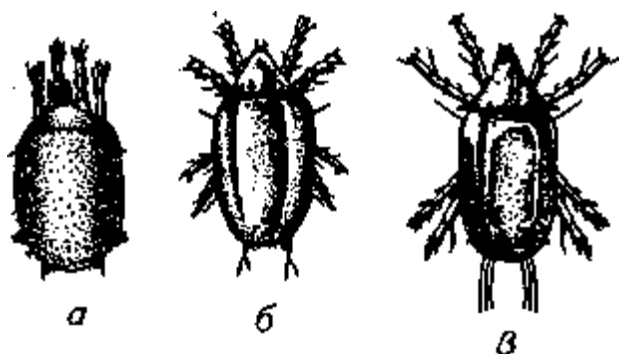


Рисунок 3.21 — Клещ Родионова:
а — гипопус; б — самка; в — самец

Клещ темноногий (*Aleuroglyphus ovatus* Troup.) имеет тело длиной 0,5...0,7 мм, окраска светлая, ноги и челюсти фиолетовые или темно-фиолетовые, на заднем конце туловища (со стороны брюшка) расположено до восьми щетинок длиной около 0,3 мм (до половины длины туловища). Теплолюбив (а потому встречается исключительно в теплых районах), скапливается в местах с температурой 35 °С.

Клещ удлиненный (*Tyrophagus putrescentia* Schrank, или *Tyrophagus poxius* A. Zachv.) имеет тело длиной 0,3...0,4 мм, внешне похож на самку мучного клеща; отличие состоит лишь в том, что на заднем конце туловища расположено большое количество (до 14 шт.) волосков, превышающих половину длины туловища. Более теплолюбив. Оптимальная для развития температура 25...30 °С, влажность продукта выше 14 %. При благоприятной относительной влажности воздуха 90 % нижний порог развития лежит в пределах 7...10 °С и верхний — между 35...37,5 °С. Хорошо развивается при относительной влажности воздуха 100 %; не развивается при относительной влажности воздуха 60 %. Объекты повреждения: пшеница, ячмень, крупа, мука, сухие фрукты, сыр и др.

Клещ узкий (*Tyrophagus entomophagus* Lab.) имеет тело длиной 0,3...0,5 мм (в 2,2...2,3 раза больше ширины, за что и получил свое название), цвет белый или бледно-желтый, ноги и ротовые органы темно-желтые или бурые. Встречается в зерне, муке, мучных изделиях, лекарственных травах, сене, гниющих растительных остатках; вредит коллекциям насекомых. Поврежденная им мука становится темной. Тепло- и влаголюбив.

Волосатые клещи (*Glycyphagidae*). Систематическое положение: класс паукообразные, отряд акариформные клещи. Внешне похожи на хлебных; у

большинства представителей этого семейства тело густо покрыто волосками и щетинками (за что они и получили свое название), изредка - шипиками. Наиболее распространенные виды: обыкновенный волосатый, гладкий и бурый клещи.

Клещ обыкновенный волосатый (*Glycyphagus Destructor Ouds*) имеет тело длиной 0,3...0,55 мм, беловатой окраски, покрытое длинными, торчащими в разные стороны, перистыми волосками (рис. 3.22). Наличие тонких и длинных, покрытых волосками, лапок, позволяет ему быстро (и как бы суетливо) перемещаться по поверхности продукта. В зерновой массе питается в основном сорной примесью и дроблеными зернами. Хорошо развивается в имеющих большую скважистость пленчатых культурах (овес, ячмень). Не развивается в муке — передвижению мешают длинные торчащие волоски. Распространен повсеместно, даже в Сибири. По вредности несколько уступает мучному и удлинённому клещам.

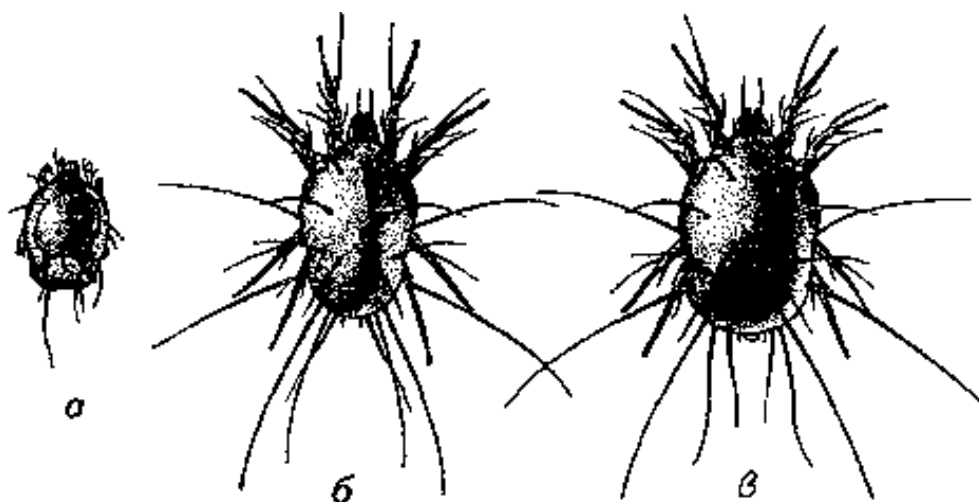


Рисунок 3.22 — Клещ обыкновенный волосатый:

a — неподвижный гипопус; *б* — самец; *в* — самка

При оптимальных для развития условиях (температура 24...29 °С, влажность продукта выше 14 %) самка в течение жизни откладывает до 100 яиц. При неблагоприятных условиях образуется неподвижный гипопус, месяцами устойчиво переносящий сухость воздуха и другие воздействия (к примеру, не погибает в парах синильной кислоты в течение 12 суток, тогда как подвижный гипопус мучного клеща в этих условиях погибает через 15 ч.).

Клещ гладкий (*Chortoglyphus areatus Troup*) имеет тело длиной 0,3...0,45 мм, бледно-желтого или слегка зеленоватого цвета, длинные и тонкие ноги розового цвета (рис. 3.23). Название получил из-за малой опушенности тела (и ног) короткими и редкими волосками. Теплолюбив и малоплодовит. Оптимальная для развития температура 34...35 °С. Встречается в южных районах и на Алтае. Повреждает преимущественно рожь, пшеницу, рис, муку, семена клевера.

Клещ бурый хлебный (*Gohieria fusca Ouds*) имеет тело бурого или коричневого цвета с короткими и гладкими волосками. Оптимальные для развития условия: температура 22...24 °С, влажность продукта 15...16 %.

Повреждает зерно пшеницы и ржи, шелушенный рис. В зерне повышенной влажности может образовывать большие колонии и причинять значительный вред.

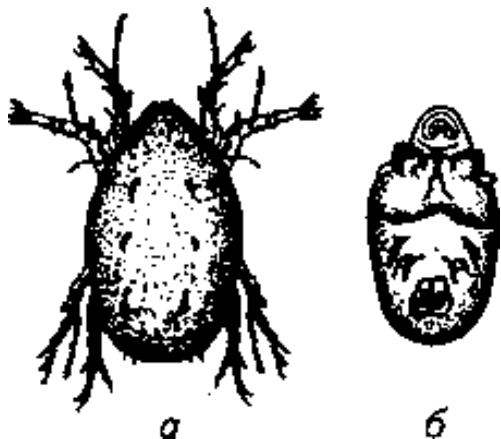


Рисунок 3.23 — Клещ гладкий:
а — самка; б — самец (со стороны брюшка)

Клещи-хищники

(*Cheyletidae*). Имеют ротовой аппарат колюще-сосущего типа, приспособленный для питания жидкой пищей. Несмотря на то, что они уничтожают клещей других видов (хлебных, волосатых), и лишь при недостатке пищи питаются яйцами и личинками своего вида, их нельзя считать совершенно полезными. Сравнительно меньшая прожорливость и низкая плодовитость (в сравнении с хлебными и волосатыми клещами) не позволяет хищ-

ным клещам заметно снизить численность хлебных и волосатых клещей. Более того, хищные клещи загрязняют продукты трупами и шкурками своих жертв, а также своими экскрементами и шкурками после линьки.

Из представителей этого семейства наиболее часто встречается обыкновенный клещ хищный (*Cheyletus eruditus* Schrk). Имеет тело длиной 0,5...0,8 мм, окрашенное в желтовато-бурый цвет (рис. 3.24). Оптимальная температура для развития 17...23 °С. Неблагоприятные условия переносит долго, не образуя стадии гипопуса.

Пузатые клещи (*Pediculoididae*) — живородящие. Некоторые из них, относящиеся к группе вредителей хлебных запасов, паразитируют на личинках и куколках насекомых, клещах других видов. Наибольшее распространение во всех странах мира нашел клещ пузатый (*Pediculoides ventricosus* Newp., рис. 3.25) — мелкий клещ с длиной тела до 0,26 мм у самки и до 0,16 мм у самца.



Рисунок 3.24 — Клещ хищный

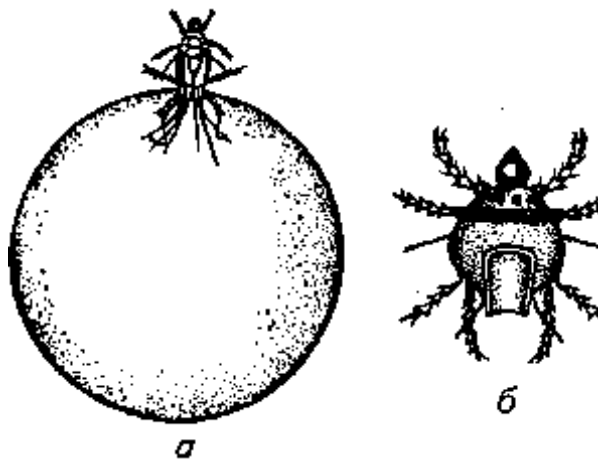


Рисунок 3.25 — Клещ пузатый:

a — самка в конце беременности;

б — самец

3.2.4 Мышевидные грызуны

Из многочисленного отряда грызунов (*Rodentia*, или *Glires*), наиболее опасными вредителями, наносящими огромный ущерб хлебным запасам во всем мире, принято считать крыс и мышей, относимых к семейству мышинные (*Muridae*), а также хомяков и полевок, относимых к семейству хомяковые (*Gricetidae*).

Вредители из семейства хомяковые проживают в норах и в силу приспособленности к питанию растительной пищей повреждают растения зерновых культур и их семена в поле, в основном, — на завершающих стадиях созревания, делая большие запасы зерна на межсезонный период.

Вредители из семейства мышинные, поселяясь на территориях хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий, уничтожают большое количество хлебных запасов, загрязняют их своими экскрементами, являются переносчиками инфекционных заболеваний, а также насекомых и клещей. Испытывая необходимость постоянного стачивания зубов в течение всей жизни, они портят тару, деревянные и бетонные части строительных конструкций, пластмассовые детали машин, резиновые изделия, изоляцию электрических проводов и др.

В странах СНГ встречается три вида крыс (перечисленных в порядке убывания вредоносности для хлебных запасов): серая крыса (*Rattus norvegicus Berk*), черная крыса (*Rattus rattus L.*) и туркестанская крыса (*Rattus turkestanicus Sat*); первые два вида широко распространены в России и странах СНГ, последний вид — преимущественно в Кыргызстане, Узбекистане и Таджикистане.

Из числа мышей в России и странах СНГ наиболее распространены два вида: домовая (*Mus musculus L.*) и полевая мышь (*Apodemus agrarius*).

Первое место по распространенности на территориях хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий и наносимому ущербу занимает серая крыса, второе — домовая мышь. Например, одна пара серых крыс, давая в год от 3 до 7 пометов, в каждом из которых по 7...8 детенышей, способна воспроизвести потомство до 800 особей. При этом одна взрослая серая крыса за год способна уничтожить порядка 22...23 кг зерновых продуктов.

3.2.5 Птицы

Из многочисленного класса птиц (*Aves*), к типичным вредителям хлебных запасов относят воробьев (*Passer*) и голубей (*Columbae* или *Columbiformes*).

Из многочисленных видов птиц рода воробьев в России и странах СНГ широко распространены домовый и полевой воробьи.

Домовый воробей (*Passer domesticus*) ведет оседлый образ жизни, привязанный к хозяйственной деятельности человека; улетает зимовать в Индию лишь из стран Среднеазиатского региона. Имеет тело длиной до 17,5 см, размах крыльев до 26 см, массу до 35 г. Устраивает гнезда в строениях и

в дуплах деревьев. Будучи всеядной птицей, в условиях доступа к хранящимся хлебным запасам, может съесть до 8...12 г зерна в день.

Полевой воробей (*Passer montanus*) меньше домового. Ведет образ жизни, не связанный с хозяйственными строениями. Наряду с питанием насекомыми и семенами сорных растений поедает в полевых условиях семена зерновых культур.

Из многочисленного отряда голубей в странах СНГ (и в России) шире остальных распространен сизый голубь (*Columba livia*). Может иметь массу до 700...900 г. Относится к зерноядным птицам; в естественных условиях, наряду с семенами зерновых культур, питается и семенами сорных растений.

Птицы, наряду с поеданием зерна, засоряют его своими экскрементами, являются переносчиками клещей и инфекционных заболеваний.

3.3 Самосогревание и слеживание зерновых масс и продуктов переработки зерна при хранении

Самосогревание — это явление повышения температуры массы зерна или продуктов его переработки вследствие протекающих в них физиологических процессов и низкой теплопроводности. В результате этого явления температура самосогревающихся масс может достигнуть 55...65 °С; иногда — 70...75 °С, что, несомненно, влечет за собой значительное ухудшение их качества, вплоть до полной потери товарных достоинств.

Основой физиологических процессов, приводящих к самосогреванию масс зерна и продуктов его переработки, является активная жизнедеятельность всех их компонентов, сопровождаемая выделением, в результате их дыхания, значительных количеств теплоты и влаги.

Микроорганизмы, насекомые и клещи, а для зерновых масс — еще и семена сорных растений, причисляемые к разряду дополнительных компонентов (помимо основного зерна), служат дополнительными факторами, способствующими развитию явления самосогревания, поскольку теоретически (в специально созданных условиях) это явление может развиваться и при их отсутствии.

Слеживание — это явление частичной или полной потери сыпучести зерна и продуктов его переработки. Возможные причины слеживания: самосогревание; давление вышележащих слоев зерна или зерновых продуктов на нижние слои (для зерна — и на участки, расположенные у стен хранилищ); замерзание влажного и сырого зерна при охлаждении до отрицательных температур; жизнедеятельность дополнительных компонентов масс зерна и продуктов его переработки.

3.3.1 Особенности возникновения и протекания процесса самосогревания зерновых масс

Характерные особенности протекающих в зерновых массах процессов самосогревания классифицируют по следующим признакам: по видам (месту возникновения и протекания); по исходному состоянию зерновой массы; по характерным периодам, связанным с сезонным изменением температуры и

показателей качества.

В зависимости от места возникновения и протекания процесса различают следующие виды самосогревания: гнездовое; пластовое; сплошное.

Гнездовое самосогревание. Может возникнуть в любом участке зерновой насыпи в результате следующих (любой одной или нескольких, связанных с нарушением основных правил размещения и ухода за зерном) причин: увлажнение какого-то участка зерновой массы в результате протекания крыши или ненадежной гидроизоляции стен (и, или пола) хранилища; образование (при загрузке в хранилище зерна различной влажности) участка с повышенной влажностью; образование (при загрузке в хранилище партий зерна с различным содержанием примесей) участка с повышенным содержанием примесей и пыли (и, естественно, микроорганизмов); скопление насекомых и клещей в одном участке насыпи.

Пластовое самосогревание. Может возникнуть в зерновой массе в результате увлажнения отдельных слоев насыпи, как последствия конвективных токов теплого влажного воздуха и явления термовлагопроводности, вызываемых перепадом температур под действием наружного воздуха, стен, полов хранилища, имеющих (в зависимости от времени года) более низкую, или более высокую температуру, чем температура основной массы хранящегося зерна. Наблюдения показывают, что процесс пластового самосогревания возникает при повышении влажности пласта на 1...2% и более, в сравнении со средней влажностью зерновой массы. В зависимости от расположения греющегося пласта различают самосогревание верховое, низовое, вертикально-пластовое; т.е. греющийся пласт может находиться в верхнем, нижнем и боковом слоях насыпи.

Верховое самосогревание может иметь место в периоды наибольших перепадов температур зерна и атмосферного воздуха, а именно — поздней осенью и весной.

Процесс самосогревания осенью протекает по следующей схеме. Заложенное на хранение, недостаточно охлажденное зерно дышит с выделением теплоты и влаги. Нагретые и увлажненные потоки воздуха вследствие явления конвекции поднимаются вверх и встречают на своем пути верхние участки насыпи, несколько охлажденные холодным атмосферным воздухом. В результате их взаимодействия, вплоть до выпадения конденсационной влаги (при условии охлаждения воздуха и поверхности зерна ниже температуры точки росы), верхний слой зерновой массы увлажняется. В связи с тем, что влага с поверхности насыпи испаряется в окружающее пространство, наиболее увлажненный и обогреваемый снизу пласт, располагающийся на глубине от 0,7...1,5 м до 0,15...0,25 м (при толщине зернового слоя в складе 1,0...1,5 м), вскоре (в результате не только конвективных токов, но и явления термовлагопроводности) превращается в интенсивный источник теплоты и самосогревания. Усилению процесса способствует бурный рост микроорганизмов (особенно плесеней).

Процесс самосогревания весной протекает по следующей схеме. Зерновая масса после зимнего хранения имеет отрицательную, либо близкую к ну-

лю температуру, а атмосферный воздух — положительную температуру. Вследствие явления термовлагопроводности потоки теплоты и влаги перемещаются вглубь насыпи, от верхнего нагретого слоя к нижележащему пласту, имеющему пониженную температуру. В результате, в этом пласте имеют место явления конденсации влаги, усиления физиологических процессов и повышения температуры; причем, это возможно даже для сухого зерна, хранящегося в слое толщиной 1...1,5 м.

Низовое самосогревание может иметь место ранней осенью в следующих случаях: при засыпке недостаточно охлажденного зерна на холодную поверхность пола склада, или днища силоса; при размещении зерновой массы на сырой грунт или площадку без должной гидроизоляции. В первом случае самосогревание развивается (вследствие явления термовлагопроводности) в нижнем слое насыпи на расстоянии 0,2...0,5 м от пола склада или днища силоса. Во втором случае самосогревание сопровождается проращением и слеживанием зерна в нижнем слое насыпи; может быстро захватить и верхние слои в результате перемещения в них теплоты.

Вертикально-пластовое самосогревание, как и верховое, может иметь место в периоды наибольших перепадов температур зерна и атмосферного воздуха, а именно — поздней осенью и весной. Характеризуется образованием вертикального греющегося пласта зерна, расположенного на расстоянии 0,2...0,5 м от стен складов и силосов. В случаях самосортировки зерновой массы, сопровождаемого сосредоточением у стен силоса легко-весных примесей, семян сорных растений, пыли и других компонентов с повышенной физиологической активностью, греющийся вертикальный пласт может примыкать непосредственно к стене.

Сплошное самосогревание. Может возникнуть, как следствие (иначе, как запущенная форма) других видов самосогревания, а также как самостоятельный вид, при наличии единственного условия, — при хранении зерна высокой влажности, содержащего большое количество примесей, в числе которых имеются части растений и незрелые зерна; такие партии зерна нестойки в хранении из-за интенсивных физиологических процессов, сопровождаемых повышением температуры во всем объеме зерновой массы, за исключением ограниченных периферийных участков.

В зависимости от исходного состояния зерновых масс принято различать характерные особенности протекания процесса самосогревания зерна свежееубранного, а также с пониженной влажностью.

Самосогревание свежееубранного зерна. Может возникнуть не только в условиях его повышенной влажности (превышающей пределы ограничительных кондиций), но даже при нормальной (и пониженной) влажности. Исходной предпосылкой для этого служит высокая физиологическая активность свежееубранного зерна, являющаяся следствием неоднородности отдельных компонентов зерновой массы по влажности, степени спелости и зрелости, количеству и составу примесей.

В условиях повышенных температур и влажности процесс самосогревания свежееубранного зерна носит скоротечный характер: в течение несколь-

ких часов температура зерна достигает предела и оно становится полностью испорченным.

Самосогревание партий свежесобранного зерна с влажностью в пределах до критической вызвано, прежде всего, следствием закладки их на хранение в неохлажденном состоянии (с температурой в пределах 20...30 °С и выше) и непринятием мер к снижению их температуры. В условиях повышенных температур, особенно характерных для южных регионов страны, такое зерно энергично дышит, выделяя теплоту и влагу. В результате, даже в очищенном зерне средней сухости и сухом создаются предпосылки для образования на поверхности отдельных слоев зерна конденсационной влаги, со всеми неприятными последствиями, усугубляемыми температурой окружающей среды.

В свете изложенного особо тщательно следует наблюдать за состоянием партий зерна с незавершенным процессом послеуборочного дозревания, для нормального протекания которого необходима температура не менее 15 °С.

Самосогревание зерна при длительном хранении с пониженной влажностью. Возникает в результате активизации жизнедеятельности микроорганизмов в результате сезонных перепадов температуры в верхних слоях насыпи, сопровождающихся явлениями термовлагопроводности и конденсации в этих слоях влаги, а при наличии вредителей (клещей, рыжих мукоедов) — явлением таксиса и скоплением их в больших количествах в отдельных участках насыпи. Подобное самосогревание чаще всего наблюдается весной в зерновых насыпях, длительно находящихся в хранилищах без перемещения.

3.3.2 Последствия самосогревания зерна

Процесс самосогревания зерна сопровождается снижением его качества и потерей сухих веществ, происходящих в результате изменений углеводного, белкового и липидного комплексов зерна. В частности, происходит гидролизация значительной части крахмала зерна до сахаров, которые используются затем в качестве энергетического материала при дыхании. Под действием микроорганизмов и собственных ферментов зерна происходит увеличение продуктов разложения белков и их тепловая денатурация. Хлеб из муки гревшегося зерна всегда имеет пониженные качества: меньший выход и пористость, более темный мякиш, часто подвергается картофельной болезни. Липиды зерна и семян подвергаются гидролизу под действием липаз плесневых грибов. В семенах подсолнечника наблюдается рост кислотного числа жира; часть жира переходит из ядра семени в плодовую оболочку, растет число дефектных семян.

Размеры наносимого зерну ущерба зависят от температуры нагрева и длительности пребывания зерна в греющемся состоянии. По этим признакам процесс самосогревания принято условно делить на три характерных периода, — начальный период самосогревания, период развития самосогревания, период запущенного самосогревания.

Начальный период самосогревания. Характеризуется повышением температуры зерна до 24...30 °С. В партиях сырого зерна появляется запах плесени; в менее влажном — солодовый (амбарный) запах. Цвет зерна не изменяется, хотя на зародышах появляется плесневый налет, а на зернах — конденсационная влага. Отмечается снижение посевных достоинств.

Период развития самосогревания. Характеризуется резким (за сравнительно короткий срок — в течение 3...7 дней) повышением температуры зерна до 34...38 °С. Появляются солодовый запах и запах печеного хлеба. Влажные зерна пшеницы и ржи, а также цветковые пленки овса и ячменя несколько темнеют. Недозрелые зерна становятся мягкими, на многих из них появляются видимые невооруженным глазом колонии плесеней. Наблюдается отпотевание зерна и заметное снижение его сыпучести. Резко снижается всхожесть, существенны потери в массе. Характерно бурное развитие плесневых грибов.

Период запущенного самосогревания. Характеризуется повышением температуры зерна до 50 °С и более. Появляется запах гниения (разложения). Зерно интенсивно темнеет. Отдельные зерна плесневеют или загнивают. Резко снижается сыпучесть. На завершающей стадии процесса отмечаются обугливание зерна и полная потеря его сыпучести.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте характеристику понятий: микроорганизмы, микробы, микрофлора, а также классификацию микрофлоры в зависимости от образа жизни и воздействия на зерно. 2. Перечислите видовой состав и дайте краткую характеристику бактерий — сапрофитов, плесневых грибов, дрожжей и актиномицетов. 3. Дайте краткую характеристику фитопатогенных и патогенных для человека и животных микроорганизмов. 4. Назовите и охарактеризуйте факторы, влияющие на условия жизнедеятельности микроорганизмов в зерновой массе. 5. Дайте классификацию микроорганизмов по величине минимальной потребности во влаге, по зависимости от предела температурного оптимума, по потребности в кислороде. 6. Охарактеризуйте причины изменения состава микроорганизмов при хранении зерновой массы. 7. Перечислите негативные последствия воздействия микроорганизмов на зерновую массу. 8. Дайте характеристику признаков изменения под воздействием микроорганизмов показателей свежести зерна, его товарных и посевных достоинств. 9. Назовите причины приобретения зерном токсических свойств; перечислите виды микотоксинов. 10. Дайте классификацию насекомых и паукообразных — вредителей хлебных запасов по следующим признакам: в зависимости от среды обитания; по образу жизни. 11. Охарактеризуйте свойства приспособленности вредителей из числа насекомых и паукообразных к обитанию и размножению в хранящихся продуктах. 12. Дайте характеристику последствий жиз-

недеятельности вредителей в хлебных запасах. 13. Назовите и охарактеризуйте этапы развития насекомых — вредителей хлебных запасов. 14. Перечислите семейства и наиболее характерных для этих семейств видов жуков — вредителей хлебных запасов. 15. Перечислите семейства и наиболее характерных для этих семейств видов бабочек — вредителей хлебных запасов. 16. Дайте классификацию паукообразных — вредителей хлебных запасов, по следующим признакам: по способу дыхания, по образу жизни, по способу размножения. 17. Перечислите семейства и наиболее характерных для этих семейств видов клещей — вредителей хлебных запасов. 18. Дайте характеристику мышевидных грызунов. 19. Дайте характеристику птиц — вредителей хлебных запасов. 20. Охарактеризуйте последствия жизнедеятельности в зерновых массах и продуктах их переработки насекомых и паукообразных — вредителей хлебных запасов. 21. Охарактеризуйте сущность, движущие факторы и последствия явления самосогревания. 22. Опишите характерные особенности различных видов самосогревания (в зависимости от места возникновения и протекания процесса). 23. Опишите характерные особенности самосогревания при различном исходном состоянии зерновой массы. 24. Опишите характерные периоды процесса самосогревания и их последствия.

Глава 4

Процессы, происходящие в муке, крупе и комбикормах при хранении

Продукты переработки зерна (мука, крупа, отруби, мучка и комбикорма) имеют характерные особенности протекающих при их хранении процессов.

4.1 Процессы, протекающие в муке при хранении

Мука, в отличие от зерна, лишена оболочек, выполняющих для него защитные функции, и по существу ничем не защищена от воздействий окружающей среды. Более того, при помоле возможен переход с поверхности зерна в муку части микроорганизмов, которые при хранении муки способны ухудшить ее качество.

Обладая жизненными функциями, частицы муки, тем не менее, лишены характерной для целого живого зерна биологической координации протекающих процессов. Имея большую относительную поверхность частиц, мука обладает высокой способностью сорбировать из окружающей среды пары влаги и газы, в том числе кислород. Это, в свою очередь, создает условия для возникновения в муке гидролитических и окислительных процессов, способных оказывать существенное воздействие на белки, липиды и другие вещества.

Вследствие этих особенностей муку трудно хранить, она значительно менее долговечный продукт, чем зерно. Даже при хранении в обычных условиях в течение нескольких месяцев, в муке могут происходить процессы, приводящие к ухудшению ее качества, а иногда и к потерям в массе.

Все происходящие в муке процессы, в зависимости от влияния их на ее потребительские достоинства, принято делить на две группы: положительные и отрицательные.

Положительные процессы. Способствуют улучшению качества муки, в первую очередь ее хлебопекарных достоинств. В результате протекания этих процессов можно получить хлеб хорошего качества. Совокупность положительных процессов при хранении пшеничной муки принято называть ее *созреванием*. Период хранения, в течение которого завершаются положительные процессы, называют *отлежкой*.

Отрицательные процессы. Приводят к снижению качества муки, к потерям массы ее сухих веществ. Характерные отрицательные процессы: перезревание, прогоркание, развитие вредителей (насекомых и клещей), плесневение, прокисание, самосогревание, уплотнение и слеживание.

Знание характерных особенностей и физиолого-биохимической сущности протекающих при хранении муки процессов позволяет создать условия, способствующие созреванию муки и предупредить (или ослабить) развитие отрицательных процессов.

4.1.1 Дыхание (газообмен) муки

Свежесмолотая мука характеризуется интенсивным газообменом с воздухом. Дышат не только частицы муки, сохранившие свои жизненные функции, но и присутствующие в муке микробы. Накопление выделяемых при этом влаги и теплоты может, при определенных условиях (при температуре 20 °С и выше, и влажности муки в пределах 14,5...15,5 %), привести к самосогреванию и слеживанию муки. Характерные признаки подобного интенсивного газообмена, — уменьшение количества кислорода и увеличение содержания диоксида углерода в воздухе, находящемся в хранящейся муке. Основная причина — резкое увеличение, по сравнению с зерном, активной поверхности частиц муки (на единицу ее массы) и доступ к ним кислорода, особенно в процессе размола (сопровождаемого повышением температуры продуктов), сортировки и формирования сортов муки. Интенсивность дыхания снижается при понижении температуры муки. Так, по данным Н.И. Соседова и А.П. Прохоровой, при понижении температуры с 22 до 10...12 °С, количество диоксида углерода, выделяемого за 24 ч 100 г свежесмолотой пшеничной муки первого сорта, снизилось с 1,081 до 0,678 мг, т.е. в 1,6 раза, а при понижении температуры с 22 до 5 °С — в 5,6 раза. Следовательно, для предупреждения нежелательных последствий газообмена, свежесмолотую муку следует охладить (например, при пневмотранспортировании или при выбое в тару) и соблюдать режимы хранения.

4.1.2 Созревание пшеничной муки

Тесто из свежесмолотой муки характеризуется повышенной ферментативной (амилолитической) активностью и, как следствие, — низкими хлебопекарными свойствами. Выпеченный из такого теста хлеб имеет признаки, характерные для хлеба, выпеченного из муки со слабой клейковиной: расплываемая форма, плотный и малопористый мякиш, корка покрыта мелкими трещинами.

Хлеб, выпеченный из той же, но созревшей (после отлежки) муки имеет значительно лучшие показатели. Основные признаки созревания муки — ее побеление, укрепление клейковины (как следствие, улучшение хлебопекарных достоинств), положительные изменения в углеводно-амилазном комплексе.

Побеление муки. При созревании происходит побеление муки, которое обусловлено химическим процессом окисления и сопутствующего обесцвечивания содержащихся в ней каротиноидных пигментов. При хранении муки в бескислородных средах мука не белеет.

Укрепление клейковины муки. При хранении муки происходит ее укрепление, в основном, по двум причинам: во-первых, в результате воздействия на клейковину непредельных жирных кислот (в большей степени олеиновой), образующихся при ферментативном гидролизе жира, и, во вторых, в результате окисления кислородом воздуха активаторов протеолиза и перевода их в неактивное состояние. В результате, клейковинные белки менее атакуются ферментами и при замесе теста клейковина остается упругой.

Изменения в углеводно-амилазном комплексе хранящейся муки. Сопровождаются снижением величины показателей ее сахаро- и газообразующей способности в результате снижения ферментативной атакующести крахмала и снижения активности амилаз.

Продолжительность созревания муки. Зависит от температуры ее хранения и исходных хлебопекарных свойств зерна, из которого она была выработана. Значительно быстрее мука созревает при температурах 25...45 °С. Понижение температуры замедляет этот процесс, вплоть до полной остановки при 0 °С. Используя этот эффект можно с помощью температурного фактора регулировать ход (и темп) процесса созревания и, тем самым, продлевать срок безопасного хранения муки, ускоряя ее созревание перед отгрузкой. Более продолжительные сроки должны отводиться на созревание муки с исходной слабой клейковиной зерна. И, наоборот, муку из зерна с хорошими хлебопекарными свойствами следует отгружать в первую очередь. Особенно это касается муки с исходной крепкой клейковиной. Повышенные температуры приводят к ее быстрому перезреванию.

4.1.3 Перезревание пшеничной муки

Превышение срока отлежки, необходимого для созревания, приводит к перезреванию муки. Основные признаки перезревания муки — это чрезмерное укрепление клейковины, приводящее к ухудшению хлебопекарных достоинств, и потеря свежести.

Чрезмерное укрепление клейковины. Приводит к тому, что тесто при замесе становится крепким, малорастяжимым, а хлеб получается низкого качества.

Потеря свежести муки. Проявляется в увеличении кислотного числа жира и титруемой кислотности, происходящих под действием ферментов или микроорганизмов. Так, по данным ряда исследователей, в свежесмолотой муке, выработанной из доброкачественного зерна, кислотное число жира составляет 15...20 единиц (мг КОН / 100 г продукта); при хранении муки оно возрастает, и в течение месяца, особенно в условиях повышенных температур (свыше 35 °С), может достигнуть 50...60 единиц. Нарастание титруемой кислотности муки наблюдается уже при температурах выше 10...15 °С (при опытном хранении муки в течение 24 сут при температуре 15 °С она возросла с 4,1 до 4,2°, а при температуре 45 °С — с 4,1 до 4,6°). Темпы потери свежести возрастают с повышением не только температуры, но и влажности муки. Кислотное число жира и титруемая кислотность муки являются надежными показателями степени ее свежести и продолжительности хранения. Мука с высокой кислотностью и высоким кислотным числом признается несвежей; она, как правило, имеет пониженные хлебопекарные свойства и даже может быть совсем непригодной для выпечки хлеба.

4.1.4 Прогоркание муки

Явление изменения качества муки при хранении, сопровождающееся накоплением в ней горького вкуса и запаха испорченного жира принято на-

зывать прогорканием. *Прогоркание* — это негативное последствие изменений в липидах муки в результате проходящих в ней гидролитических и окислительных процессов. Характер протекания и конечные результаты последних, от начальных признаков, вплоть до полного прогоркания, зависят от следующих условий: исходных свойств муки (а точнее, от состояния и качества зерна, из которого она выработана), доступа воздуха, температуры, при которой хранится мука, ее влажности, доступа солнечного света, сорта муки.

Исходные свойства муки. Мука, выработанная из зерна различного состояния и качества, по-разному переносит длительное хранение. Особенно нестойка в хранении и быстро прогоркает (к примеру, уже через два месяца хранения при температуре 20 °С) мука, выработанная из партий зерна, подвергавшихся самосогреванию, а также содержащих морозобойные и проросшие зерна. Причина — содержание в таком дефектном зерне значительного количества свободных жирных кислот, а также активной липазы и липоксигеназы. Следовательно, партии муки, выработанные из зерна с перечисленными дефектами, подлежат первоочередной реализации.

Доступ к муке воздуха. При обычных условиях хранения, мука, затаренная в мешки, в достаточной мере обеспечена воздухом, кислород которого участвует в окислительных процессах, приводящих к прогорканию жира. Этому не препятствует даже уплотнение муки, характерное для нижних слоев штабеля. Процесс прогоркания замедляется при бестарном хранении муки в вакууме, а также в регулируемой, либо модифицированной газовой среде, с пониженным содержанием кислорода.

Температура хранения муки. Скорость окислительных и гидролитических процессов, сопровождающихся окислением и прогорканием жира, существенно возрастает при повышенных температурах, достигая максимума уже при 30...35 °С. Эту особенность необходимо учитывать при хранении муки не только в южных регионах страны, но и в центральных регионах страны во второй половине жаркого лета. Особое внимание следует уделять малоустойчивым в хранении партиям муки.

Влажность муки. Скорость протекания процессов, приводящих к окислению и прогорканию жира, в значительной мере зависит от влажности муки. Чем она выше, тем менее интенсивнее процессы. Наибольший эффект торможения окисления и прогоркания жира наблюдается при влажности муки в пределах 15...16 %. Причина — присутствующая в муке влага защищает ее частицы от доступа к ним кислорода воздуха. Следует учитывать, однако, что хранение муки повышенной влажности может привести к ее порче в результате активизации жизнедеятельности микроорганизмов.

Доступ к муке солнечного света. Солнечный свет существенно ускоряет процесс окисления и прогоркания жира при хранении (как правило, в домашних условиях) небольших запасов муки в прозрачных емкостях. При хранении в складах мука защищена от солнечных лучей и этот фактор не имеет существенного значения.

Сорт муки. Мука высоких сортов, содержащая меньшее количество жиров, прогоркает значительно быстрее муки обойного помола, с более вы-

соким содержанием жиров, присутствующих в зародыше и алейроновом слое перерабатываемого зерна. Причина — присутствие в обойной муке зародышевых частиц с витамином Е, который является антиоксидантом и ослабляет процессы окисления и прогоркания жира. Эту особенность следует учитывать при хранении муки, выработанной по технологиям, предусматривающим выделение зародыша при подготовке зерна к помолу.

Мука с начальными признаками прогоркания дает хлеб нормального качества, а потому подлежит немедленному использованию. Признаком непригодности прогоркнувшей муки к использованию является горький привкус выпеченного из нее хлеба.

4.1.5 Развитие в муке клещей и насекомых

При благоприятных условиях (наличие источника заражения, достаточного для жизнедеятельности количества влаги, кислорода и положительные температуры), в муке могут развиваться вредители — насекомые и клещи. Мука с признаками заражения вредителями считается нестандартной и не подлежит не только использованию, но и отпуску на другие предприятия (точнее, реализации) без предварительного обеззараживания. Следует учитывать, что реализация партий зараженной муки приводит к заражению перевозочных средств, тары и складов потребителей. Вредители, в процессе своего развития, не только уничтожают часть муки, но и загрязняют ее трудноудаляемыми продуктами своей жизнедеятельности — шкурками линьки, телами, экскрементами, которые невозможно удалить из муки обычным просеиванием. Исключение составляют крупные личинки большого мучного хрущака и гусеницы некоторых бабочек, легко выделяемые при просеивании. Единственным средством полной ликвидации зараженности вредителями муки, транспортных средств, тары и складов — это газовая дезинсекция.

4.1.6 Плесневение муки

Хранение муки повышенной начальной влажности, либо негативные последствия явления термовлагопроводности (в результате резкого перепада температур), создают благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, в частности для развития плесневых грибов, в основном из рода *Penicillium* и в меньшей мере — из рода *Aspergillus*, при одновременном резком сокращении количества *Bact. herbicola*. Особенно это характерно для слоев муки, прилегающих к ткани мешка, или к стенке силоса (при бестарном хранении). Развитие плесневых грибов сопровождается дополнительным увлажнением муки и распространением очага плесневения — от периферийных слоев к внутренним. Беспрепятственному проникновению мицелия гриба во внутренние участки мешка или силоса способствуют высокая скважность муки и наличие в скважинах запасов воздуха.

Наиболее характерные негативные последствия плесневения муки: потемнение; образование специфического затхлого запаха, передающегося выпекаемому хлебу; снижение содержания белков; увеличение содержания водорастворимых азотистых веществ; укрепление клейковины; возможное об-

разование микотоксинов.

Не подвергавшаяся плесневению мука (с нормальной для хранения влажностью) содержит в 1 г в среднем 0,1...1,0 тыс. спор плесневых грибов. Количество последних в муке в значительной мере зависит от используемой на мукомольном заводе технологии подготовки зерна к помолу. И, кроме того, совершенно очевидно, что наиболее населены микроорганизмами (в т.ч. плесневыми грибами) отруби и наименее — мука высшего и первого сортов. При благоприятных для плесневения условиях численность плесневых грибов возрастает в десятки и сотни раз.

4.1.7 Прокисание муки

Специфические кислый вкус и запах, значительное повышение титруемой кислотности — характерные признаки прокисания муки. Основная причина прокисания — нарушение режимов хранения, приводящее к одновременному развитию в муке двух групп различных (входящих в типичный состав микрофлоры муки) бактерий: крахмалоразлагающих (разлагающих крахмал до сахара) и кислотообразующих (сбраживающих образующиеся сахара в различные органические кислоты). Именно летучесть некоторых органических кислот и придает муке специфический кислый запах. В результате просеивания этой муки часть кислот улетучивается, и запах становится менее ощутимым.

4.1.8 Самосогревание муки

Случаи самосогревания наблюдаются при хранении муки повышенной влажности (в пределах 15,5...16,0 %), при неравномерном распределении влаги в муке, при укладке свежесмолотой муки в штабеля или в вагоны без должного охлаждения после выбоа. Самосогревание муки — явление, аналогичное самосогреванию зерновой массы, в развитии которого решающую роль играют микроорганизмы, а в некоторых случаях (особенно в южных регионах страны), и насекомые. В результате реакций газообмена между клетками частиц муки и воздухом, дыхания ее микроорганизмов, клещей и насекомых, сопровождающихся выделением теплоты и влаги, мука приобретает кислый и затхлый запахи, теряет хлебопекарные свойства и сыпучесть. Несвоевременное принятие действенных мер против самосогревания может привести к повышению температуры в массе муки (особенно в мешках, находящихся внутри штабеля) до 50...60 °С и полной ее порче.

4.1.9 Уплотнение и слеживание муки

Хранение муки, как в таре, так и в насыпи, может сопровождаться явлениями ее уплотнения и слеживания.

Уплотнение — естественный физический процесс, который можно охарактеризовать увеличением насыпной плотности муки, в результате уменьшения размера скважин между ее отдельными частицами, под действием собственной массы вышележащих слоев. При этом мука не утрачивает свойство сыпучести и свободно высыпается из мешка или силоса. Степень уплотнения муки зависит от продолжительности ее хранения и местораспо-

ложения по высоте силоса или штабеля мешков. Чем больше давление вышележащих слоев, тем выше степень уплотнения.

Слеживание — запущенная форма уплотнения муки, которую можно охарактеризовать резким снижением ее сыпучести. Внешние признаки слеживания муки в мешках — наличие в высыпаемой из мешка муке комков и даже сплошных глыб, для разрушения которых требуется механическое воздействие. Основная причина слеживания муки в мешках — длительное хранение ее в штабелях (особенно в нижних рядах мешков) без перекладки. Скорость (или время) достижения состояния слежавшейся муки в значительной мере зависит от ее влажности и сорта. Чем выше влажность муки, тем быстрее наступает состояние ее слеживания; к примеру, при влажности муки в пределах 14...15 % ее слеживание возможно уже через 3...4 месяца, тогда как при влажности в пределах 10...12 % слеживание муки не наблюдается в течение 6...12 месяцев. Наблюдения показывают, что мука высоких сортов слеживается быстрее низкосортной и обойной. Слежавшаяся мука после разрыхления ничем не отличается по качеству от обычной (не подвергавшейся слеживанию) муки. Для предупреждения слеживания муки, хранящейся в силосах, ее следует периодически подвергать либо аэрированию (путем нагнетания воздуха в силос через днище), либо механическому воздействию при помощи специального виброднища. Следует учитывать, что длительное аэрирование, особенно при повышенных температурах воздуха, ускоряет процесс созревания муки и, в конечном итоге, может привести к ее перезреванию, со всеми негативными последствиями.

4.1.10 Процессы, протекающие в муке из зерна отдельных культур

При хранении муки, выработанной из зерна других культур (ржи, ячменя, кукурузы, проса, риса, гречихи, гороха, сои), могут протекать те же отрицательные процессы, что и при хранении пшеничной муки. В их числе процессы: гидролитические, приводящие к распаду жира; окислительные, способствующие прогорканию жиров; микробиологические, сопровождаемые развитием микроорганизмов со всеми сопутствующими негативными последствиями; биологические, сопровождаемые уничтожением части запасов и загрязнением муки в результате жизнедеятельности клещей и насекомых; самосогревание.

Протекание микробиологических процессов в муке зависят от вида помола (сортовой, обойный или обдирный). Чем грубее помол, т.е. чем больше оболочечных частиц содержится в муке, тем больше она населена микроорганизмами и, следовательно, тем большая вероятность повреждения ее в результате жизнедеятельности этих микроорганизмов.

Особенности и интенсивность протекания гидролитических и окислительных процессов в значительной мере зависят от вида муки. Так, по данным ВНИИЗ, порча ржаной муки (второй по объемам хранения после пшеничной) в результате увеличения кислотного числа жира и сопутствующего прогоркания наступает, при температуре 10 °С через 10...11 месяцев, при

температуре 20 °С через 4...6 месяцев и при температуре 30 °С через 1...3 месяца. Этому предшествует постепенное снижение хлебопекарных достоинств ржаной муки под действием липидов, проявляющееся в укреплении клейковины и росте числа падения, снижении пористости хлеба, ухудшении физических свойств мякиша, а в формовом хлебе — появлением закала. Практикой хранения установлено, что кукурузная и овсяная, а также необезжиренная соевая мука способна к более быстрому прогорканию, чем пшеничная и ржаная мука. Длительное хранение этих видов муки возможно лишь при пониженных температурах или в бескислородной среде.

Что касается биологических процессов и самосогревания, то причины и характер их протекания не зависят от вида и сорта муки. Они те же самые, что и у пшеничной муки.

4.2 Процессы, протекающие в крупе при хранении

Технологией производства различных видов крупы предусмотрено удаление цветковых пленок, наружных слоев оболочек, а для некоторых видов — и частичное дробление зерна. В результате крупа в отличие от зерна практически не защищена от воздействия микроорганизмов, насекомых и клещей. В хранящейся крупе в отличие от муки могут протекать только отрицательные процессы, приводящие к ухудшению ее потребительских свойств. Наиболее характерные для крупы отрицательные процессы — гидrolитические, приводящие к распаду жиров, и окислительные, приводящие к окислению липидов и прогорканию крупы.

Темпы, постепенного нарастания кислотного числа жира, сопутствующего хранению всех видов круп, зависят от следующих основных факторов: исходного качества зерна, из которого выработана крупа, способов его обработки, влажности, температуры окружающей среды, доступа воздуха (точнее, кислорода) к крупе.

Крупа, как и мука, выработанная из партий зерна нормального качества, более устойчива в хранении, нежели выработанная из партий зерна, подвергавшихся самосогреванию, а также содержащих морозобойные и проросшие зерна.

Гидротермическая обработка (пропаривание) зерна перед шелушением, наряду с таким положительным эффектом, как повышение прочности ядра (например, проса и риса), способствует резкому снижению активности ферментов (липазы, липоксидазы) и стабилизирует его липидную фракцию. Обработанные паром крупы долго не прогорают, имеют стабильное кислотное число жира.

На хранение следует закладывать крупу низкой влажности (в пределах 10...12 %) и поддерживать в процессе ее хранения пониженные температуры, не допуская заражения вредителями. При таких условиях крупа может сохранять свои свойства в течение длительного времени без заметных признаков ухудшения ее качества.

Несоблюдение рациональных режимов хранения способствует развитию микробов, насекомых и клещей, появлению специфических посторонних

запахов (плесневелого, затхлого, клещевого и т.п.), снижению массы и качества крупы. Например, хранение пшеницы влажностью 13,5 % при температуре 25 °С привело к резкому росту кислотного числа жира; более того, крупа покрылась плесенью. Кроме того следует отметить, что в крупе, сохранившей структуру зерна, плесени начинают развиваться на зародышах.

Практика хранения свидетельствует, что по сравнению со всеми остальными видами круп, больше всего подвержены прогорканию пшеница, затем овсяная и кукурузная крупа. Более того, для этих видов крупы характерно более существенное (по сравнению с остальными видами) снижение содержания биологически активных веществ — токоферолов и каротиноидов, наблюдаемое при хранении круп в условиях положительных температур более 6 мес. Более устойчивы в хранении крупы: рисовая, перловая, гречневая.

При появлении первых признаков ухудшения качества в результате несоблюдения режимов хранения партия крупы должна быть немедленно реализована.

4.3 Процессы, происходящие в отрубях при хранении

Технология переработки зерна пшеницы и ржи в сортовую муку предусматривает использование гидротермической обработки, основная цель которой — усиление различий свойств оболочек и эндосперма (снижение прочности эндосперма и повышение прочности оболочек). В результате после помола влажность оболочек всегда выше влажности муки. Более того, они в большей степени, чем мука, населены микроорганизмами.

Отобранные для использования на пищевые (пшеничные отруби) и другие цели (например, в качестве компонента комбикормов) отруби весьма неустойчивы в хранении. Как свидетельствуют наблюдения, в пшеничных отрубях влажностью выше 13 % уже через недельный срок хранения при температуре свыше 20 °С резко интенсифицируются микробиологические процессы, а через два месяца численность микроорганизмов, в зависимости от условий хранения, может возрасти в 10...300 раз. Темпы роста и численность микроорганизмов тем выше, чем выше влажность отрубей, а также температура и относительная влажность воздуха.

Кроме того, отрицательный процесс, протекающий при хранении отрубей, проявляется в постепенном росте кислотного числа жира. Например, зафиксирован рост кислотного числа с 15 до 127 мг на 1 г жира. По этим причинам свежеработанные отруби влажностью до 13 % можно хранить при температуре 20...30 °С в течение недели и при температуре 10 °С — 2 нед.

Специальные методы обработки (термические, СВЧ, ультразвук, холодная плазма и т.п.) существенно повышают стойкость отрубей в хранении. Например, обработанные в экструдере пшеничные отруби пищевого назначения можно хранить до 3 месяцев в бумажной упаковке при температуре 20...30 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %, а при относительной влажности воздуха свыше 60 % — до 5 мес, но только в упаковке с полиэтиленовым вкладышем.

4.4 Процессы, происходящие в мучке при хранении

Мучка — побочный продукт мукомольного и крупяного производств, образующийся преимущественно в процессе шлифования. Состоит из тонкоизмельченных частиц всех анатомических частей зерновки, проходящих через отверстия диаметром 1,5 мм. В частности, в состав мучки могут входить частицы мучнистого ядра, плодовых и семенных оболочек, зародыша, а при переработке зерна с цветковой оболочкой (овса, ячменя, риса, проса) в мучке может содержаться некоторое количество измельченной цветковой оболочки.

Мучка считается весьма ценным продуктом, так как содержит практически все незаменимые аминокислоты, витамины, микроэлементы, значительное количество жира. Наибольшее количество сырого жира содержат рисовая (до 10,1 %) и просяная (до 9,2 %) мучка; овсяная мучка содержит сырого жира до 6,6 %, кукурузная — до 4,2 %, пшеничная — до 3,5 %. Меньшее количество жира (в порядке убывания) содержится в мучке гороха (до 3,1 %), ячменя (до 2,8 %), гречихи (до 1,8 %).

До недавнего времени мучка использовалась преимущественно при производстве кормовых смесей и в качестве компонентов комбикормов. В настоящее время освоены технологии получения из рисовой мучки масла и таких ценных лечебных препаратов, как фитин (средство против рахита) и инозит (используется при заболеваниях печени, атеросклерозе и в качестве витамина).

Отличительная особенность мучки в сравнении с мукой — присутствие в мучке большого количества жира, что делает ее крайне неустойчивой в хранении. Например, как показали исследования, при хранении просяной мучки содержащиеся в ней липиды подвергаются в основном гидролитическим процессам. В результате кислотное число мучки за один мес. хранения при комнатной температуре (18 °С) выросло примерно в 15 раз, а за два месяца хранения — почти в 20 раз (с 8 до 156). Авторы (Е.М. Мельников и др.) объясняют это явление высокой активностью фермента липазы, которая на начало процесса хранения составляла 2,5 мл 0,01 н КОН (для сравнения в зерне она составляла 0,7, в пшенице — 0,5). В процессе хранения просяной мучки активность фермента липазы снижается, при одновременном росте продуктов гидролиза.

Хранение просяной мучки без доступа кислорода (в среде азота), а также при пониженных температурах (0 °С) также не обеспечивает достаточной стабилизации ее липидного комплекса (скорость нарастания кислотного числа снижается незначительно). Хранение просяной мучки в гранулах (с использованием при гранулировании влаготепловой обработки паром при давлении $2 \cdot 10^5$ Па и температуре 140 °С; температура гранул на выходе из пресса составляла 80...85 °С) позволяет обеспечить сохранение ее качества лишь в течение 15 сут. Дальнейшее хранение приводит к ухудшению качества мучки.

Одним из действенных методов стабилизации качества просяной мучки является обработка ее острым паром (температура пара 190 °С) в течение 10

мин, с нагревом до 140 °С. Как показали результаты исследований, в результате подобной обработки кислотное число липидов за 2 месяца хранения возросло незначительно — с 15 до 18 мг КОН. Более того, количество бактерий в 1 г муки сразу после обработки снизилось с $2 \cdot 10^6$ до $5 \cdot 10^3$, а через два месяца хранения составило $8 \cdot 10^3$.

4.5 Процессы, протекающие в комбикормах при хранении

Комбикорма и большинство составляющих их сырьевых компонентов относятся к группе наиболее трудных и сложных в хранении объектов. Причина заключается не столько в многообразии самих компонентов, сколько в специфических свойствах каждого из них в отдельности. Последние можно классифицировать в виде следующих основных различий: по значению критической влажности; по качеству исходного сырья, из которого получен тот или иной компонент; по процентному содержанию и кислотному числу жира; по численности микрофлоры. К основным отрицательным процессам, способствующим ухудшению качества и даже порче комбикормов, относят все характерные для зерновых масс (но в еще большей мере) процессы микробиологические, гидролитические, окислительные, биологические.

Содержание влаги в комбикормах и их отдельных компонентах является одним из важнейших факторов их сохранности. В отличие от критической влажности зерна (под которой, как следует из п. 2.3, понимают границу появления влаги, способной перемещаться из клетки в клетку и участвовать в реакциях гидролитического характера и обмена веществ, в результате чего резко возрастает интенсивность дыхания), применительно к комбикормам, понятие критическая влажность означает возможность активного развития микроорганизмов, и для комбикормов, в зависимости от состава их компонентов, находится в пределах 10...14,5 %.

Следующий, не менее важный фактор, — температура окружающей среды. Как и для зерновых масс, хранение комбикормов при пониженных температурах позволяет удлинить сроки их безопасного хранения (без существенного понижения качества и порчи комбикормов), снизить интенсивность окислительных процессов, прогоркания и, что несомненно важно, — понизить активность развития микрофлоры и насекомых — вредителей хлебных запасов. Как показывают наблюдения, численность последних, при благоприятных условиях (температура 10 °С и выше) за два-три месяца может возрасти в 40...60 раз, приводя к большим потерям массы.

Комбикорма — весьма благоприятная питательная среда для многих бактерий, особенно плесневых грибов. Наибольший вклад в изначальную обсемененность комбикормов микрофлорой вносят зерно и зерновые продукты (отруби, мука и пр.). В результате присутствия последних (отрубей, муки), а также травяной муки, общая численность микроорганизмов в комбикормах может превышать содержание их в зерновой массе. Более того, для производства комбикормов зачастую используют зерно, не отвечающее требованиям к зерну, которое можно направить на переработку в муку, крупу. Следова-

тельно, такое зерно может быть мелким, щуплым, недозрелым, с другими дефектами. Как правило, подобное зерно, вследствие активно протекающих в нем биохимических процессов, а также из-за возможной повышенной обсемененности микрофлорой, весьма неустойчиво в хранении. В результате, при благоприятных условиях (влажность на уровне критической и более; температура выше 10 °С, особенно выше 20 °С; обеспеченность кислородом, как следствие большой скважистости: рассыпных — 56...58 %, гранулированных — 50...54 %) в комбикормах быстро развиваются плесени, выделяется много теплоты, возникает процесс самосогревания. Следствием подобных нежелательных процессов может быть развитие патогенных представителей микрофлоры, способных вызывать микозы или производить сильнейшие яды, например, афлатоксины.

Характер комплексного влияния температуры и влажности комбикормов на развитие в них микрофлоры представлен на рис. 4.1, который наглядно свидетельствует, что в условиях пониженных значений влажности и температуры продолжительность безопасного хранения комбикормов существенно возрастает. Более того, видна меньшая активность микрофлоры в гранулированных комбикормах (при 20 °С эта разница несущественна), что можно объяснить действием довольно высоких температур в процессе гранулирования.

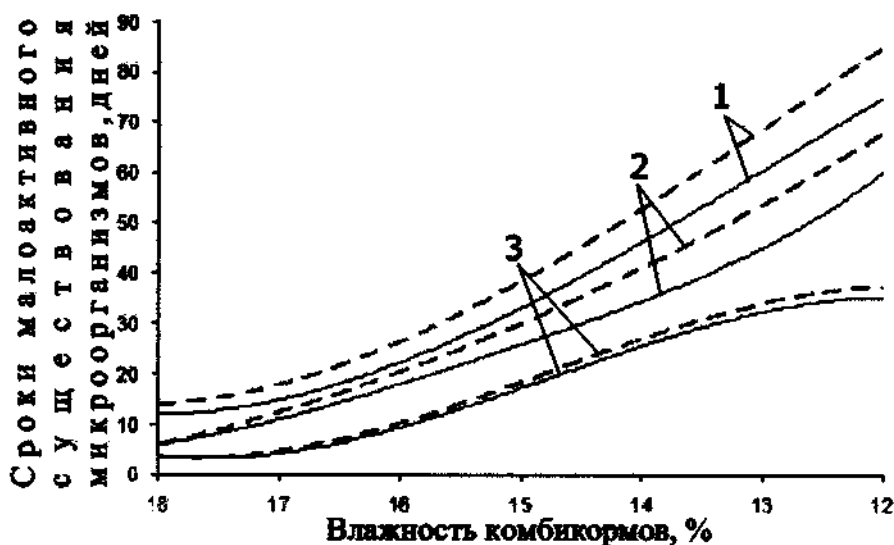


Рисунок 4.1 — Сроки малоактивного существования микроорганизмов в рассыпных (—) и гранулированных (----) комбикормах, при температуре (°С):
1 — 0; 2 — 10; 3 — 20

Исследованиями В.А. Афанасьева и др. установлено губительное влияние на микрофлору зерна (и комбикормов) способов обработки, например СВЧ, ИК-лучи, пропаривание при повышенном давлении, а также экструдирование, экспандирование и комбинированная обработка.

Так, обработка ИК-лучами позволяет за 120 с провести полное обеззараживание зерна ячменя от поверхностной и внутренней микрофлоры. Бо-

лее того, воздействие ИК-лучей на зерно ячменя с исходной очень высокой (IV степень) токсичности (резко токсичная; содержание афлатоксина $B_1 > 1000$ мкг / кг), позволило в течение 30 с снизить токсичность до III степени (токсичная; содержание B_1 в пределах 50...250 мкг / кг), за 90 с полностью инактивировать афлатоксин, а за 120 с до степени I, соответствующей очень слабой токсичности.

Комбинированная обработка — экструдирование зерновых смесей после их пропаривания также обеспечивает полное обеззараживание от грибной и бактериальной микрофлоры; продукт становится практически стерилизованным, а слабо токсичный продукт становится нетоксичным.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите характерные процессы, происходящие при хранении муки; почему свежесмолотая мука характеризуется низкими хлебопекарными достоинствами? 2. В чем причины интенсивного дыхания свежесмолотой муки? 3. Назовите характерные признаки созревания муки; от каких факторов зависит продолжительность созревания? 4. Назовите характерные признаки перезревания и прогоркания муки; от каких факторов зависит интенсивность этих процессов? 5. Назовите причины и характерные признаки плесневения, прокисания и самосогревания муки; от каких факторов зависит интенсивность этих процессов? 6. В чем причины уплотнения и слеживания муки при хранении ее в таре и в насыпи? 7. Опишите характерные особенности процессов, протекающих при хранении муки, выработанной из зерна ржи, ячменя, кукурузы и др. (кроме пшеницы). 8. Опишите характерные особенности процессов, протекающих при хранении крупы. 9. Опишите характерные особенности процессов, протекающих при хранении отрубей и мучки. 10. Опишите характерные особенности процессов, протекающих при хранении комбикормов. 11. Какие способы обработки позволяют продлить безопасные сроки хранения отрубей, мучки и комбикормов?

Глава 5

Характеристика режимов и способов хранения зерна и продуктов его переработки

Рациональное хранение зерна и продуктов его переработки (т.е. с наименьшими, в пределах допустимых норм, потерями в массе и качестве, а также с минимальными затратами средств и труда) предполагает учет всего комплекса явлений, которые могут происходить в этих объектах хранения.

В зависимости от продолжительности периода хранения, можно выделить объекты временного (краткосрочного — от нескольких суток до 1...3 месяцев) и длительного (долгосрочного — от нескольких месяцев до нескольких лет) хранения.

К *объектам временного хранения* можно отнести свежесобранные зерновые массы и некоторые специфические продукты, например отруби и мучку, не подвергнутые специальным методам термической обработки, а также жмыхи и шроты, являющиеся отходами масло-жирового производства.

Наиболее сложным объектом временного хранения является свежесобранная зерновая масса с ее характерными признаками: специфические особенности той или иной культуры, наличие примесей, неравномерная влажность зерна и других компонентов растительного происхождения, повышенная обсемененность микрофлорой, другие признаки.

К *объектам длительного хранения* относятся всевозможные продукты переработки зерна, а также зерновые массы, перешедшие из категории объектов временного хранения в категорию объектов длительного хранения в результате специальных технологических приемов обработки (очистка зерновых масс от примесей, сушка, активное вентилирование, химическое консервирование, обеззараживание).

5.1 Классификация и общая характеристика режимов и способов хранения

В зависимости от параметров окружающей среды и состояния объектов хранения по влажности и температуре, различают следующие три режима хранения:

хранение зерна и продуктов его переработки в сухом состоянии, т.е. при влажности ниже критической;

хранение зерна и продуктов его переработки в охлажденном состоянии, т.е. при температурах, практически полностью тормозящих жизненные функции всех компонентов этих объектов хранения;

хранение зерна и продуктов его переработки в бескислородной среде — в герметичных условиях, без доступа воздуха.

Выбор того или иного режима хранения партий зерна и продуктов его переработки и специальных технологических приемов их обработки определяется совокупностью целого ряда факторов: целевым назначением и качеством объектов хранения, климатическими особенностями региона хранения, техническими возможностями предприятия, технико-экономической целесо-

образностью. Наилучшая сохранность объектов длительного хранения при минимуме затрат достигается при комплексном сочетании режимов, например, при хранении объектов в сухом и одновременно охлажденном состоянии, либо в сухом состоянии в бескислородной среде.

Возможность реализации того или иного режима хранения зерна и продуктов его переработки неизбежно связана с необходимостью наличия на предприятии специально оборудованных для этого хранилищ и особенно — с размещением в них объектов хранения, поскольку свойство сыпучести зерновых масс и продуктов их переработки позволяет размещать эти объекты хранения в различные емкости — от мешков до силосов. По этому признаку различают следующие способы хранения: тарный — в мешках и бестарный (насыпью) — в складах, бункерах, силосах. Иногда хранение зерна в складах называют напольным способом хранения, а в бункерах, силосах и закромах малой вместимости — закрожным способом хранения.

В таре (в мешках из натуральных или синтетических прочных тканей, в бумажных мешках с тканевой подкладкой, в крафт-мешках и пр.) принято хранить следующие объекты: семенное зерно (семена элитные и первой репродукции, а также откалиброванные и протравленные семена кукурузы); семена некоторых бобовых, например, арахис (с его хрупкой оболочкой) и фасоль, легко растрескивающуюся на семядоли при естественном пересыхании (или при пересушивании); семена эфиромасличных (кориандр, анис, тмин, фенхель и др.), мелкосемянных культур (мак, горчица, табак и др.) и трав; продукты переработки зерна (муку, крупу) и некоторые виды комбикормов.

Хранение насыпью — наиболее распространенный и более дешевый способ хранения зерна и продуктов его переработки. При этом хранение зерна может быть как напольным, так и закрожным, а хранение продуктов его переработки — только закрожным. При хранении в насыпи значительно полнее используются площади и вместимости хранилищ, больше условий для механизированного перемещения объектов хранения, исключается надобность в таре и в операциях по переключиванию затаренной продукции, облегчаются наблюдение за состоянием хранящейся продукции по всем принятым показателям и борьба с вредителями хлебных запасов.

5.1.1 Режим хранения зерна и продуктов его переработки в сухом состоянии

Основы режима. В основе режима хранения в сухом состоянии лежит пониженная физиологическая активность всех компонентов, входящих в состав объектов хранения. Объясняется это тем, что при влажности ниже критической зерно и продукты его переработки впадают в состояние анабиоза (скрытой жизнедеятельности): жизнедеятельность и дыхание их затормаживаются, а развитие микроорганизмов и большинства вредителей почти прекращаются вследствие отсутствия для этого благоприятных условий.

Сущность этого, столь высокого положительного эффекта, объясняется следующим. Характерное для этого (сухого) состояния слабое дыхание, про-

являющееся в выделении ничтожно малых количеств влаги и теплоты, не имеет практически значимых негативных последствий. Влага же самих объектов хранения, будучи прочно связанной с их веществами, не может служить источником активизации деятельности ферментов и, по существу, недоступна для микроорганизмов и большинства вредителей.

Достоинства режима. Использование режима хранения в сухом состоянии — необходимая основа гарантированного длительного хранения зерна семенного и продовольственного назначения, а также временного и длительного хранения продуктов его переработки, в условиях достаточной изоляции от негативных внешних воздействий.

Способы создания режима. Естественное сухое состояние по влажности характерно лишь для партий зерна, выращенных в районах с низкой относительной влажностью воздуха, или убранных при сухой погоде и не подвергавшихся в последующем воздействию влаги (например, при отлежке в валках, характерной для раздельного способа уборки). В остальных районах, в связи с характерными для каждого из них климатическими особенностями уборочного сезона, значительное количество зерна убирается с полей во влажном и сыром состоянии. Перевод таких партий зерна в сухое состояние, с целью закладки на длительное хранение, а также перед переработкой, осуществляется сушкой.

Пределы влажности, до которой должно быть просушено зерно в зависимости от его назначения, приведены в табл. 5.1. В процессе хранения должны создаваться условия, предотвращающие возможность увлажнения отдельных слоев или партий хранящегося зерна и продуктов его переработки.

5.1.2 Режим хранения зерна и продуктов его переработки в охлажденном состоянии

Основы режима. В основе режима хранения в охлажденном состоянии лежит низкая, или почти полностью приостановленная жизнедеятельность всех компонентов, входящих в состав объектов хранения, в условиях пониженных температур. Как известно, интенсивность протекания химических процессов подчиняется правилу Вант-Гоффа, согласно которому повышение температуры на каждые 10 °С сопровождается соответствующим ростом их скорости в 2...3 раза. Следовательно, снижение температуры объектов хранения позволяет понизить интенсивность протекающих в них микробиологических, биохимических, химических и других процессов, приводящих к негативным последствиям.

В качестве самостоятельного режим хранения в охлажденном состоянии находит применение при временном хранении (в ожидании сушки) некоторых нестойких в хранении специфических объектов — зерна риса, семян высокомасличного подсолнечника, рапса и клещевины, а при неблагоприятных сочетаниях по влажности и температуре — зерна и остальных культур.

В комплексном сочетании с режимом хранения в сухом состоянии, этот режим широко используется для длительного хранения зерна и продуктов его

переработки.

Таблица 5.1 — Пределы влажности (%), до которых просушивают зерно

Зерновая культура	Назначение зерна					
	на переработку		на хранение до одного года		на хранение более одного года	
	не выше	не ниже	не выше	не ниже	не выше	не ниже
Пшеница	—	—	15,0	14,0	14,0	13,0
для мукомольной и комбикормовой промышленности	15,5*	14,5	—	—	—	—
для крупяной промышленности	14,5	13,5	—	—	—	—
Рожь	15,5	14,5	15,0	14,0	14,0	13,0
Ячмень	—	—	15,0	14,0	14,0	13,0
пивоваренный I класса	15,0	14,0	—	—	—	—
пивоваренный II класса	15,5	14,5	—	—	—	—
для крупяной промышленности	14,5	13,5	—	—	—	—
на солод	15,5	14,5	—	—	—	—
Овес	—	—	14,0	13,0	14,0	13,0
для крупяной, комбикормовой промышленности и на кормовые цели	15,5*	14,5	—	—	—	—
на солод	16,0	15,0	—	—	—	—
Просо	—	—	14,0	13,0	13,0	12,0
для крупяной промышленности и на солод	15,0*	14,0	—	—	—	—
Гречиха	16,0*	15,0	15,0	14,0	14,0	13,0
Рис	15,5	14,5	14,0	13,0	14,0	13,0
Кукуруза	—	—	14,0	13,0	13,0	12,0
для крупяной, мукомольной, крахмалопаточной и пищекоцентрационной промышленности	15,0	14,0	—	—	—	—
для комбикормовой промышленности	16,0	15,0	—	—	—	—
Подсолнечник (семена)	—	—	7,0	6,0	-	-
для хлебоприемных предприятий	9,0	8,0	—	—	—	—
и маслозаводов	8,0**	7,0**	—	—	—	—
Горох	—	—	16,0	15,0	15,0	14,0
для крупяной промышленности	15,0	14,0	—	—	—	—
для консервной промышленности и торговой сети	14,0	13,0	—	—	—	—
Соя	14,0	13,0	—	—	—	—

* Влажность пшеницы, отгружаемой на мукомольные заводы, оборудованные мойками, но не имеющие зерносушилок, а также овса и проса, отгружаемого на крупяные заводы, не оборудованные зерносушилками, должна быть не выше 13,5 % и не ниже 12,5 %, гречихи — не выше 14,5 % и не ниже 13,5 %. Перед отгрузкой на указанные предприятия зерно досушивают до влажности, указанной в разрядках получателей.

** Для хлебоприемных предприятий и маслозаводов Краснодарского края.

Согласно принятой классификации, охлажденной считается партия зерна, температура которой не превышает 10 °С. При этом, зерновая масса, имеющая в отдельных слоях температуру в пределах 0...10 °С, считается охлажденной в первой степени, а ниже 0 °С — охлажденной во второй степени.

При выборе низших пределов охлаждения следует учитывать назначение зерна и перспективы образования значительных температурных перепадов в его отдельных слоях в период весеннего потепления. Так, присутствие в зерне семенного назначения даже незначительного количества влаги, обладающей свойствами обычной воды, может сопровождаться льдообразованием и потерей всхожести зерна при охлаждении его до температур в пределах -10...-20 °С. А возникновение значительных температурных перепадов (как правило, при хранении зерновых масс, охлажденных до температуры порядка -20 °С и ниже), приводит в период весеннего потепления к развитию процесса самосогревания в верхних и боковых (со стороны наружных стенок зернохранилищ) слоях насыпи. С учетом этих факторов, наиболее целесообразно охлаждение зерновых масс до 0 °С или небольших (в пределах нескольких единиц) минусовых температур, обеспечивающих их сохранность и более спокойный (без резких температурных перепадов) переход с зимнего на весенне-летнее хранение.

Достоинства режима. Охлажденные массы зерна и продуктов его переработки, благодаря низкой теплопроводности и температуропроводности, длительное время могут сохранять пониженные температуры. К примеру, благодаря именно этому свойству обеспечивается возможность хранения зерна в охлажденном состоянии в течение года при хранении в силосах элеваторов и в течение 6 месяцев при хранении в складах. Географическое положение и климатические особенности многих зернопроизводящих и потребляющих зерно регионов нашей страны способствуют широкому использованию этого режима в течение всего периода хранения зерна.

Способы создания режима. В России, с ее характерными климатическими условиями в период уборки и в зимний период, нашли применение два способа создания режима хранения зерна и продуктов его переработки в охлажденном состоянии: первый, наиболее распространенный, — путем охлаждения естественным атмосферным воздухом; второй, — путем охлаждения искусственно охлажденным воздухом.

Охлаждение естественным атмосферным воздухом с пониженной температурой (в сравнении с температурой обрабатываемых объектов — зерна и продуктов его переработки) может осуществляться как на основе естественного, так и на основе принудительного воздухообмена.

Естественный воздухообмен (пассивное охлаждение) осуществляется путем проветривания хранилищ для зерна и продуктов его переработки. Для этого либо используют специальные устройства приточно-вытяжной вентиляции, либо открывают окна и двери в складах, в рабочем здании, надсилосном и подсилосном помещениях элеватора. Движущей силой естественного воздухообмена является разность плотности холодного и теплого воздуха. В

результате, холодный воздух, как более тяжелый (с большей плотностью) перемещается вниз, вытесняя теплый, более легкий (с меньшей плотностью) воздух. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не установится равновесие температур в разных точках хранилища, т.е. когда холодный воздух полностью вытеснит теплый воздух во всем свободном объеме хранилища. Характерная особенность пассивного охлаждения — медленное, как следствие низкой теплопроводности и температуропроводности, послойное охлаждение обрабатываемых объектов (зерна и продуктов его переработки). Вначале охлаждаются наружные слои (с поверхности зерна), а затем — внутренние. Интенсивность подобного воздухообмена зависит от разности температур холодного и теплого воздуха. Чем больше эта разница, тем интенсивнее воздухообмен и, следовательно, выше эффективность пассивного охлаждения. По этой причине в летне-осенний период пассивное охлаждение проводят в ночные часы, а с наступлением устойчивой холодной и сухой погоды — круглосуточно.

Принудительный воздухообмен (иначе, активное охлаждение) осуществляется путем перелопачивания, или пропуска зерна через транспортирующее оборудование (нории, транспортеры), зерноочистительные машины, зерносушилки, а также путем активного вентилирования.

Охлаждение зерна путем перелопачивания (путем ворошения и перемещения насыпи зерна при помощи специальных деревянных лопат) - весьма примитивный и трудоемкий процесс, находящий применение в основном на токах зернопроизводящих хозяйств. Данный вариант применим лишь в крайних случаях, когда нет возможности охладить зерно другими, более эффективными и экономически выгодными средствами.

Большой эффект охлаждения достигается при перемещении зерна транспортирующим оборудованием (чем длиннее путь и чем больше зерно соприкасается с воздухом, тем выше эффект охлаждения), а также при пропуске зерна через зерноочистительные машины и зерносушилки. В последнем случае вентиляторы подают в сушильные и охладительные камеры только холодный атмосферный воздух.

Наивысший эффект охлаждения зерна и продуктов его переработки достигается при использовании специальных установок для активного вентилирования, включающих вентиляторы и воздухораспределительные устройства, позволяющих осуществить принудительное нагнетание охлаждающего атмосферного воздуха во внутренние слои насыпи зерна или продуктов его переработки.

Во всех случаях эффект охлаждения зерна и продуктов его переработки естественным атмосферным воздухом тем выше, чем больше разность температур охлаждаемого объекта и охлаждающего воздуха.

Охлаждение искусственно охлажденным воздухом осуществляется на основе использования специальных воздухоохладительных устройств и установок для активного вентилирования.

5.1.3 Режим хранения зерна и продуктов его переработки в бескислородной среде

Основы режима. Наличие в воздухе окружающей среды кислорода является необходимым условием поддержания жизнедеятельности живых компонентов зерновых масс и продуктов их переработки. И, наоборот, отсутствие кислорода в воздухе окружающей среды сопровождается сокращением интенсивности их дыхания, вплоть до перехода на анаэробное дыхание и постепенное снижение жизнеспособности. Отсутствие кислорода приводит к гибели клещей и насекомых и к почти полному прекращению жизнедеятельности микроорганизмов, так как основная их масса состоит из аэробов.

Достоинства и недостатки режима. Данный режим неприемлем при хранении семенного зерна, так как при этом режиме неизбежна (в зависимости от влажности и срока хранения) частичная или полная потеря всхожести; хотя, как отмечено в примечании к п. 3.3, имеется опыт успешного хранения в вакууме семян очень низкой влажности, не встречающейся в практике хранения. Однако, зерно продовольственного назначения, влажность которого находится в пределах до критической, в условиях хранения в бескислородной среде полностью сохраняет свои технологические достоинства (в т.ч. мукомольные и хлебопекарные), пищевую и кормовую ценность (фуражные свойства).

Продовольственное зерно влажностью выше критической, при хранении в бескислородной среде также сохраняет хлебопекарные достоинства и фуражные свойства, однако при этом наблюдается некоторое понижение качества, проявляющееся в потере блеска, потемнении, образовании спиртового и кислотного запахов, росте кислотного числа.

Способы создания режима. Обязательным условием поддержания режима хранения зерна и продуктов его переработки в бескислородной среде является наличие герметичной емкости, например, металлических силосов. Попытки создания и поддержания подобных режимов в реальных условиях производства в железобетонных силосах достигли желаемого результата лишь после герметизации внутренних поверхностей силосов слоем эпоксидной смолы. Условия хранения в бескислородной среде можно создать любым из трех известных методов: самоконсервированием (иначе, методом создания модифицированной газовой среды — МГС), происходящим в результате естественного снижения содержания кислорода и увеличения содержания углекислого газа, выделяемого объектами хранения при дыхании; введением в емкость с объектами хранения инертных газов и вытеснение оттуда воздуха (иначе, методом создания регулируемой газовой среды - РГС); методом создания вакуума.

Создание модифицированной газовой среды — естественный, наиболее дешевый способ, не требующий использования специального оборудования. МГС образуется за счет дыхания живых объектов в емкостях, ограничивающих доступ воздуха извне. При дыхании объектов хранения поглощается кислород и выделяется углекислый газ, поэтому начальные фазы создания МГС характеризуются постоянным снижением концентрации ки-

слорода и увеличением концентрации углекислого газа. Эффективность этого способа зависит от степени загрузки силоса, скважистости сыпучего материала (иначе, от запасов воздуха) и интенсивности дыхания компонентов объекта хранения. Совершенно очевидно, что воздуха в силосе будет меньше в условиях его полной загрузки (к примеру, когда при загрузке в силос зерна практически полностью отсутствует надзерновое пространство) и при меньшей скважистости материала. А объем поглощаемого кислорода и выделяемого углекислого газа будет тем больше, чем выше влажность объекта хранения (например, зерна). Однако практика свидетельствует, что в зерновых массах повышенной влажности еще до наступления состояния полной самоконсервации развиваются микроорганизмы, а в партиях сухого зерна — насекомые и клещи. В силу указанных причин способ создания МГС в реальных условиях производства широко используется для хранения в силосах травяной муки (идущей на производство комбикормов) и для хранения в земляных траншеях зерновой массы кукурузы с высокой влажностью, используемой непосредственно на кормовые цели и при производстве комбикормов.

Создание регулируемой газовой среды — наиболее распространенный способ, осуществляемый путем ввода в массу хранящихся сыпучих материалов углекислого газа или азота и вытеснения находящегося там воздуха. Для этого можно использовать сжатый инертный газ (углекислый, либо азот), находящийся в специальных баллонах, либо диоксид углерода в виде раздробленных на кусочки брикетов сухого льда. Например, диоксид углерода, имеющий большую плотность ($1,964 \text{ кг / м}^3$), быстро вытесняет воздух (плотность которого $1,293 \text{ кг / м}^3$) из массы сыпучего материала. Использование диоксида углерода в виде брикетов сопровождается охлаждением объекта хранения, что также способствует лучшей его сохранности. Как вариант, в качестве инертных газов можно использовать продукты сжигания сжиженного газа в специальных генераторах конструкции НИИПромгаза.

Создание вакуума — наименее распространенный способ создания режима хранения в бескислородной среде. Не нашел широкого распространения в связи с повышенными требованиями к герметичности хранилищ. Известен зарубежный опыт успешного хранения зерна в вакууме в хранилищах из синтетических материалов; после заполнения зерном воздух из этих хранилищ откачивают вакуумным насосом.

5.2 Основные типы зернохранилищ

(и продуктов переработки зерна)

В различных странах используются зернохранилища с принудительной разгрузкой (напольного типа) и саморазгружающиеся силосного типа.

В связи с массовым строительством зерновых силосов малого, среднего и большого диаметра имеется техническая возможность для быстрого увеличения общей емкости зернохранилищ. Их разделяют на зерновые элеваторы, зерновые склады, зерновые силосы большого диаметра (зерновые силосные

комплексы — ЗСК) и другие типы.

В отрасли хлебопродуктов приняты два основных способа размещения зерна в хранилищах: напольное и в силосах.

При напольном хранении зерно размещают насыпью на полу склада при небольшой высоте слоя или в таре. При напольном хранении зерновая масса может соприкасаться с наружным воздухом. В этом случае при проветривании складов воздух может частично отбирать у зерна тепло и влагу. Это дает возможность сохранять некоторое время зерно с повышенной влажностью без вентилирования, располагая его в складе насыпью тонким слоем (не более 1 м). Кроме зерна, в напольных складах можно хранить в мешках муку, крупу и другие продукты. Однако зернохранилища с напольным способом хранения имеют существенный недостаток — малый коэффициент использования объема здания и в связи с этим повышенную стоимость. Такие зернохранилища трудно и сложно механизировать.

В силосах элеватора хранят зерно при высоте слоя зерновой насыпи до 40 м. В силосах хранят, как правило, сухое зерно. Кратковременно можно хранить влажное зерно, но при условии, что силосы оборудованы установками для активного вентилирования, а само зерно прошло послеуборочное дозревание.

При хранении зерна в силосах объем здания используется намного лучше, чем при напольном хранении, проще и дешевле механизировать трудоемкие работы.

В зависимости от соотношения высоты стен и размеров сооружения в плане различают несколько видов хранилищ.

Закром — часть пространства хранилища, огражденная стенами небольшой высоты по отношению к размерам в плане, имеющая горизонтальный, либо наклонный пол.

Бункер — отличается от закрома днищем, которое напоминает опрокинутую пирамиду.

Ларь — бункер, закрываемый крышкой или решеткой.

Силос — хранилище, у которого высота стен значительно превышает размеры поперечного сечения.

Металлический силос — зернохранилище из металла значительной вместимости с горизонтальным или наклонным полом. Его используют в единичных экземплярах и в виде батарей в механизированном комплексе.

Склад — помещение для хранения зерна насыпью или в закромах.

Пакгауз — склад железнодорожного типа с полом на уровне пола вагонов. Предназначен для приемки, хранения и отгрузки любых штучных и насыпных грузов.

Вентилируемый бункер — специальное металлическое зернохранилище сравнительно небольшой единичной вместимости, предназначенное для приемки, обработки (вентилирования, сушки) и хранения свежубранного зерна и семян. Вентилируемые бункера могут быть расположены по одному и в виде механизированных батарейных комплексов.

Элеватор — комплекс рабочей башни и силосного корпуса для прием-

ки, обработки, хранения и отпуска зерна различных культур при полной механизации всех работ и автоматизации управления технологическим и транспортным оборудованием с дистанционным контролем состояния хранящегося зерна.

Асфальтированная площадка — специально подготовленный участок территории с утрамбованным или асфальтированным полом для временного размещения зерна и его очистки на передвижных зерноочистительных машинах.

Бунт — временное сооружение со стенами из щитов, досок, мешков или иных вспомогательных материалов, устроенное на специальной площадке, укрытое сверху брезентом, пленкой или другими материалами.

Навес — сооружение без стен, но с крышей и с асфальтированным или бетонным полом. Механизированный ток — колхозный или совхозный комплекс для приемки, первичной обработки (очистки, сушки) свежесобранного зерна и его кратковременного хранения под навесом.

Зерновые склады. Склад (помещение, как правило, прямоугольной формы) — наиболее распространенный в России тип зерновых емкостей (рис. 5.1). Размеры склада (ширина, длина, высота стен и треугольной или овальной крыши) определяются в зависимости от местных условий. Обычно ширина складов принимается 15...30 м, длина 40...90 м, высота стен, считая от уровня пола — 3,0...3,4 м. Общая высота склада от пола до конька крыши составляет 8,3...9,5 м. Полы чаще всего асфальтированные. Крыша двускатная. Такие склады строили и строят, используя для сооружения фундаментов и стен местные материалы (бут, кирпич), в последнее время железобетон, а для стропил и обрешетки крыши — дерево (реже металлопрокат, железобетонные конструкции или плиты), для кровли — кровельный оцинкованный лист, металлочерепицу или другие материалы.

Зерносклады с горизонтальными полами. Наиболее распространенный в стране тип зерносклада, предназначенный для размещения и хранения насыпью зерна и маслосемян всех культур. Будучи разгороженными в виде отдельных секций или закровов, они нередко используются для хранения насыпью мелких партий зерна, сортовых семян, а без перегородок — для размещения тарных грузов, чаще — муки и крупы.

Типовой склад вместимостью 3,2 (3,0) тыс. т. имеет размеры в плане 20×62 м (20×60 м), высоту стен от пола 3,2 м, общую высоту до конька крыши 8,3 м.

Типовые зерносклады из сборных железобетонных конструкций строят большей вместимостью — 5,5 (5,9 или 6,9) тыс. т. имеют размер в плане 24×90 м, высоту до коньку крыши 9,5 м.

Зерносклады делятся на немеханизированные и механизированные.

В немеханизированных зерноскладах (рис. 5.1, а) все работы с зерном и тарными грузами (загрузка, выгрузка) осуществляются при помощи передвижной механизации. При необходимости зерносклады оборудуют стационарными или переносными установками для активного вентилирования зерна.

Механизированные зерносклады оборудованы верхним и нижним стационарными конвейерами, размещенными, соответственно, в верхней и нижней проходных галереях. В зависимости от типа пола, механизированные склады для зерна могут быть с горизонтальными (рис. 5.1, б) и наклонными полами (рис. 5.1, в).

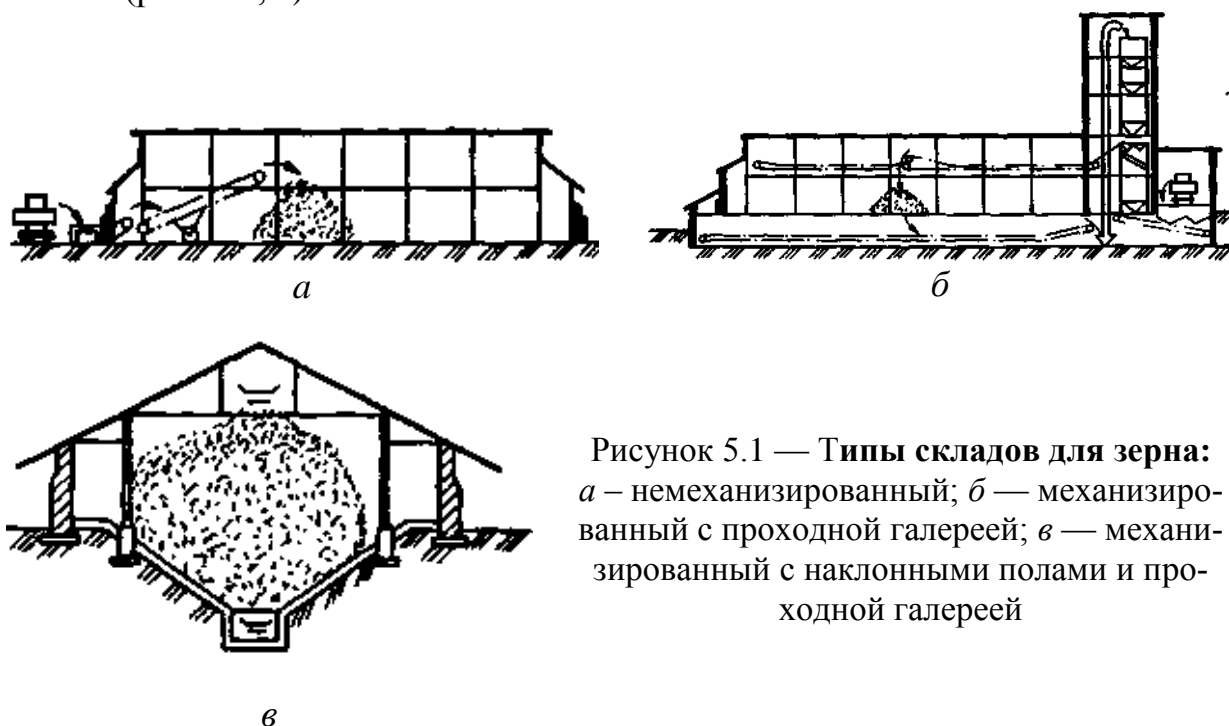


Рисунок 5.1 — Типы складов для зерна: а — немеханизированный; б — механизированный с проходной галереей; в — механизированный с наклонными полами и проходной галереей

Зерносклады с наклонными полами. В отличие от складов с горизонтальными полами, где лишь 45... 50 % массы зерна самотеком поступает через выпускные воронки на нижний конвейер (а остальная часть зерна подается к выпускным воронкам средствами передвижной механизации), в складах с наклонными полами (иногда их называют саморазгружающимися), практически все зерно при разгрузке самотеком поступает на нижний конвейер. Строились исключительно в регионах с низким залеганием грунтовых вод.

Кроме описанных, известны и другие конструкции зерновых складов, например, в виде полушарий, полуцилиндров из металлоконструкций, 2...3 пролетных промышленных помещений из металлопроката, сборного железобетона и других элементов промышленного типа. Они, как правило, дороже типовых зерноскладов и менее приспособлены для хранения зерна.

К механизированным зерноскладам обычно привязаны приемно-очистительные, сушильно-очистительные или рабочие башни (норийные вышки). Созданные на базе механизированных зерноскладов поточно-механизированные линии позволяют осуществлять приемку, очистку, сушку, хранение и отпуск зерна, в том числе семян масличных культур. Они способны осуществлять за год один или несколько оборотов зерна по отношению к складской вместимости.

Недостатки зернохранилищ складского типа: трудность поддержания необходимой водонепроницаемости кровельного покрытия; необходимость частого ремонта сооружаемых из досок напольно-переносных средств активного вентилирования (этого недостатка лишены стационарные средства) и

ворот. Долговечность большинства зерноскладов рассчитана на 30...50 лет.

Элеваторы. Элеватор — наиболее совершенный тип зернохранилищ, обеспечивающий полную сохранность зерна и улучшение его качества на основе полной механизации производственных процессов и автоматизации управления ими. Элеватор представляет собой комплекс зданий и сооружений, выполняющих определенные функции и предназначенных для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, технологической обработки, хранения и отгрузки зерна.

Основные сооружения элеватора: рабочее здание с технологическим и транспортирующим оборудованием, силосный корпус, устройства для приемки зерна с различных видов транспорта, устройства для отпуска зерна на различные виды транспорта и зерноперерабатывающие предприятия, зерносушильный цех, цех обработки и хранения побочных продуктов и отходов.

В зависимости от назначения (хлебоприемный, базисный, перевалочный, фондовый, производственный, портовый) и условий работы элеватора его устройство и набор оборудования основных сооружений могут изменяться.

Силосный корпус — главная составная часть элеватора, на возведение которого приходится основной объем работ по его строительству. Состоит из трех основных частей: надсилосной галереи, силосов, подсилосной галереи. В надсилосной галерее располагаются надсилосные конвейеры со сбрасывающими тележками, служащими для направления зерна из рабочего здания в силосы, которые включают в себя собственно силосы и ячейки между силосами (звездочки), предназначенные для хранения зерна. В подсилосной галерее располагаются днища силосов и подсилосные конвейеры, служащие для разгрузки силосов.

В поперечном сечении силосы могут иметь различную форму и размеры (рис. 5.2): круглые, квадратные, прямоугольные, многогранные шести-, восьми-, двенадцатигранные). Наибольшее распространение получили сило-

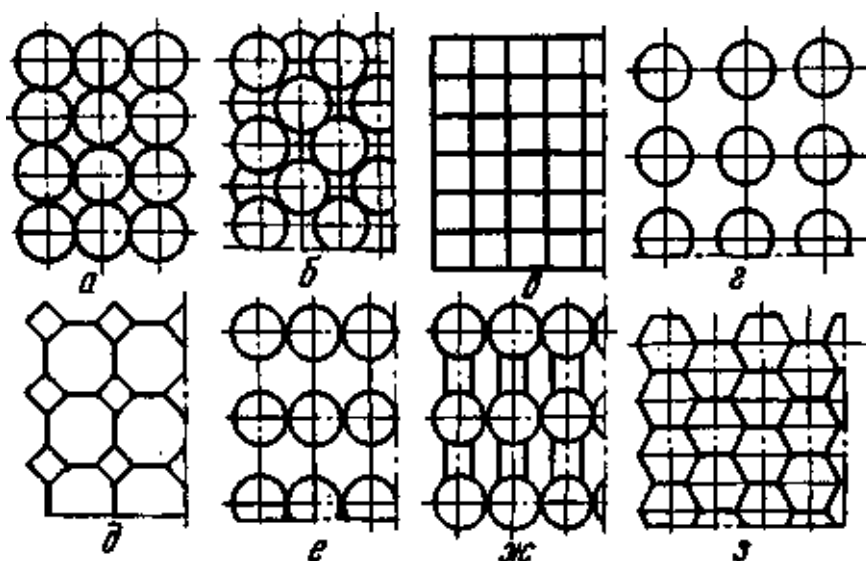


Рисунок 5.2 — Форма и расположение силосов:

а — рядовое; *б* — шахматное; *в* — квадратные; *г, д, е* — круглые и восьмигранные; *ж* — круглые силосы с вставками между ними; *з* — шестигранные

сы круглого сечения. По результатам исследований ЦНИИпромзернопроект оптимальным принят диаметр силоса 6 м. Строительство силосов других размеров приводит к перерасходу материалов (бетона, стали).

В последние годы построено несколько железобетонных силосов монолитной конструкции больших размеров (диаметр до 18 м). Каждый такой силос имеет вместимость 16 000 т. Расположение силосов круглого сечения может быть рядовое и шахматное. Рядовое расположение применяют на элеваторах с норями производительностью 100 и 175 т/ч, шахматное — 350 т/ч.

Если необходимо иметь силосы небольшого размера, то применяют квадратное сечение силосов с размерами сторон 3...4 м.

Силосы другой формы широкого распространения не получили.

В последние годы все большее распространение получает строительство металлических силосных корпусов (рис. 5.3) и отдельно стоящих силосов.

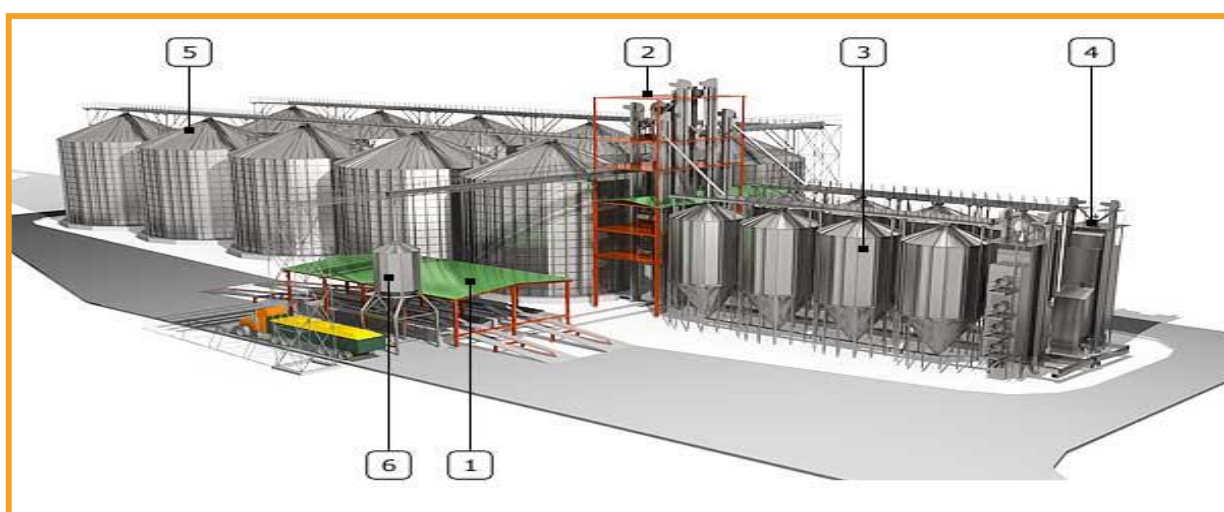


Рисунок 5.3 — **Общий вид элеватора с металлическими силосами:**
1 — завальные ямы; 2 — рабочая башня с бункерами отходов; 3 — блок буферных силосов; 4 — зерносушилки; 5 — силосный корпус в составе металлических силосов с плоским дном; 6 — экспедиторский силос

При примерно одинаковом с железобетонными силосными корпусами уровне удельного расхода металла на единицу вместимости, они имеют ряд преимуществ перед железобетонными хранилищами. В их числе: более низкая стоимость и сравнительно короткий срок строительства; независимость от сезонных погодных условий.

Вместе с тем, необходимо учитывать, что металлические силосы рассчитаны на хранение зерна влажностью не более 14 % и засоренностью не более 3 %. Допустимые сроки хранения зерна при этих условиях приведены в приложении 12.

Зерновые металлические силосные комплексы (ЗМСК). Поиск путей создания зерновых емкостей, обладающих достоинствами классических элеваторов, но не обремененных недостатками их конструкций, привел к созданию металлических силосов, в том числе силосов большого диаметра, получивших в последние десятилетия широкое одобрение и массовое внедрение. Такие зернохранилища в виде отдельных металлических силосов, осо-

бенно большого диаметра, внешне напоминают емкости для хранения нефти или других жидкостей. К 80-м годам прошлого столетия во многих странах (США, Аргентина, Канада, Франция, ФРГ, Австралия и др.) зерновые металлические емкости в виде групп отдельных силосов различной вместимости стали занимать ведущее место, особенно на фермах у сельхозпроизводителей и на местных элеваторах.

Ими быстро заменили большую часть имевшихся зерновых складов с горизонтальными полами, что попутно решило проблему полной механизации и автоматизации работ с зерном, в первую очередь за счет силосов с конусными днищами. При этом если в качестве основных емкостей в таких зернохранилищах используются саморазгружающиеся отдельно стоящие металлические силосы (группы силосов), то они по функциям практически не отличаются от элеваторов с обычными силосными корпусами. Однако диаметр таких силосов по конструктивным и экономическим показателям, как правило, не превышает 9 м, в основном до 6...7 м, поэтому вместимость одного такого силоса составляет не более 1000 т зерна.

При необходимости сооружения зернохранилищ большей вместимости более экономичными (по удельным затратам) являются силосы с плоскими днищами (рис. 5.4). Их диаметр может достигать 20 м и более, а вместимость — 1,5; 3,0; 4,0; 5,0; 7,0 тыс. т. и более. В таких силосах под днищем устанавливают обычно цепной конвейер, на который выпускают через центральную



Рисунок 5.2 — Силос с плоским днищем:

1 — крыша; 2 — корпус; 3 — проветриватели; 4 — вертикальная лестница; 5 — инспекционная дверь; 6 — смотровой люк в крыше силоса; 7 — площадки у смотрового люка; 8 — дополнительная площадка; 9 — зачистной шнек; 10 — вентилятор; 11 — решетки системы вентиляции; 12 — крепление для термоподвесок; 12 — термоподвески; 13 — транспортный мост

воронку основную часть зерна. Остаток зерна подают в эту же воронку так называемым обегаящим шнеком, а зачистку днища (до 5 см слоя зерна) осу-

ществляют пневморазгрузчиками или вручную. Силосы с плоским днищем по уровню разгрузки недалеко ушли от механизированных зерноскладов и по этому важному показателю уступают элеваторам.

В составе металлического силосного комплекса используется такое же оборудование, как и в элеваторах аналогичного назначения. Производительность технологических линий в ЗМСК — в основном 100...200 т/ч, для перегрузочных комплексов — до 350...500, в портовых комплексах — до 1200 т/ч и более.

По уровню соответствия требованиям, предъявляемым в настоящее время к зернохранилищам, первое место отводят классическим элеваторам, построенным из высококачественного монолитного железобетона. Кроме высокой надежности и хороших условий для хранения зерна, наиболее полной механизации и автоматизации работ с зерном, значительно меньшей удельной площади на 1 т вместимости, классические элеваторы обладают одновременно более широкими оперативными возможностями для выполнения всего объема работ с зерном по сравнению с зерновыми силосными комплексами или зерновыми складами. На элеваторах с помощью соответствующего технологического оборудования кроме операций по приемке зерна с одного вида транспорта и отгрузке на другой осуществляют очистку, сушку, формирование партий заданного качества и размера, а также фумигацию (обеззараживание) зерна и его хранение в течение необходимого времени. Важным является и то, что на производственных элеваторах должны быть созданы условия, чтобы перед подачей в переработку подготовить необходимую равномерную смесь из зерна различных сортов и качества — так называемую помольную партию для мукомольных заводов. На элеваторах осуществляют также фракционирование зерна по размерам с целью отдельной переработки партии крупного и мелкого зерна.

Оборудование для элеваторов и зернохранилищ включает свыше 250 наименований: автомобили, вагоноразгрузчики, нории и конвейеры, ворохоочистители и скальператоры для предварительной очистки от грубых примесей, ситовоздушные сепараторы для выделения крупных, мелких и легких примесей, триеры (овсюго- и куколеотборники).

5.3 Требования, предъявляемые к хранилищам

К хранилищам зерна и продуктов его переработки предъявляются специальные требования, в том числе основные:

полная изоляция хранящихся объектов от грунтовых вод и атмосферных осадков, от влажного и теплого воздуха;

малая теплопроводность стен и полов (защищает объекты хранения от суточных колебаний температуры атмосферного воздуха);

хорошая гигроскопичность внутренних поверхностей стен хранилищ (защищает объекты хранения от конденсационной влаги, выпадающей на внутренние стены при резком снижении температуры воздуха);

защита от проникновения вредителей хлебных запасов (грызунов, птиц, насекомых и клещей);

отсутствие в конструктивных сооружениях щелей и углублений, затрудняющих проведение санитарно-гигиенических мероприятий;

герметичность, возможность проведения работ по обеззараживанию объектов хранения;

полная механизация погрузочно-разгрузочных работ;

соответствие требованиям охраны труда, пожаро- и взрывобезопасности;

оснащенность достаточным числом аспирационных установок и других обеспыливающих устройств, обеспечивающих нормативы запыленности воздуха помещений и выбрасываемого в атмосферу.

Дополнительные требования, предъявляемые к зернохранилищам:

достаточная вместимость, в соответствии с функциями зернохранилища;

надежность в строительном отношении — должны выдерживать давление зерновой массы на стены и днища, противодействовать давлению ветра;

оснащенность системами дистанционного контроля температуры и средствами контроля качества зерна;

оснащенность зерноочистительным оборудованием в соответствии с объемами и качеством поступающего и отгружаемого зерна;

оснащенность достаточным числом установок активного вентилирования зерна, а при временном хранении зерна риса и семян масличных культур — устройствами для искусственного охлаждения атмосферного воздуха.

Дополнительные требования, предъявляемые к силосам для бестарного хранения муки и других трудносыпучих продуктов (например, отрубей, комбикормов):

правильный выбор параметров и места расположения в силосах выпускных отверстий — позволяют предотвратить сводообразование и обеспечить непрерывное истечение при выпуске продукта;

оснащение силосов специальными выпускными устройствами — механическими (например, объемными дозаторами барабанного типа, силосными разгрузителями желобчатого типа с валами, на которые насажены лопатки, либо винты, вибрационными разгрузителями на основе эксцентриковых поверхностных вибраторов, передающих колебания наклонной металлической стенке воронки силоса), а также механическими в комплексе с пневматическими (воздействующими сжатым воздухом на массу находящихся в силосах продуктов и, тем самым, разъединяющими уплотнившиеся частицы сыпучих продуктов и обеспечивающими их свободное истечение).

Контрольные вопросы и задания

1. Какие продукты принято относить к объектам временного и длительного хранения? 2. Дайте классификацию и общую характеристику режимов и способов хранения зерна и продуктов его переработки. 3. Дайте характеристику основ, достоинств и способов создания режима хранения в сухом состоянии зерна и продуктов его переработки. 4. Дайте характе-

ристку основ, достоинств и способов создания режима хранения в охлажденном состоянии зерна и продуктов его переработки. 5. Дайте характеристику основ, достоинств и способов создания режима хранения в бескислородной среде зерна и продуктов его переработки. 6. Какие специальные и дополнительные требования предъявляют к хранилищам, исходя из специфических особенностей зерна и продуктов его переработки?

Раздел второй

МЕРОПРИЯТИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ УСТОЙЧИВОСТЬ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Глава 6

Послеуборочная обработка зерна

Свежеубранные зерновые массы, помимо зерна основной культуры и некоторого количества зерен других культур (которые по ценности не ниже зерна основной культуры), содержат в своем составе нежелательные компоненты, в числе которых: семена сорных растений, мелкие, поврежденные и дефектные зерна основной культуры, органические, минеральные и вредные примеси. Присутствие в зерновых массах этих примесей ухудшает качество зерна и затрудняет его хранение.

Например, сильная засоренность зерна ухудшает как мукомольные, так и хлебопекарные свойства муки, придает хлебу неприятный вкус и темный цвет. Мелкие и щуплые зерна уменьшают выход готовой продукции (муки и крупы), имеют повышенную обсемененность поверхности микроорганизмами. Употребление зерновых продуктов питания, которые содержат в себе вредную примесь (куколь, спорынья, горчак и др.) более установленного стандартом количества, приводит к отравлению организма человека и животных. Присутствующие в зерновой массе высоковлажные и, в значительной мере заселенные микроорганизмами, примеси (части стеблей, семена сорных растений) служат источником самосогревания, снижают сыпучесть зерна, затрудняют его обработку.

6.1 Очистка зерна

Одно из основных условий обеспечения количественно-качественной сохранности зерновых масс — это своевременная и эффективная очистка их от нежелательных компонентов — различного рода примесей, допустимое содержание которых установлено соответствующими стандартами.

Очистку зерновых масс осуществляют путем сепарирования — механического разделения смесей на их составные, более однородные части (фракции), различающиеся физико-механическими свойствами, по следующим основным признакам: геометрическим размерам (длине, ширине, толщине), аэродинамическим свойствам (скорость витания), плотности, форме и состоянию поверхности, магнитным и другим свойствам. Именно с учетом этих признаков и разработаны основные органы зерноочистительных машин — сепараторов, используемых для выделения из зерновых масс нежелательных компонентов.

В частности, для выделения примесей, отличающихся от зерна геомет-

рическими размерами в сепараторах устанавливаются металлические сита (решета) с отверстиями круглыми (для выделения примесей, отличающихся от зерна шириной), прямоугольными (для выделения примесей, отличающихся от зерна толщиной), треугольными (для выделения примесей, отличающихся от зерна площадью и формой поперечного сечения), а в специальных машинах — триерах, — цилиндрические или дисковые поверхности с выштампованными карманообразными ячейками (для выделения примесей, отличающихся от зерна длиной).

Выделение примесей, отличающихся от зерна аэродинамическими свойствами осуществляется воздушным потоком в пневмосепарирующих каналах.

Для выделения примесей, отличающихся от зерна по плотности, используется принцип разделения, основанный на явлении самосортирования, и находящий применение на специальных поверхностях камнеотделительных (камнеотборочных) машин и пневмосортировальных столов (с дополнительной продувкой слоя воздухом).

Для выделения примесей, отличающихся от зерна по магнитным свойствам, используется принцип, основанный на различии магнитной восприимчивости зерновых продуктов и металломагнитной примеси, находящий применение в сепараторах с постоянными магнитами и электромагнитами.

В числе зерноочистительных машин, используемых на хлебоприемных предприятиях и семяочистительных станциях для очистки зерна от примесей, наибольшее применение нашли машины, приведённые в табл. 6.1.

6.2 Сушка зерна

6.2.1 Сущность и задачи сушки

Разнообразие природно-климатических зон на территории нашей страны предопределяет поступление в хранилища зерна различной влажности, и, следовательно, с различной стойкостью в хранении.

Особенно нестойко в хранении влажное и сырое зерно. Это и предопределяет необходимость проведения такой важной технологической операции, как сушка, которая является одним из основных способов повышения устойчивости зерна при длительном хранении.

Основное назначение сушки — доведение зерна до такого состояния по влажности, при котором оно впадает в состояние, близкое к анабиозу: жизнедеятельность и дыхание его затормаживаются, а развитие микроорганизмов и вредителей почти прекращается вследствие отсутствия для этого благоприятных условий.

Особенно велико значение сушки при подготовке к хранению свежубранного зерна, которое к моменту уборки не достигает полной физиологической зрелости и не обладает высокими технологическими достоинствами.

Кроме того, как известно, процесс послеуборочного дозревания характеризуется реакциями синтеза (образования) белков из аминокислот, крахмала из сахаров и жиров из глицерина и жирных кислот. Своевременная и правильно проведенная сушка ускоряет процесс послеуборочного созревания

зерна, который в условиях обычного хранения длится в течение нескольких недель, а то и месяцев, повышает его стойкость при хранении, с одновременным улучшением технологических и семенных достоинств.

Таблица 6.1 — Назначение зерноочистительных машин

Тип, марка машины	Назначение машины
Ворохоочистители	
Ворохоочистители ЗВ-50, МПО-30, МПО-50, МПО-50С, МПО-100, МПР-50, МПР-50С, ОВС-25	Предварительная очистка свежесобранного зерна от крупных и легких примесей, отличающихся от зерна размерами и аэродинамическими свойствами
Барабанный скальператор А1-БЗО	Предварительная очистка зерна от крупных примесей, отличающихся от зерна размерами
Воздушно-ситовые сепараторы	
А1-БИС-100, А1-БЦС-100, ЗГ-30, СЗГ-25, ЗГМ-20, ЗГ-5, ЗВС-20, U100-20GF	Очистка от примесей, отличающихся от зерна шириной, толщиной и аэродинамическими свойствами
Триеры	
Куколеотборники ЗТК-5И, ТЦК-700-5 (8)	Выделение из предварительно очищенного от минеральных примесей зерна коротких примесей — куколя, гречишки, битого зерна и др.
Овсюгоотборники ЗТО-5И, ТЦО-700-5 (8)	Выделение из предварительно очищенного от минеральных примесей зерна длинных примесей — овсюга, овса и др.
Семяочистительные машины	
Виброцентробежный зерновой сепаратор Р8-БЦС-25 (50); очистители М12 3.6, М15 3.6, U12 2.4, U15 2.4	Очистка от примесей, отличающихся от зерна и семян зерновых, крупяных и бобовых культур шириной, толщиной и аэродинамическими свойствами, доведение семян до высоких стандартов качества
Пневмосортировальные столы БПС, МОС-9С (9Н), ПСМ	Очистка от семян сорных растений и других примесей, отличающихся от зерна плотностью, размерами, формой и характером поверхности

Примечание: в условиях постоянного совершенствования конструкций зерноочистительных машин с появлением новых типов и марок оборудования возможно обновление материально-технической базы предприятий.

Практика свидетельствует, что слабая клейковина зерна пшеницы в процессе сушки укрепляется, что сказывается на увеличении количества отмываемой клейковины и улучшении технологических свойств зерна. Аналогично сушка позволяет улучшить технологические свойства зерна, поврежденного клопом-черепашкой, а также проросшего и морозобойного (которые, как известно, весьма неустойчивы в хранении). При правильно организованном процессе сушки к поверхности зерна (в частности, к зародышу, в области которого происходит основной влагообмен между зерновкой и окружающей средой) вместе с влагой перемещаются водорастворимые минеральные вещества, которые улучшают его семенные достоинства.

Сушка способствует выравниванию влажности отдельных компонентов зерновой смеси, улучшению внешнего вида и цвета зерна, а сушка в сушиль-

ках некоторых типов — снижению его засоренности.

Перевозке железнодорожным и водным транспортом подлежит только сухое зерно, поскольку перевозка влажного зерна может привести к его порче, а, кроме того, это и неэкономично, так как вместе с зерном нужно будет перевозить излишнюю влагу.

Для хранения сухого зерна большинства культур (за исключением бобовых, семян подсолнечника, а также зерна, принимаемого по особо учитываемым признакам и др.) требуются зернохранилища вместимостью примерно в 7...10 раз меньше, чем для хранения влажного зерна. Во-первых, потому, что сухое зерно занимает меньший объем, а во-вторых, влажное зерно можно хранить в насыпи толщиной до 2 м, в то время как сухое зерно можно хранить в силосах элеваторов в насыпи высотой 40 м и более. Причем, при хранении влажного зерна зернохранилище необходимо оборудовать установками активного вентилирования, строить склады, занимающие большую территорию.

Велико значение сушки и в зерноперерабатывающих отраслях промышленности. Сушка позволяет снижать энергоемкость вальцовых станков, повышать выход муки и круп, увеличивать длительность хранения муки и круп, снижать износ оборудования. Таким образом, сушка — одна из основных и важнейших операций в комплексе мероприятий в период послеуборочной обработки зерна.

Вместе с тем, использование современных высокопроизводительных зерносушилок, находящих применение на хлебоприемных предприятиях, связано с использованием агента сушки (в виде смеси топочных газов с атмосферным воздухом, либо чистого подогретого воздуха) и неизбежным нагревом зерна в пределах, ограничиваемых (с учетом его термоустойчивости) инструкцией по сушке.

6.2.2 Термоустойчивость зерна

Показателем термоустойчивости принято считать максимально допустимую температуру нагрева, при которой сохраняется качество зерна в соответствии с его назначением.

Известно, что величина допустимой температуры нагрева зерна ограничена и зависит от очень многих факторов, в том числе от сорта, степени зрелости, назначения, влажности зерна, состояния его белкового комплекса, а также от способа и режима сушки.

Для оценки термоустойчивости в зависимости от назначения зерна могут учитываться различные показатели: энергия прорастания, всхожесть и жизнеспособность, образование трещин, количество и качество клейковины, а также химический состав. Органические и неорганические вещества, входящие в состав зерна, по-разному реагируют на нагревание в процессе сушки. Крахмал в сухом состоянии можно нагревать до 70 °С и состояние его при этом не изменяется. При наличии воды крахмал набухает. При этом нагревание крахмала до температуры выше 62 °С сопровождается растрескиванием крахмальных зерен и клейстеризацией.

Жиры более устойчивы к нагреванию, чем крахмал. Однако при нагревании выше 70 °С они частично распадаются, в результате чего повышается их кислотное число. Последнее является следствием повышения содержания свободных жирных кислот.

Клетчатка наиболее устойчива к воздействию температур и может без изменений выдерживать температуру до 200 °С. Белок зерна при наличии воды набухает, что положительно сказывается при прорастании семян, а для пшеницы, например, при приготовлении теста. При температуре нагревания выше допустимой белок подвергается денатурации (свертыванию), при которой уменьшается его водопоглотительная способность (способность к набуханию). Причем водорастворимые белки зародыша менее термоустойчивы, чем клейковинные белки эндосперма. Поэтому для семенного зерна допустимы более низкие температуры нагрева и меньшая продолжительность выдержки, чем для продовольственного зерна. По этой же причине менее зрелое зерно имеет пониженную термоустойчивость по сравнению с зерном в состоянии полной спелости и прошедшим стадию послеуборочного дозревания. При сушке такого зерна приходится применять пониженные температурные режимы, допуская тем самым снижение производительности сушилки.

По мере снижения влажности зерна термоустойчивость его повышается. По данным В.П. Горячкина, всхожесть сырого зерна пшеницы теряется полностью уже при температуре 60...65 °С. Однако нагрев в течение 20 мин зерна влажностью 3 % даже до 110...120 °С на всхожесть не влияет.

Исследованиями И.И. Ленарского установлено, что различие в термоустойчивости сухого и сырого зерна основано на неодинаковой скорости тепловой денатурации белков, причем с повышением влажности на 3...4 % или температуры на 10 °С скорость денатурации белков зерна возрастает в 2...4 раза.

6.2.3 Особенности сушки при различном состоянии слоя зерна и основные типы зерносушилок

Толщина и состояние сушке слоя зерна, подвергаемого сушке, предопределены конструктивными особенностями конвективных зерносушилок. Сушка может осуществляться при одном, либо при комбинированном сочетании нескольких из нижеперечисленных состояний зернового слоя: плотный, разрыхленный, кипящий, виброкипящий, взвешенный, падающий.

Сушка зерна в плотном слое. Различают следующие состояния плотного слоя высушиваемого зерна: плотный неподвижный; плотный малоподвижный и плотный подвижный слой.

Плотный неподвижный слой. Характеризуется тем, что контакт зерен постоянно зафиксирован и их активная поверхность, участвующая в процессе тепло- и влагообмена с агентом сушки, не изменяется.

Сушилки, осуществляющие сушку зерна в плотном неподвижном слое относятся к установкам периодического действия (сушилки камерного и бункерного типов). Особенностью этих сушилок, даже в условиях периодиче-

ского изменения направления продувания, является значительная неравномерность нагрева и сушки зернового слоя, толщина которого может быть 0,6...3,5 м. Слои зерен, расположенные ближе к месту входа агента сушки, нагреваются и высушиваются быстрее. В связи с этим температура агента сушки не может превышать предельно допустимую температуру нагрева зерна, которая характеризуется его термоустойчивостью. Скорость агента сушки в слое ограничена большим аэродинамическим сопротивлением слоя и, как правило, не превышает 0,2 м/с. Поэтому сушка может длиться до 2...3 сут.

Камерная зерносушилка. Принцип ее работы (рис. 6.1) заключается в том, что к неподвижному слою зерна (как правило, это кукуруза в початках, но может сушиться и любая другая культура) по специальным коридорам подводится агент сушки. Причем, для уменьшения неравномерности нагрева и сушки слоя зерна направление подачи агента сушки периодически изменяется (он подводится то снизу, то сверху), т.е. имеет место реверсивное продувание подвергаемого сушке слоя зерна. Количество периодов реверсивного

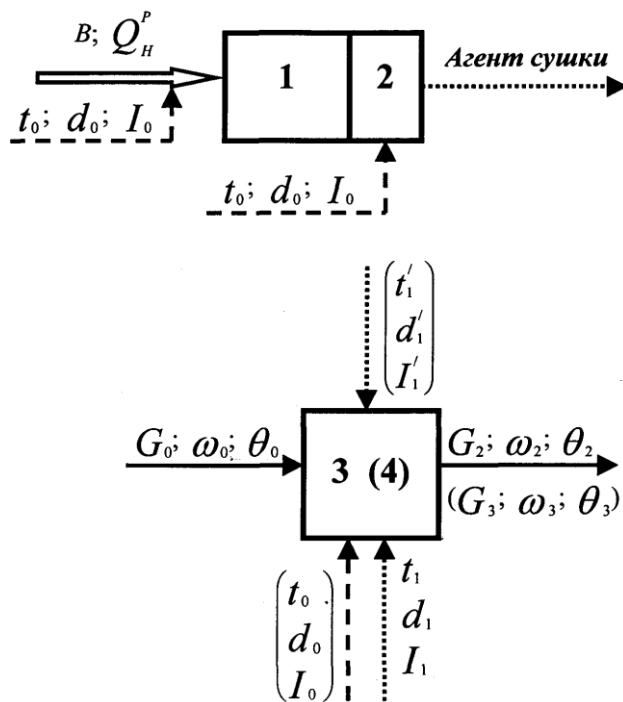


Рисунок 6.1 — Функционально-параметрическая схема работы камерной (бункерной) зерносушилки:

1 — сжигание топлива; 2 — смешение топочных газов с наружным воздухом; 3 — подвод к зерну агента сушки; 4 — окончательное охлаждение просушенного зерна; B, Q_H^p — расход и низшая теплота сгорания топлива; G, ω, θ — масса, влажность и температура зерна; t, d, I — температура, влагосодержание и энтальпия агента сушки (воздуха)

продувания и их продолжительность определяются в зависимости от начальной влажности, допустимой температуры нагрева зерна (определяемой его термоустойчивостью) и температуры агента сушки.

Процесс сушки продолжается до достижения зерном заданной конечной влажности. Затем, после отлежки, сразу начинается процесс охлаждения (окончательного). Просушенное и охлажденное зерно выгружается из камеры, после чего камера загружается новым зерном, требующим сушки. В связи с тем, что, как правило, камерные сушилки многокамерные, на практике стремятся организовать процесс загрузки, сушки, охлаждения и выгрузки так, чтобы камерная сушилка в целом работала как сушилка непрерывного действия.

Конструктивные параметры камерных сушилок: количество камер в одной сушилке; размеры камер (их вместимость при различной толщине слоя); характеристики топок (тепловентиляционных агрегатов, теплогенераторов и т.п.) и вентиляторов; установленная мощность электродвигателей.

Оперативно- контролируемые и управляемые параметры: начальная и текущая влажность початков (зерна); температура агента сушки; количество периодов реверсивного продувания и их продолжительность (определяются в зависимости от начальной влажности, допустимой температуры нагрева зерна, определяемой его термоустойчивостью и температуры агента сушки); соблюдение графика ритмичной работы камер.

Как правило, свежий агент сушки из топки все время подают в верхний коридор, где он проходит сверху вниз через те камеры, в которых сушка близится к завершению.

Собранный в нижнем коридоре частично отработанный агент сушки (температура которого на 8...12 °С ниже первоначальной) направляют далее снизу вверх через остальные камеры, только что подключенные после загрузки и в которых сушка длится менее половины намеченного срока.

Для ритмичной работы, камеры подключают поочередно примерно через равные интервалы времени $\tau_{\text{инт}}$, с таким расчетом, чтобы продолжительность простоя $\tau_{\text{пр}}$ каждой камеры под разгрузкой и повторной загрузкой не превышала величины:

$$\tau_{\text{пр}} < [\tau_{\text{раб}} / (m - 1)],$$

где $\tau_{\text{раб}}$ — продолжительность сушки, ч; m — число камер в одном сушильном блоке (перегороженные пополам камеры принимают за одну).

В противном случае ритмичная работа сушилки будет нарушена, и временами будут простаивать две и более камеры. Камеры должны работать относительно друг друга со сдвигом в фазах сушки, равным $\tau_{\text{инт}}$, для чего интервал времени $\tau_{\text{инт}}$, через который следует подключать камеры, должен быть равен:

$$\tau_{\text{инт}} = (\tau_{\text{раб}} + \tau_{\text{пр}}) / m.$$

Продолжительность одного оборота камеры равна:

$$\tau_{\text{инт}} = (\tau_{\text{раб}} + \tau_{\text{пр}}).$$

Направление подачи агента сушки в каждой камере меняют по прошествии половины времени $\tau_{\text{раб}}$, отведенного на сушку, которое предварительно выбирают в соответствии с рекомендуемыми режимами сушки (где в зависимости от влажности зерна указываются максимальная температура агента сушки, высота насыпи початков в камерах, а также примерная продолжительность сушки до конечной влажности зерна), а затем уточняют по фактическим результатам работы сушилки. Момент переключения совпадает с окончанием разгрузки одной из камер.

Вентилируемый бункер. Сушка зерна в вентилируемых бункерах осуществляется при одностороннем подводе агента сушки к слою, и ее можно представить той же самой функционально-параметрической схемой, что и для камерных сушилок (см. рис. 6.1). Единственное отличие — односторонний подвод агента сушки.

Конструктивные параметры вентилируемых бункеров:

полезная вместимость при заполнении зерном; толщина слоя зерна; характеристика тепловентиляционных агрегатов (теплогенераторов и т.п.) по расходу тепла и агента сушки; установленная мощность электродвигателей.

Оперативно- контролируемые и управляемые параметры: начальная и текущая влажность зерна; положение верхнего уровня зернового слоя; температура агента сушки; продолжительность процесса сушки до достижения зерном заданной конечной влажности.

Плотный малоподвижный слой. Характеризуется тем, что при смещении (во время гравитационного движения) отдельных зерен относительно друг друга контакт между ними сохраняется, активная поверхность обновляется, но величина ее по существу не превышает поверхности, характерной для плотного неподвижного слоя.

Сушилки, в которых зерно сушится в плотном малоподвижном слое являются установками непрерывного действия (шахтные прямоточные сушилки). Особенность этих сушилок — значительная неравномерность нагрева и сушки зернового слоя, толщина которого может быть в пределах 0,10...0,25 м. Температура агента сушки в зависимости от рода зерновой культуры и ее назначения 50...160 °С, а скорость его в слое зерна 0,3...0,4 м / с. Продолжительность пребывания зерна в зоне сушки до 1,5 ч.

Шахтная прямоточная зерносушилка. Принцип ее работы (рис. 6.2) заключается в том, что к движущемуся в шахтах под действием собственной массы зерну через специальные короба подводится агент сушки либо наружный воздух. Отработанный агент сушки и воздух через отводящие короба выводятся наружу. В зависимости от количества зон сушки сушилки могут быть одно - двух - и трехступенчатые. Кроме того, эти сушилки могут иметь одну либо две параллельно расположенные шахты. В последнем случае эти шахты имеют общий надсушильный бункер и общую напорную камеру, через которую в шахту к коробам (а, следовательно, и к зерну) подводится либо агент сушки, либо наружный воздух. Обязательным элементом этих сушилок является камера окончательного охлаждения просушенного зерна.

Конструктивные параметры сушилок этого типа: количество шахт в одном агрегате; полезная вместимость шахты; количество рядов коробов по высоте шахты; количество коробов в одном ряду; толщина слоя зерна; способ подвода к слою агента сушки или воздуха (зависит от схемы расположения подводящих и отводящих коробов либо от их конструкции); характеристика топки; характеристики вентиляторов; установленная мощность электродвигателей.

Оперативно- контролируемые и управляемые параметры: начальная и конечная влажность зерна; температура агента сушки по ступеням; температура зерна (исходная, на выходе из последней ступени сушки, на выходе из охладительной камеры); скорость перемещения зерна в шахте (время пребывания зерна в шахте) и связанная с ней пропускная способность сушилки (либо производительность).

Вследствие возможной несинхронной работы выпускных устройств на

практике может иметь место значительная неравномерность по сушке и нагреву зерна в параллельно расположенных шахтах, что вызывает необходимость в организации контроля температуры нагрева зерна в обеих шахтах. Кроме того, из-за возможной неравномерности нагрева зерна по сечению одной шахты (как показывает практика, разница температур может достигать 25...35 °С) необходимо организовать контроль температуры нагрева зерна по горизонтальному сечению последней ступени сушки в нескольких точках.

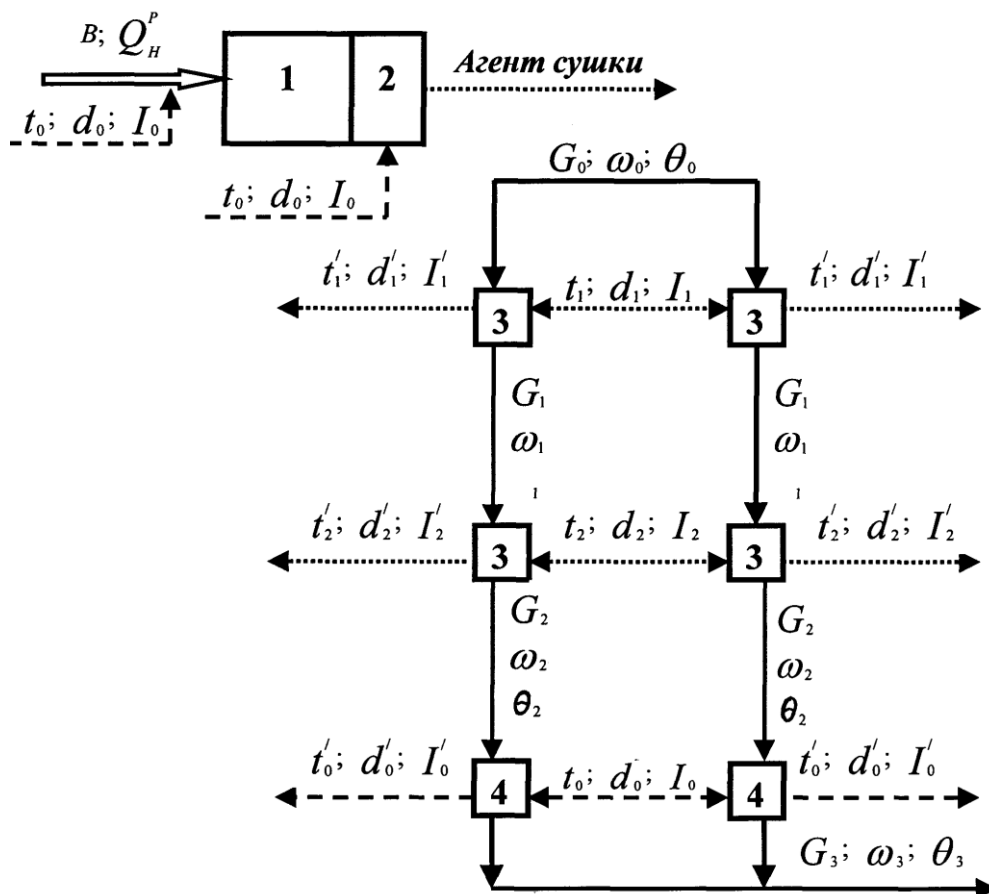


Рисунок 6.2 — Функционально-параметрическая схема работы шахтной прямоточной зерносушилки:

1 — сжигание топлива; 2 — смешение топочных газов с наружным воздухом; 3 — подвод к зерну агента сушки; 4 — окончательное охлаждение просушенного зерна; условные обозначения параметров — согласно рис. 6.1

Плотный подвижный слой. Характеризуется тем, что скорость гравитационного перемещения слоя зерна в несколько раз выше, чем в плотном малоподвижном слое. В результате слой интенсивно разрыхляется, увеличивается активная поверхность зерен, участвующая в процессе тепло - и влагообмена с агентом сушки. Неравномерность нагрева и сушки резко снижается

Сушка в плотном подвижном слое находит применение в шахтных рециркуляционных зерносушилках, в частности в зонах рециркуляции этих сушилок. Толщина слоя зерна, а также параметры агента сушки те же, что и при сушке в плотном малоподвижном слое. Продолжительность пребывания зерна в зоне сушки не превышает 15...20 мин.

Шахтная рециркуляционная зерносушилка. Принцип работы про-

стейшего варианта рециркуляционной зерносушилки, созданной на базе обычной шахтной прямоточной зерносушилки по предложению ВНИИЗ (рис. 6.3) заключается в чередовании циклов обезвоживания (после отлежки) плотного подвижного слоя рециркулируемого зерна при подводе к нему агента сушки и окончательное охлаждение (после отлежки) плотного мало-подвижного слоя зерна при подводе к нему атмосферного воздуха.

Вновь подаваемое на сушку холодное сырое зерно смешивается с нагретым сухим рециркулируемым, образуя многокомпонентную по температуре и влажности смесь.

Во время отлежки, продолжительность которой составляет 10...15 мин, происходит полное выравнивание температуры между отдельными компонентами смеси и частичное перераспределение влаги между сырыми и сухими зёрнами.

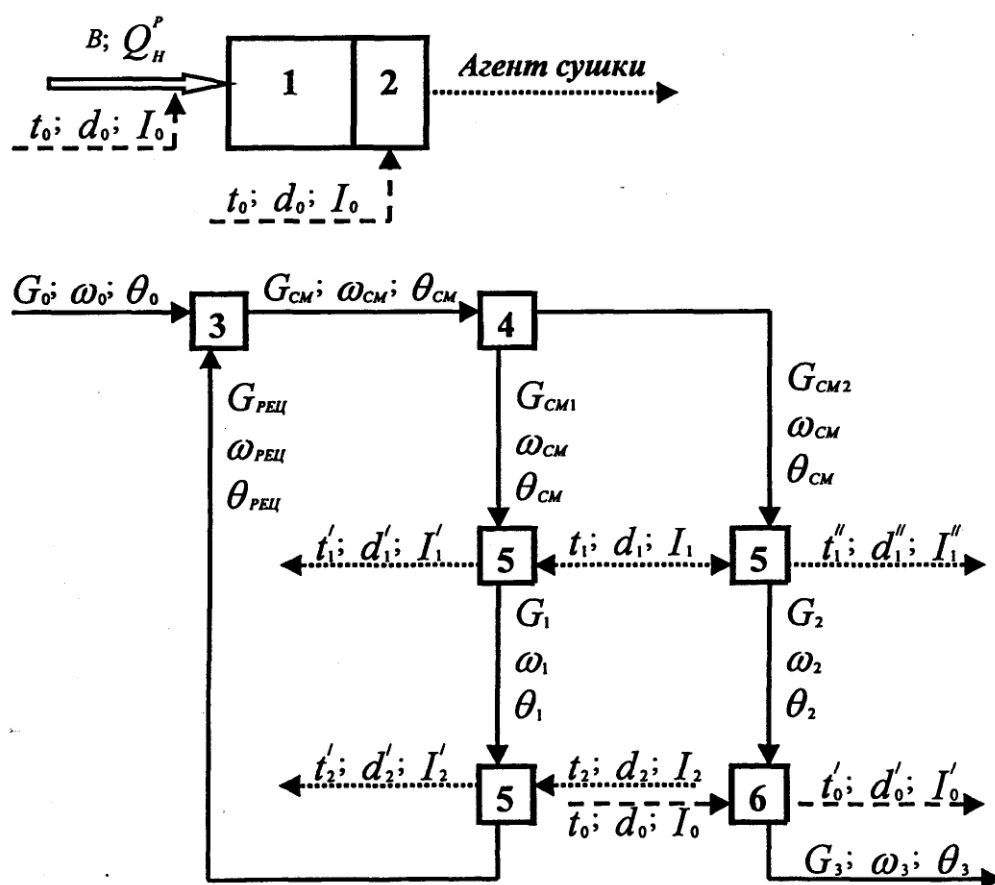


Рисунок 6.3 — Функционально-параметрическая схема работы шахтной рециркуляционной зерносушилки:

1 — сжигание топлива; 2 — смешение топочных газов с наружным воздухом; 3 — смешение зерна различной влажности и температуры; 4 — отлежка смеси зерна; 5 — подвод к зерну агента сушки; 6 — окончательное охлаждение просушенного зерна; условные обозначения параметров — согласно рис. 6.1

Далее, при подводе агента сушки к плотному подвижному слою рециркулируемого зерна осуществляется нагрев смеси зерна до предельно допустимого значения температуры и одновременное снижение его влажности.

Параллельно при окончательном охлаждении плотного малоподвижно-

го слоя зерна происходит снижение его температуры с одновременным частичным испарением влаги.

Практически при данной схеме сушки основная масса влаги (около 90 %) испаряется в плотном подвижном (и частично в плотном малоподвижном) слое при подводе агента сушки, имеющего сравнительно высокую температуру. При окончательном охлаждении испаряется около 10 % влаги от общего ее количества, испаряемого из зерна при его обезвоживании.

Конструктивные параметры: паспортная производительность норий; полезная вместимость бункера тепло – и влагообмена; полезная вместимость сушильной и охладительной шахт; толщина зернового слоя в шахтах; способ подвода воздуха к подвергаемым сушке и охлаждению слоям зерна (зависит от схемы расположения подводящих и отводящих коробов); скорость воздуха в слое зерна в сушильной и охладительной шахтах; характеристика вентиляторов; установленная мощность электродвигателей.

Оперативно- контролируемые и управляемые параметры: начальная и конечная влажность зерна; начальная, конечная и максимальная температура нагрева зерна; температура агента сушки на входе в зону сушки и на выходе из нее (т.е. температура отработанного агента сушки); продолжительность отлежки зерна; продолжительность пребывания зерна в сушильной и охладительной шахтах; загрузка рециркуляционной нории (коэффициент циркуляции просушенного зерна); производительность сушилки.

Сушка зерна в разрыхленном слое. Характеризуется теми же особенностями и параметрами, что и сушка в плотном подвижном слое. Единственное отличие — перемещение зерна механическим путем. Находит применение в барабанных сушилках.

Сушка зерна в псевдооживленном слое. Псевдооживленный слой (иногда его называют **кипящим**) получил свое название благодаря формальному сходству его свойств со свойствами капельной жидкости. Если через слой зерна, расположенного на решетке, пропускать с определенной скоростью воздух, то слой вначале разрыхляется, а затем переходит в состояние, напоминающее кипящую жидкость, т.е. в состояние псевдооживления. Слой зерна толщиной 0,10...0,25 м переходит в псевдооживленное состояние при повышении скорости воздушного потока до 1...2 м/с. При этом активная поверхность зерен практически равна их суммарной геометрической поверхности. В результате даже при сравнительно низкой температуре агента сушки (70...120 °С) зерно нагревается до предельно допустимых значений температуры за 30...60 с.

При самопроизвольном перемещении псевдооживленного слоя вследствие присущего ему свойства текучести от места загрузки его в зону сушки к месту выпуска время пребывания отдельных зерен в зоне сушки неодинаково. Это может привести к неравномерному нагреву и сушке. Поэтому целесообразно организовать принудительное перемещение псевдооживленного слоя и тем самым регулировать продолжительность пребывания его в зоне сушки в широких пределах в соответствии с исходными влажностью и температурой, а также выбранными режимами сушки.

Сушка зерна в кипящем (псевдооживленном) слое находит применение в специальных устройствах для быстрого предварительного нагрева сырого зерна перед его последующим обезвоживанием в плотном малоподвижном либо плотном подвижном слое. Кроме того, возможны варианты использования кипящего слоя в зонах сушки и окончательного охлаждения просушенного зерна.

Зерновой слой может быть приведен в псевдооживленное состояние путем воздействия на него вибрационных колебаний или совместным воздействием воздушного потока и вибрации. Такое состояние слоя называют *виброкипящим*. Применение вибрации с частотой колебаний 20...30 Гц и амплитудой 2...10 мм позволяет существенно уменьшить скорость воздушного потока и тем самым повысить технико-экономические показатели за счет сокращения расхода электроэнергии.

Шахтная рециркуляционная зерносушилка с квазиизотермическим режимом. Принцип работы этой сушилки (рис. 6.4) заключается в использовании приема предварительного (кратковременного) нагрева сырого зерна и

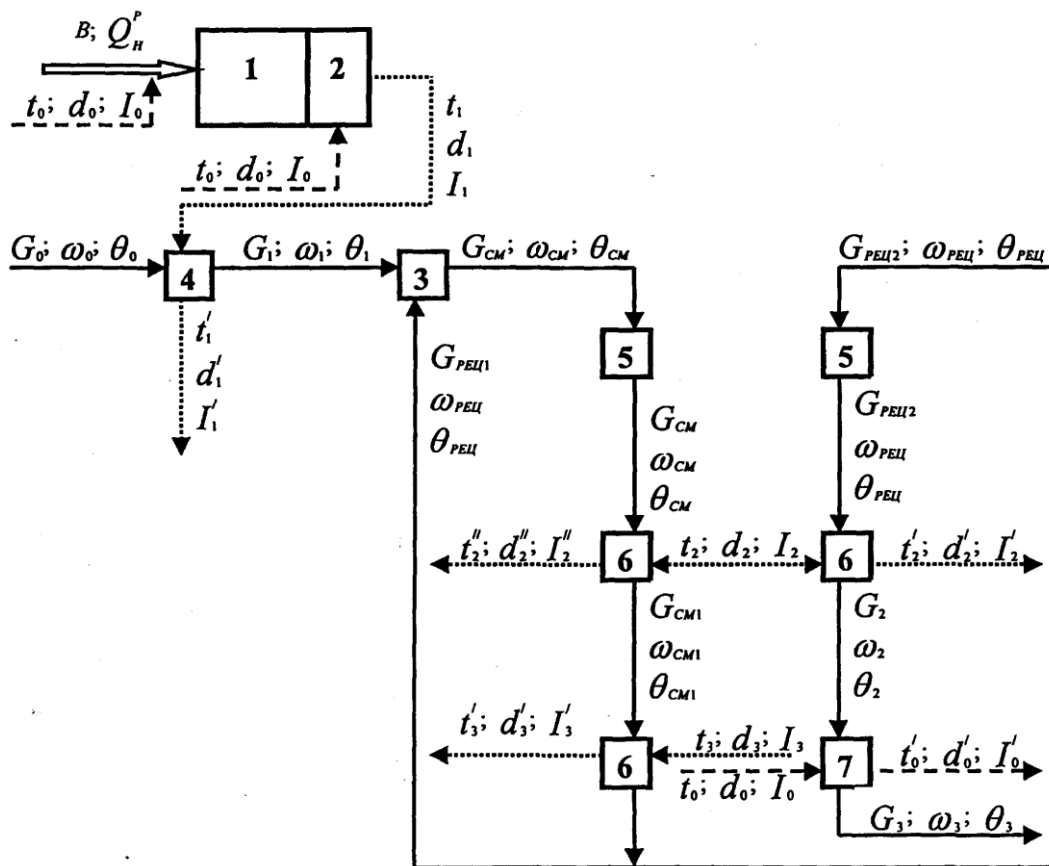


Рисунок 6.4 — Функционально-параметрическая схема работы шахтной рециркуляционной зерносушилки с квазиизотермическим режимом:

- 1 — сжигание топлива; 2 — смешение топочных газов с наружным воздухом;
- 3 — смешение зерна различной влажности и температуры; 4 — кратковременный нагрев сырого зерна; 5 — отлежка смеси зерна; 6 — подвод к зерну агента сушки;
- 7 — окончательное охлаждение просушенного зерна; условные обозначения параметров — согласно рис. 6.1

обезвоживание в условиях чередования приемов отлежки и подвода агента

сушки вначале к плотному подвижному (перед возвратом части зерна на рециркуляцию), а затем к плотному малоподвижному слою зерна, перед его окончательным охлаждением.

Вновь поступающее на сушку сырое зерно подвергается кратковременному нагреву до предельно допустимого значения температуры для зерна данной влажности высокотемпературным агентом сушки в кипящем слое. Для предупреждения неравномерного нагрева и сушки зерна использован нагреватель роторного типа с лопастями, предназначенными для равномерного перемещения кипящего слоя зерна и вывода его из камеры нагрева.

Нагретое сырое зерно смешивается затем с нагретым сухим рециркулируемым (имеющим более высокую температуру) зерном и поступает в зону отлежки. При отлежке происходит полное выравнивание температуры зерна между отдельными компонентами смеси и частичное перераспределение влаги. При этом из-за незначительной разницы температур сырого и сухого компонентов смеси влагообмен протекает весьма эффективно.

При использовании последующего приема — подвода агента сушки к плотному подвижному слою зерна — происходит интенсивное испарение влаги с поверхности сырых и сухих компонентов смеси, вследствие чего процесс протекает при постоянной скорости сушки, причем в начале процесса происходит некоторое понижение температуры зерна.

После этого часть зерна в количестве, в n раз превышающем количество сырого, предварительно нагретого зерна, смешивается с ним и поступает в зону отлежки. Меньшая же часть смеси зерна, выходящего из зоны рециркуляции, поступает на отлежку. Отлежка этой части нагретого зерна сопровождается интенсивной диффузией влаги из внутренних слоев отдельных зерновок к их поверхности. При последующих приемах подвода агента сушки и окончательного охлаждения эта влага интенсивно испаряется с поверхности зерна.

Достоинством данной схемы сушки в сравнении с представленной на рис. 6.3 является подача в зону отлежки нагретого сырого и сухого рециркулируемого зерна (что в значительной степени интенсифицирует процессы влагообмена между ними), а также последующего испарения влаги с поверхности зерна, при подводе к нему агента сушки.

Кроме того, использование предварительного подогрева позволяет подавать в сушилку более сухое зерно. В совокупности с более интенсивным обезвоживанием зерна, при подводе к нему агента сушки, это позволяет значительно снизить коэффициент циркуляции зерна.

Положительным является также и то, что на окончательное охлаждение поступает зерно, как минимум три раза подвергнутое воздействию агента сушки, что значительно уменьшает невыравненность по влажности смеси просушенного зерна.

Использование приемов отлежки и последующего подвода агента сушки к зерну перед его окончательным охлаждением позволяет значительно увеличить величину влагосъема, вследствие чего уменьшается доля влаги, испаряемой из зерна в первой зоне подвода агента сушки ко всей обезвожи-

ваемой массе зерна. Вследствие этого, а также из-за снижения коэффициента циркуляции (несмотря на то, что через эту зону перемещается все зерно) скорость его незначительно превышает скорость перемещения зерна в зоне окончательного охлаждения. Поэтому для предупреждения ухудшения качества зерна в эту зону подводят агент сушки с температурой, не превышающей 120 °С.

Конструктивные параметры сушилки: паспортная производительность норий; полезная вместимость бункеров тепло – и влагообмена; полезная вместимость зон сушки и охлаждения; толщина зернового слоя в шахтах; способ подвода агента сушки и воздуха к подвергаемым сушке и охлаждению слоям зерна (зависит от схемы расположения подводящих и отводящих коробов); скорость агента сушки и воздуха в слое зерна в сушильной и охлаждающей шахтах; характеристика вентиляторов; установленная мощность электродвигателей.

Оперативно- контролируемые и управляемые параметры: начальная и конечная влажность зерна; начальная, конечная и максимальная температура нагрева зерна; температура агента сушки на входе в зоны сушки и на выходе из них (т.е. температура отработанного агента сушки); продолжительность отлежки зерна в бункерах тепло-и влагообмена; продолжительность пребывания зерна в сушильной и охлаждающей шахтах; загрузка рециркуляционной нории (коэффициент циркуляции просушенного зерна); производительность сушилки.

Сушка зерна во взвешенном слое. Взвешенное состояние зерна достигается в восходящем потоке агента сушки при значительном превышении (в 2...2,5 раза) скорости витания. При этом активная поверхность, участвующая в процессе тепло- и влагообмена с агентом сушки, равна суммарной геометрической поверхности зерен. В результате нагрев и сушка проходят равномерно.

Интенсивность нагрева зерна зависит от скорости агента сушки и его температуры (может достигать 250 °С), а также от влажности и концентрации зерна в рабочей зоне пневмотрубы. За время пребывания в зоне сушки (в течение 1...2 с) влажность зерна может понизиться на 0,5...1,0 %, а его температура — повыситься на 15...20 °С.

Сушка во взвешенном слое может использоваться для быстрого нагрева зерна перед последующей его сушкой в плотном малоподвижном либо плотном подвижном слое.

Сушка в падающем слое. Осуществляется во время гравитационного, искусственно замедленного с помощью специальных тормозных элементов движения зерна в противотоке агента сушки, температура которого может находиться в пределах 200...400 °С, а скорость составлять порядка 0,5...0,6 от скорости витания. В процессе тепло- и влагообмена с агентом сушки участвует вся поверхность зерен, поэтому обеспечиваются равномерный нагрев и сушка отдельных зерен.

Сушка в падающем слое находит применение в специальных устройствах для быстрого нагрева зерна перед последующей сушкой его в плотном

малоподвижном либо плотном подвижном слое. Длительность пребывания зерна в рабочей зоне этих устройств 2...3 с; при этом влажность зерна может понизиться на 0,5...1,0 %, а его температура повыситься на 15...20 °С.

Шахтная одноконтурная рециркуляционная зерносушилка типа «Целинная». Принцип работы сушилок этого типа (к которым можно отнести сушилки Целинная-50, Целинная-30, РД, У2-УЗБ, Целинная-60), заключается (рис. 6.5) в последовательном чередовании циклов кратковременного нагрева в падающем слое (в противотоке агента сушки), отлежки и промежуточного охлаждения (в плотном подвижном слое) смеси сырого и рециркулируемого зерна, с последующим (после отлежки) окончательным охлаждением (в плотном малоподвижном слое) просушенного зерна.

При использовании данной схемы вновь подаваемое на сушку сырое зерно смешивается с сухим рециркулируемым, образуя многокомпонентную по влажности и температуре смесь зерна.

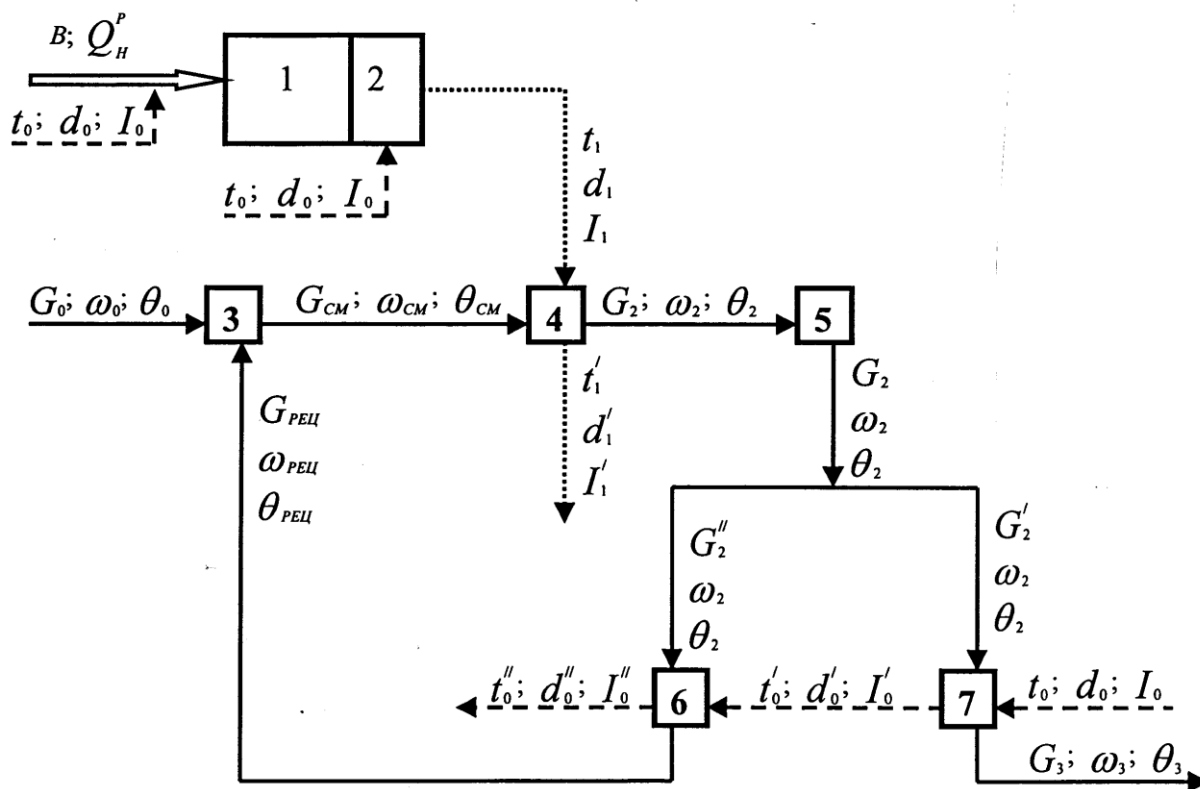


Рисунок 6.5 — Функционально-параметрическая схема работы одноконтурной рециркуляционной зерносушилки типа «Целинная»:

1 — сжигание топлива; 2 — смешение топочных газов с наружным воздухом; 3 — смешение зерна различной влажности и температуры; 4 — кратковременный нагрев смеси зерна; 5 — отлежка смеси зерна; 6 — промежуточное охлаждение рециркулируемого зерна; 7 — окончательное охлаждение просушенного зерна; условные обозначения параметров — согласно рис. 6.1

При непродолжительной (кратковременной) отлежке этой смеси в надсушильном бункере (расположен над камерой нагрева) происходит передача некоторого количества тепла от сухого рециркулируемого зерна холодному сырому зерну. Фактически, здесь осуществляется предварительный нагрев

сырого зерна до температуры, несколько меньшей значения температуры смеси. Из-за небольшой продолжительности процесса и низкой исходной температуры сырого зерна влагообмен между сырыми и сухими компонентами смеси несущественен.

При кратковременном нагреве этой смеси в течение 2...3 с в противотоке агента сушки происходит нагрев ее до предельно допустимого значения температуры и частичное испарение влаги.

В последующую зону отлежки поступает смесь, состоящая из сухого и сырого зерна. Установлено, что начальная разница температур между сырым и сухим зерном не превышает 5...7 °С.

При отлежке, продолжительность которой составляет 10...15 мин (в зависимости от вместимости бункера тепло- и влагообмена), происходит полное выравнивание температуры между отдельными компонентами смеси и частичное перераспределение влаги между сырыми и сухими зёрнами.

После отлежки большая часть зерна поступает на промежуточное охлаждение, а меньшая часть на окончательное охлаждение.

При промежуточном охлаждении смеси нагретого зерна происходит интенсивное испарение влаги с его поверхности.

При окончательном охлаждении также происходит испарение влаги с поверхности просушенного зерна.

При данном способе сушки влага испаряется в зоне кратковременного нагрева многокомпонентной смеси (около 30 %), в зоне промежуточного охлаждения (около 55 %) и в зоне окончательного охлаждения просушенного зерна (около 15 % от общего ее количества, испаряемого из зерна в процессе сушки от исходного значения влажности ω_1 до конечного ω_3).

Незначительный влагосъем в зоне кратковременного нагрева объясняется в основном незначительной продолжительностью этого процесса, а кроме того тем, что при поступлении в зону зерно вначале подвергается воздействию агента сушки, более насыщенного влагой и имеющего температуру порядка $t_1' = (1,5...2) \theta_{п.д}$ (где $\theta_{п.д}$ — предельно допустимая температура нагрева зерна). Температура и влагоемкость агента сушки повышаются по мере перемещения зерна вниз.

Сравнительно высокий влагосъем в зоне промежуточного и окончательного охлаждения объясняется наличием зоны отлежки, из которой и сырые и сухие компоненты смеси зерна выходят с большим количеством влаги на поверхности.

Для данной схемы сушки характерно наличие зависимости влажности подаваемой на сушку смеси зерна и, естественно, коэффициента циркуляции от величины влагосъема в камере окончательного охлаждения. С увеличением исходной влажности зерна увеличивается и длительность пребывания зерна в зоне окончательного охлаждения, в результате чего возрастает величина влагосъема. Это позволяет подавать на сушку смесь зерна более высокой влажности.

Уменьшение количества сырого зерна, подаваемого в сушилку (вследствие увеличения его влажности), вызывает соответственно необходимость

увеличения коэффициента циркуляции, причем количество рециркулируемого зерна, т.е. проходящего через зону промежуточного охлаждения, практически мало меняется.

Например, при увеличении влажности сырого зерна от 20 до 30 %, при производительности зерносушилки 50 план. т / ч, количество подаваемого в сушилку сырого зерна G_0 уменьшается с 50 до 23 т / ч, т. е. в 2,2 раза. Именно во столько раз (т. е. в 2,2 раза) увеличивается и коэффициент циркуляции N , и это при неизменном количестве рециркулируемого зерна. Последнее обеспечивается уменьшением в 2,2 раза количества зерна, поступающего из зоны отлежки в зону окончательного охлаждения.

Данные сушилки имеют сравнительно небольшие удельные затраты топлива на 1 план. т просушенного зерна, незначительную себестоимость сушки, сравнительно невысокие затраты на реконструкцию шахтных зерносушилок.

К достоинствам этой схемы относится то, что вновь поступающее на сушку сырое зерно нагревается до предельно допустимых значений температуры не в зоне действия высокотемпературного агента сушки, а в зоне отлежки за счет кондукции тепла от более нагретого сухого зерна. Это сводит к минимуму возможность снижения качества зерна.

В настоящее время для этого типа сушилок разработаны режимы сушки семенного зерна ряда культур. При этом семенные достоинства зерна не только сохраняются, но и улучшаются. Последнее объясняется тем, что в процессе повторения циклов нагрева, отлежки, промежуточного и окончательного охлаждения влага внутри зерна перемещается в виде жидкости и при этом переносит из эндосперма в область зародыша водорастворимые минеральные вещества.

Конструктивные параметры сушилки: паспортная производительность норий; полезная вместимость бункера тепло – и влагообмена; полезная вместимость шахт промежуточного и окончательного охлаждения; схема подвода воздуха к шахтам окончательного и промежуточного охлаждения (последовательная или параллельная); продолжительность пребывания зерна в камере нагрева; толщина зернового слоя в шахтах; способ подвода воздуха к охлаждаемым слоям зерна (зависит от схемы расположения подводящих и отводящих коробов); скорость воздуха в слое зерна в шахтах окончательного и промежуточного охлаждения; характеристика вентиляторов; установленная мощность электродвигателей.

Оперативно- контролируемые и управляемые параметры: начальная и конечная влажность зерна; начальная, конечная и максимальная температура нагрева зерна; температура агента сушки на входе в камеру нагрева и на выходе из нее (т. е. температура отработанного агента сушки); продолжительность отлежки зерна; продолжительность пребывания зерна в шахте промежуточного охлаждения (эффективность промежуточного охлаждения зерна); загрузка рециркуляционной нории (коэффициент циркуляции просушенного зерна); производительность сушилки.

Шахтная двухконтурная рециркуляционная зерносушилка типа

«Целинная». Принцип работы этой сушилки (рис. 6.6) заключается в последовательном чередовании циклов кратковременного нагрева смеси сырого и рециркулируемого зерна в падающем слое (в противотоке агента сушки) и обезвоживании (после отлежки) в первом контуре рециркуляции плотного подвижного слоя зерна, при последовательном чередовании приемов подвода к нему агента сушки и промежуточного охлаждения и, во втором контуре рециркуляции, — плотного малоподвижного слоя зерна, при последовательном чередовании приемов подвода агента сушки и окончательного охлаждения просушенного зерна.

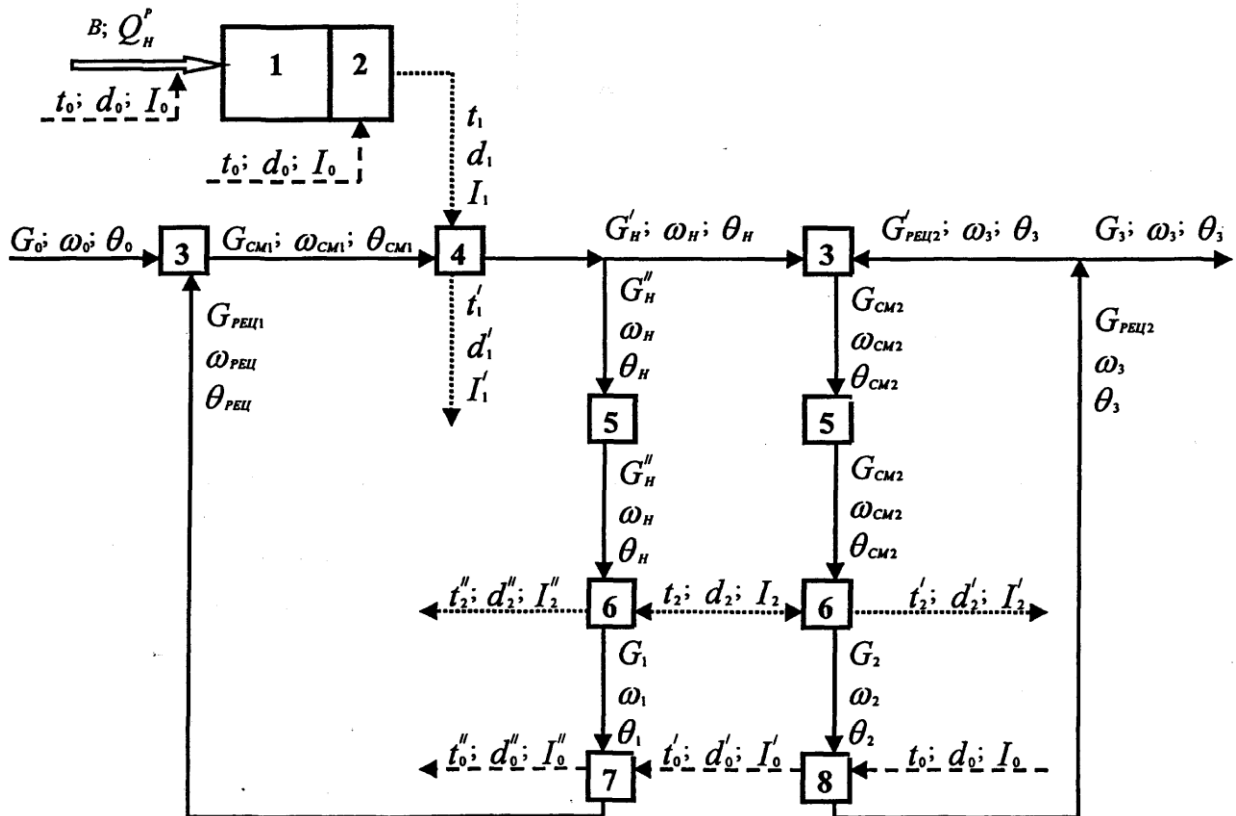


Рисунок 6.6 — Функционально-параметрическая схема работы двухконтурной рециркуляционной зерносушилки типа «Целинная»:

1 — сжигание топлива; 2 — смешение топочных газов с наружным воздухом; 3 — смешение зерна различной влажности и температуры; 4 — кратковременный нагрев смеси зерна; 5 — отлежка смеси зерна; 6 — подвод к зерну агента сушки; 7 — промежуточное охлаждение рециркулируемого зерна; 8 — окончательное охлаждение просушенного зерна; условные обозначения параметров — согласно рис. 6.1

Вновь поступающее на сушку сырое зерно смешивается с сухим рециркулируемым. В зоне кратковременной отлежки (в надсушильном бункере) происходит передача тепла от рециркулируемого сухого к сырому зерну.

После кратковременного нагрева смеси в зону отлежки поступает зерно, незначительно различающееся по температуре (не более чем на 5...7 °С). После выравнивания температуры и частичного перераспределения влаги между сырыми и сухими компонентами смеси зерно поступает в зону подвода агента сушки, где происходит интенсивное обезвоживание поверхности зерна, сопровождаемое вначале понижением, а затем повышением его темпе-

ратуры до исходного значения. При последующем промежуточном охлаждении зерна происходит дополнительное испарение из него влаги. В дальнейшем процесс протекает так же, как и в одноконтурных зерносушилках типа «Целинная».

Часть смеси вновь поступившего сырого и рециркулируемого зерна после кратковременного нагрева попадает во второй контур рециркуляции, где смешивается с сухим охлажденным зерном. При отлежке этой смеси (продолжительность отлежки в зависимости от вместимости бункера составляет 3...5 мин) происходит выравнивание температуры между отдельными компонентами смеси и частичное перераспределение влаги.

В результате перевода на работу с двумя контурами рециркуляции производительность сушилки типа «Целинная-50» повышается примерно на 10...15 %, что снижает удельные затраты топлива на сушку 1 плановой тонны зерна. Кроме того, это позволяет значительно упростить обслуживание зерносушилки, свести к минимуму количество узлов контроля и регулировки процесса.

При практическом использовании данной схемы сушки, зерносушилка работает по принципу сообщающихся сосудов, что обеспечивает саморегулирование уровня зерна в ней и устраняет транспортные блокировки. Это существенно повышает эксплуатационную надежность сушилки. Кроме того, рециркуляция зерна в зоне окончательного охлаждения может обеспечить требуемое оптимальное значение температуры охлажденного зерна.

Конструктивные параметры сушилки: паспортная производительность норий; полезная вместимость бункеров тепло – и влагообмена первого и второго контуров рециркуляции; полезная вместимость шахт первого и второго контуров рециркуляции; схема подвода воздуха к зонам окончательного и промежуточного охлаждения; продолжительность пребывания зерна в камере нагрева; толщина зернового слоя в шахтах; способ подвода воздуха к охлаждаемым слоям зерна (зависит от схемы расположения подводящих и отводящих коробов); скорость агента сушки и воздуха в слое зерна в шахтах первого и второго контуров рециркуляции; характеристика вентиляторов; установленная мощность электродвигателей.

Оперативно- контролируемые и управляемые параметры: начальная и конечная влажность зерна; начальная, конечная и максимальная температура нагрева зерна; температура агента сушки на входе в камеру нагрева и на выходе из нее (т. е. температура отработанного агента сушки); температура агента сушки на входе в зоны подсушивания; продолжительность отлежки зерна в первом и втором контурах рециркуляции; продолжительность пребывания зерна в зонах подвода агента сушки, а также промежуточного и окончательного охлаждения (эффективность промежуточного и окончательного охлаждения зерна); загрузка рециркуляционных норий (коэффициенты циркуляции первого и второго контуров); производительность сушилки.

В отечественной практике сушки зерна наибольшее распространение получили шахтные прямоточные зерносушилки, в числе которых: стацио-

нарные — ДСП-12, ДСП-16, ДСП-24, ДСП-24сн, ДСП-32, ДСП-32от, СЗС-8, СЗШ-16 и др.; передвижные — ЗСПЖ-8, К4-УСА и К4-УС2А. Последние, и ряд других зерносушилок, описание и характеристика которых даны в специальной литературе, целесообразно использовать для сушки мелких партий зерна.

Из числа шахтных рециркуляционных зерносушилок наиболее распространены: Целинная-30, Целинная-36, Целинная-50, РД-2х25-70, А1-УЗМ, А1-ДСП-50 и др.; из числа камерных — сушилки коридорного (с продольным расположением камер) и секционного типа (с поперечным расположением камер); из числа бункерных — в основном используются сушилки на базе вентилируемого бункера БВ-25.

6.2.4 Режимы сушки зерна

При конвективной сушке зерна важную роль играют параметры агента сушки, а также толщина слоя зерна и его состояние. Большое значение имеет также подготовка зерна к сушке (очистка зерна от примесей, использование предварительного подогрева и других описанных выше технологических приемов, используемых для обезвоживания зерна).

Для шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилок режим сушки принято характеризовать максимально допустимой температурой нагрева зерна и температурой агента сушки. Остальные параметры (толщина слоя зерна, продолжительность пребывания его в зоне сушки, скорость агента сушки и т. д.) учитываются конструкцией зерносушилки и в понятие режима сушки не входят.

Для сушилок периодического действия режим сушки характеризуется толщиной слоя зерна, температурой агента сушки и его удельным расходом, а также продолжительностью процесса сушки.

При сушке зерна в шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилках можно применять режимы с равномерным подводом теплоты на всем протяжении процесса (одноступенчатые режимы) и режимы либо с увеличением теплового потока по ходу процесса (ступенчатые восходящие режимы), либо с уменьшением теплового потока (ступенчатые нисходящие режимы).

Применение ступенчатых восходящих режимов сушки обосновано тем, что по мере обезвоживания зерна термоустойчивость его повышается, в результате чего возможно повышение температуры агента сушки, а следовательно и зерна на завершающих этапах пребывания его в сушилке. Использование ступенчатых нисходящих режимов обосновано тем, что на начальной стадии процесса сушки температура зерна не может превысить температуру «мокрого» термометра (температуру испаряющейся жидкости) и, следовательно, можно использовать агент сушки повышенной температуры. По мере обезвоживания поверхности зерна температура его начинает расти и, следовательно, на завершающих этапах сушки температуру агента сушки следует понизить.

Для шахтных прямоточных зерносушилок официально узаконено при-

менение одноступенчатых и ступенчатых восходящих режимов. Применять в этих сушилках ступенчатые нисходящие режимы не рекомендуется вследствие возможного значительного перегрева плотного малоподвижного слоя зерна при подводе к нему на начальных этапах сушки высокотемпературного агента сушки (исключение составляют режимы сушки зерна риса).

В шахтных рециркуляционных зерносушилках находят применение как одноступенчатые, так и ступенчатые восходящие и нисходящие режимы.

Кроме ступенчатых режимов используют также дифференцированные режимы сушки. Необходимость дифференцирования режимов сушки в пределах одной и той же культуры вызвана различием в термоустойчивости зерна различного исходного качества.

Основанием для использования дифференцированных режимов явилось то, что вследствие температурных воздействий клейковина пшеницы может перейти из одной группы качества в другую в результате изменения ее упругих свойств. Например, слабая клейковина после сушки при повышенных температурах нагрева может приобрести свойства клейковины хорошего качества, а нормальная клейковина при этих же режимах стать крепкой и короткорвущейся.

В дополнение к характеристике одноступенчатых и ступенчатых восходящих и нисходящих, а также дифференцированных режимов (все они являются отражением температуры агента сушки) используют «квазиизотермический» и «изотермический» режимы сушки. Первый характеризуется примерным равенством температуры зерна на входе и выходе из зоны сушки, а второй — постоянством температуры зерна в течение всего времени пребывания его в зоне сушки.

В сушилках периодического действия (в частности, в камерных), наряду с одноступенчатыми режимами, находят применение импульсные режимы сушки. Сущность последних заключается в чередовании периодов подачи агента сушки с периодами охлаждения (атмосферным воздухом). Основанием для применения импульсных режимов послужило то, что при их использовании градиенты влажности и температуры в периоды охлаждения совпадают по направлению и усиливают движение потока влаги к поверхности зерна и тем самым способствуют интенсификации процесса сушки.

Кроме перечисленных в сушилках непрерывного и периодического действия могут использоваться режимы с односторонним либо с реверсивным способом подвода агента сушки (и воздуха) к подвергаемым сушке (и охлаждению) слоям зерна.

6.3 Активное вентилирование зерновых масс

6.3.1 Сущность и задачи вентилирования

Активное вентилирование осуществляется принудительным продуванием зерновых масс воздухом через скважины межзернового пространства. Проходя через слой зерна, воздух, в зависимости от его параметров по влажности и температуре, может охлаждать зерно (если его температура выше

температуры воздуха), подогреть зерно (если его температура ниже температуры воздуха), подсушивать зерно (если парциальное давление содержащихся в воздухе водяных паров ниже парциального давления водяных паров воздуха межзернового пространства и на поверхности зерна) и увлажнять зерно (если парциальное давление содержащихся в воздухе водяных паров выше парциального давления водяных паров воздуха межзернового пространства и на поверхности зерна).

Таким образом, использование активного вентилирования в процессе обработки, временного и длительного хранения зерновых масс позволяет решать задачи:

предупредить и ликвидировать самосогревание зерна;

охладить зерно до температуры, обеспечивающей его длительную количественно-качественную сохранность;

осуществить сушку зерна теплым воздухом с низкой относительной влажностью и тем самым ускорить процессы послеуборочного дозревания зерна, повышения семенных и хлебопекарных достоинств;

создать неблагоприятных условий для развития вредителей хлебных запасов и микроорганизмов;

устранить некоторые посторонние запахи в зерновой массе;

произвести дегазацию зерновых масс после обработки фумигантами.

В подавляющем большинстве случаев вентилирование проводят с целью охлаждения и сопутствующего снижения влажности зерна. Нагнетаемый в зерновую массу воздух до тех пор отбирает теплоту у зерновой массы, пока не будет достигнуто равенство их температур. При этом имеет место послойное охлаждение зерна: вначале охлаждается пограничный слой (со стороны ввода охлаждающего воздуха), затем промежуточные, и, в последнюю очередь, — наиболее удаленные, от места ввода воздуха, слои. Толщина и количество каждого из этих слоев зависит от продолжительности рассматриваемых периодов вентилирования; чем меньше промежуток времени, тем меньше толщина и больше число этих слоев. Если условиться о разделении насыпи на три равных по толщине слоя, то через определенный промежуток времени можно зафиксировать следующую ситуацию: температура зерна в пограничном слое равна температуре охлаждающего воздуха; температура зерна в среднем слое (его, в рассматриваемом для примера случае, можно назвать переходной зоной, или зоной охлаждения), со стороны пограничного слоя приближается к его температуре, а со стороны третьего — отдаленного слоя, близка к исходной температуре зерна; третий, отдаленный слой, можно назвать зоной еще не охлаждаемого зерна. Рассматривая эту ситуацию необходимо учитывать следующее: проходя через зону охлаждения, воздух повышает свою температуру (за счет отбираемой от зерна теплоты) и одновременно влагоемкость, т.е. способность вынести из охлаждаемого зерна большее количество влаги.

6.3.2 Техника для активного вентилирования зерна

В зависимости от типа хранилища различают установки активного вен-

тирования: для площадок, для складов с горизонтальными полами, для складов с наклонными (заглубленными) полами, для силосов элеваторов, для металлических силосов, вентилируемые бункера. В зависимости от варианта исполнения различают установки: стационарные, передвижные (трубные) и напольно-переносные.

Установки для активного вентилирования зерна в складах с горизонтальными полами и на площадках. Для вентилирования зерна в складах с горизонтальными полами и на площадках используются стационарные, передвижные и напольно-переносные установки.

В числе стационарных используют установки: конструкции ВНИИЗ — типов СВУ-1, СВУ-2, УСВУ-63; двусторонние аэрожелоба типа АРВ; конструкции МГЗИПП — секционного типа «Воронка».

Стационарная вентиляционная установка СВУ-1. Монтируется в типовом немеханизированном складе вместимостью 3200 т и состоит (рис. 6.7, а) из десяти отдельных секций, каждая в виде устроенных в полу склада двух воздухораспределительных каналов с одним патрубком, выведенным за пределы склада через отверстие в стене. Сверху каналы на уровне с полом накрыты деревянными щитами, которые опираются брусками на полки (в виде заглублений) шириной 250 мм, расположенные по обе стороны каналов. Каждый канал проходит через всю ширину склада, имеет постоянную ширину 400 мм и переменную глубину (в начале канала 500 мм, а в конце 70 мм, не считая заглубления шириной 900 мм для укладки щитов). Расстояние между осями отдельных каналов составляет 3,1...3,2 м.

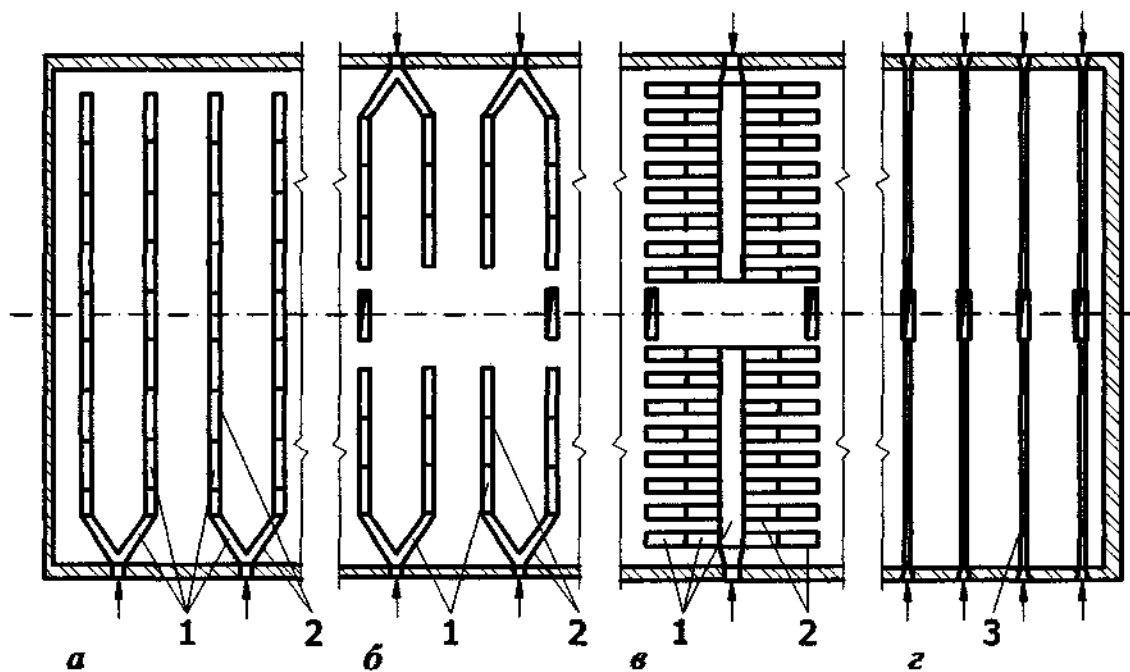


Рисунок 6.7 — Схемы стационарных установок для вентилирования зерна в складах с горизонтальными полами:

a — СВУ-1; *б* — СВУ-2; *в* — СВУ-63; *з* — АРВ;

1 — деревянные щиты; 2 — щели для выхода воздуха; 3 — перфорированное перекрытие воздухопроводов

Воздух из каждого канала в зерновую насыпь входит с двух сторон по всей ширине канала через щели между щитами и стенкой канала шириной 45 мм. При засыпке склада она заполняется зерном.

Стационарная вентиляционная установка СВУ-2. Наиболее распространенная из числа установок конструкции ВНИИЗ вентиляционная установка СВУ-2 (рис. 6.7, б) состоит из 26 воздухораспределительных каналов, устраиваемых в полу типового склада вместимостью 3200 т. Каналы расположены по обе стороны продольной оси склада и не доходят до нее на 0,5 м. Сверху каналы накрывают сплошными деревянными щитами на уровне с полом. Воздух из воздухораспределительного канала поступает в зерновую насыпь через продольные щели, образующиеся между щитами и краями приямков по обе стороны каналов, по всей их длине. Расстояние между осями соседних каналов составляет 2,35...2,90 м. Воздух в каналы подают осевыми вентиляторами через патрубки, смонтированные в продольных стенах складов (по 13 патрубков с каждой стороны).

Универсальная стационарная вентиляционная установка УСВУ-63. Состоит (рис. 6.7, в) из 16 секций (по 8 с каждой продольной стороны) с магистральными воздухоподводящими и боковыми воздухораспределительными каналами, закрытыми деревянными щитами. Магистральные каналы имеют длину 9,57 м, ширину 0,6 м и переменную глубину — от 0,1 до 0,05 м. При размещении установки в немеханизированных складах в каждой секции устанавливаются девять боковых каналов и семь — при размещении в механизированных складах. Наличие боковых каналов позволяет уменьшить расстояние между щелями для входа воздуха в зерновую насыпь и тем самым повысить равномерность распределения воздуха в зерновой насыпи.

Двусторонние аэрожелоба АРВ. Предназначены не только для активного вентилирования зерна, но и для механизированной разгрузки складов. В типовом механизированном складе вместимостью 3200 т монтируют 48 аэрожелобов, по 24 с каждой продольной стороны (рис. 6.7, г). Вдоль продольной оси склада концы аэрожелобов соединяют с выпускными воронками. Расстояние между аэрожелобами 2,0...3,0 м. Каналы аэрожелобов делают шириной 0,22 м, глубиной 0,5 м и длиной 8,0 м. Сверху канал аэрожелоба накрыт предохранительной металлической решеткой а внутри по всей длине — воздухораспределительной решеткой (в виде чешуйчатого сита) с воздухоподводящим каналом под ней переменной глубины — от 0,5 м у стены склада до 0,1 м у выпускной воронки.

Иногда для полной механизированной выгрузки зерна из склада, а заодно и для более равномерного распределения в зерновой насыпи воздуха в промежутках между каналами аэрожелобов устанавливают специальные пирамидообразные рассекатели (скаты) с углом наклона плоскостей не менее 30°.

На некоторых предприятиях для уменьшения числа вентиляторов аэрожелоба подключают к общим коллекторам (которые устанавливают снаружи склада), что позволяет с помощью задвижек

и перекидных клапанов включать в работу поочередно тот или иной аэрожелоб.

Секционно-навесная установка «Воронка» с очаговой раздачей воздуха. Предназначена для использования в складах ангарного типа. Одна секция включает в себя 4 воронки, высота каждой из которых, включая стояк, составляет 4,5 м. Схема размещения которых в складе вместимостью 3000 т зерна представлена на рис. 6.8.

Секции по длине склада размещают параллельными рядами, с расстоянием между краями воронок 3,0...4,5 м, чтобы между ними могли перемещаться средства передвижной механизации при разгрузке и зачистке склада. Установка может использоваться при вентилировании не только полностью, но и частично загруженного хранилища (достаточно, чтобы отдельные воронки были засыпаны зерном не менее чем на половину высоты их стояков). Раздача воздуха в воронки каждой секции осуществляется воздухопроводом с эластичными рукавами. Живое сечение последних можно сужать (обеспечивая при этом раздачу воздуха в участки с большей высотой насыпи), либо полностью перекрывать простым перевязыванием. При установке реверсивного вентилятора можно вести вентилирование зерна нагнетанием и отсасыванием воздуха.

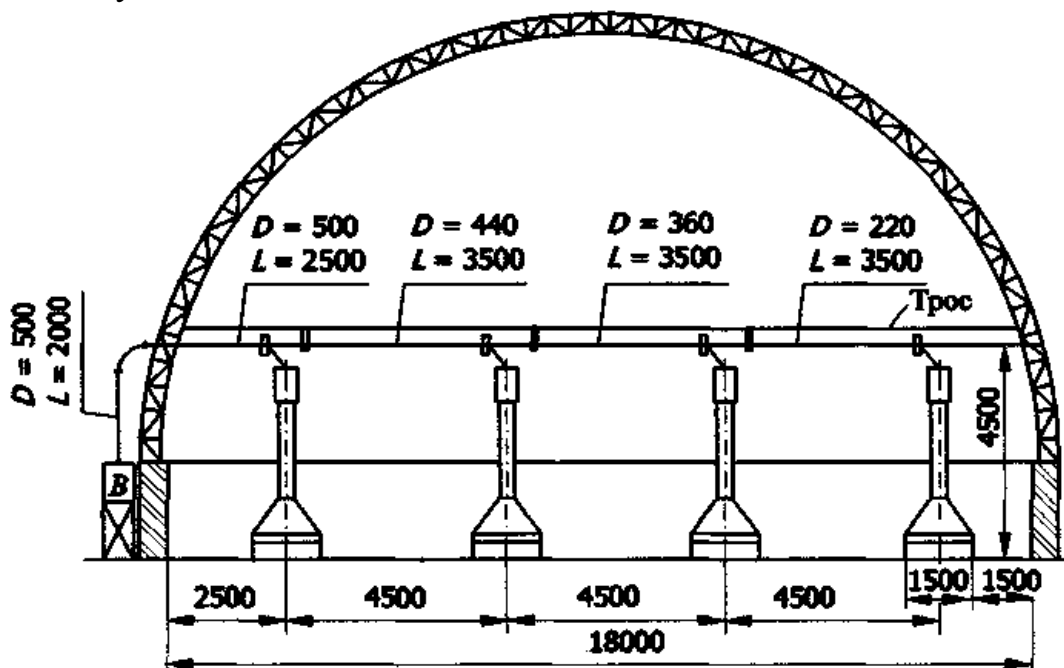


Рисунок 6.8 — Принципиальная схема секционно-навесной установки «Воронка» в складе ангарного типа

Из числа передвижных применяют установки конструкции ВНИИЗ — ПВУ-1 и ТВУ-2, используемые до настоящего времени в основном на глубинных хлебоприемных предприятиях; конструкции ВЗИПП (ныне МГУТУ) — телескопический пневмотранспортер и модульная вентиляционная установка «Воронка».

Телескопический пневмотранспортер ВЗИПП. Предназначен не только для вентилирования (при хранении), но и для выгрузки зерна (при

разгрузке хранилища). Телескопический пневмотранспортер (рис. 6.9), пришедший на смену установке ТВУ-2, состоит из пяти звеньев, которые можно совмещать до 3,4 м (для хранения и транспортировки) и растягивать в рабочее положение на максимальную длину до 10 м. Внутри установки имеется трос, который одним концом закреплен за конец последнего звена, а другой заканчивается петлей для набрасывания на крюк тягового средства при необходимости совмещения звеньев. Для удобства перемещения установки, первое звено снабжено салазками. Для удобства совмещения и растягивания звеньев, все они, кроме первого (наружного, в собранном состоянии), снабжены специальными опорами — ползунками. В верхней панели (крышке) всех звеньев имеется решетка шириной 160 мм из чешуйчатого сита, в нижней части всех звеньев, кроме первого, имеются люки, которые при вентилировании зерна всегда открыты, а при транспортировании зерна всегда закрыты. Закрытие люков (перед началом разгрузки хранилища) осуществляется задвижками с помощью внешнего троса, который проходит под днищами звеньев, между ползунками. Рукоятка этого троса располагается в начале первого звена. Для оснащения типового зернового склада вместимостью 3200 т необходимо 24 пневмотранспортера (по 12 с каждой стороны), которые размещают вдоль продольной оси выпускных воронок в полу склада, через каждые 5 м.

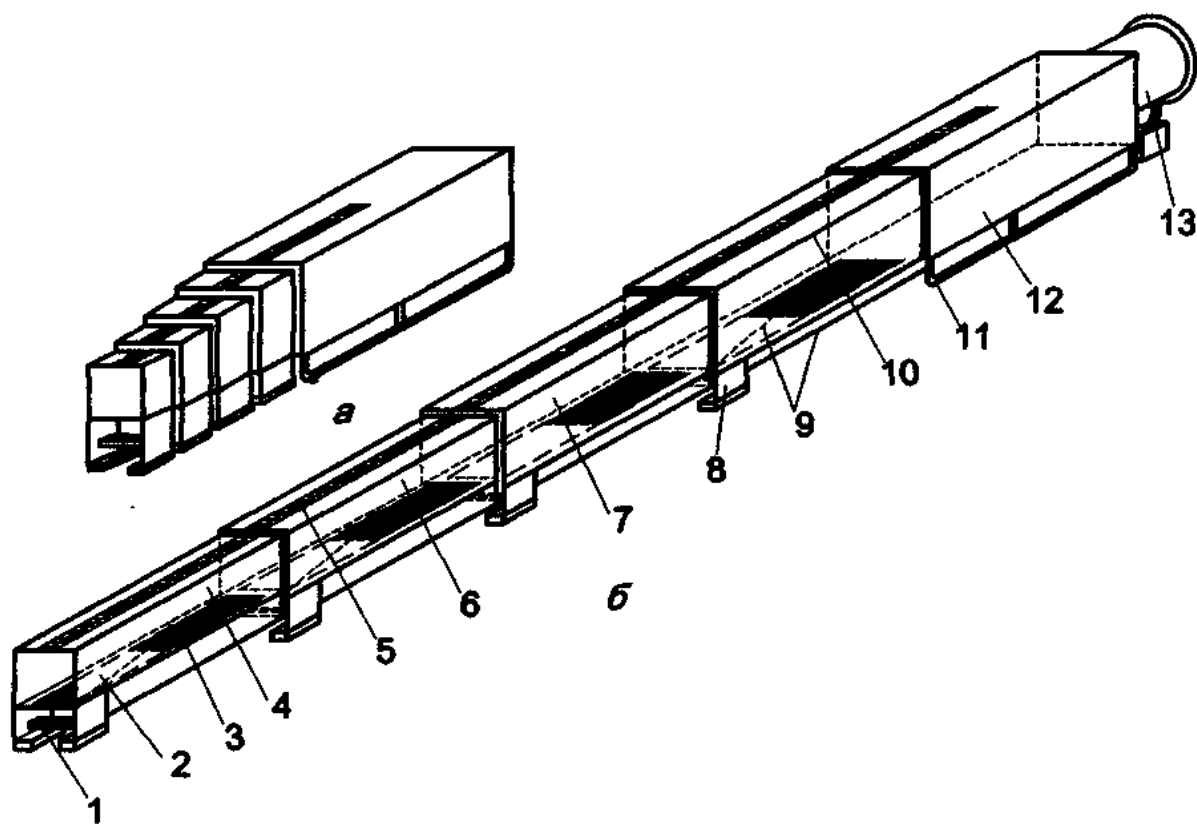


Рисунок 6.9 — Телескопический пневмотранспортер ВЗИПШ:
a — в совмещенном виде; *б* — растянутый; 1 — перекладина; 2 — люк;
 3 — заслонка; 4, 6, 7, 10, 12 — звенья аэрожелоба; 5 — решетка;
 8 — ползунок; 9 — внешний трос; 11 — салазки; 13 — вентилятор

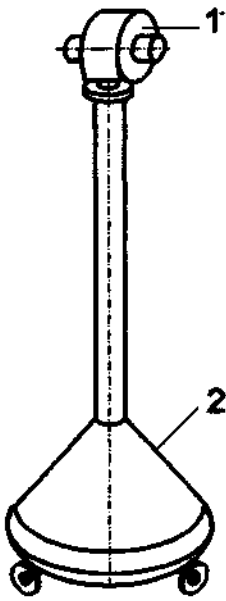


Рисунок 6.10 — Модульная вентиляционная установка «Воронка»:

- 1 — электровентилятор;
2 — воронка

Модульная вентиляционная установка «Воронка». Оборудована индивидуальным электровентилятором. Вследствие высокой мобильности установка (рис. 6.10) может быть использована для эффективной обработки насыпи зерна массой до 50 т и высотой до 2,5 м, размещенной на площади 5×5 м.

Из числа напольно-переносных применяют установки конструкции ГИ Промзернопроект типов ГИПЗП-48 и ГИПЗП-55.

Напольно-переносная установка ГИПЗП-55 состоит из восьми деревянных секций, раскладываемых на полу типового зернового склада вместимостью 3200 т, по 4 с каждой продольной стороны склада. Каждая из секций состоит из воздухоподводящего канала с диффузором и 24 воздухораспределительных решеток. Воздухоподводящие каналы с диффузорами размещают напротив проемов ворот перпендикулярно продольной оси склада, а воздухораспределительные

решетки укладывают по обеим его сторонам параллельно продольной оси склада.

Установки для активного вентилирования зерна в складах с наклонными полами. Для вентилирования зерна в складах с наклонными полами, которые в конце 60-х годов XX столетия были построены в регионах с низким уровнем залегания грунтовых вод, нашли применение стационарные установки конструкций Ростовского ГИ Промзернопроект, а также ВЗИПП — типа «Каркас».

Установка Ростовского ГИПЗП (рис. 6.11, а) выполнена из деревянных воздухоподводящих каналов (воздухопроводов), размещенных на наклонных скатах пола склада, и обеспечивает продувание зерновой массы воздухом снизу вверх. В результате, слой зерна, имеющий в поперечном сечении склада вид усеченного по краям ромба, продувается крайне неравномерно. В наиболее неблагоприятных условиях находятся центральные участки, с высотой насыпи до 10,5...11,0 м.

Для устранения этого недостатка, воздухоподводящие каналы разбиты по длине на два участка: верхний, нагнетающий воздух исключительно в периферийные участки (с меньшей высотой насыпи), и нижний, нагнетающий воздух в центральные участки (с большей высотой насыпи). Изменение направления потока воздуха (в верхний, или в нижний участок) осуществляется перекидным клапаном, размещенным в переходном патрубке снаружи склада, сразу же после осевого вентилятора.

Установка ВЗИПП типа «Каркас» (рис. 6.11, б) выполнена из перфорированных металлических воздухопроводов, в виде вертикальных труб, размещенных непосредственно над наклонно расположенными (запод-

лицо с полом) магистральными воздухоподводящими каналами. Устойчивость вертикально расположенных труб обеспечивается системой из стальных струн, натянутых в продольном и поперечном направлениях. Внутри каждого вертикального воздухопровода подвешен поршень, который можно, фиксировать в любом положении по высоте, при помощи специальных катушек, вручную. Осевые вентиляторы подсоединяют к магистральным воздухоподводящим каналам склада таким образом, что один поперечный ряд воздухопроводов работает на нагнетание, а другой — на всасывание. В результате, обеспечивается возможность горизонтального (поперечного) продувания отдельных участков зерновой насыпи. Для вентилирования отдельных участков зерновой насыпи, неработающие воздухопроводы заглушают поршнями. Для оборудования типового склада НП-9 вместимостью 9 тыс. т установкой типа «Каркас», требуется 24 секции (по 12 секций с каждой продольной стороны склада).

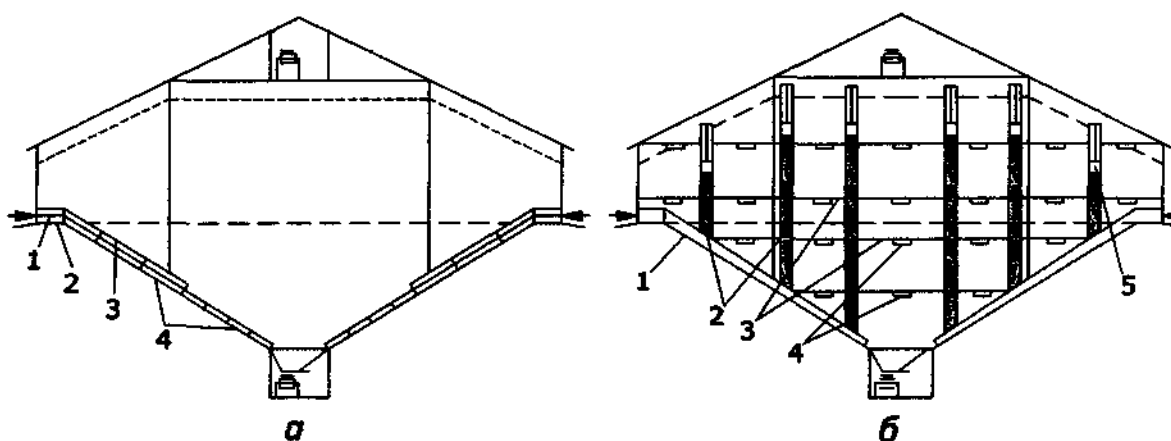


Рис. 6.11 — Схемы установок для вентилирования зерна в складах с наклонными полами:

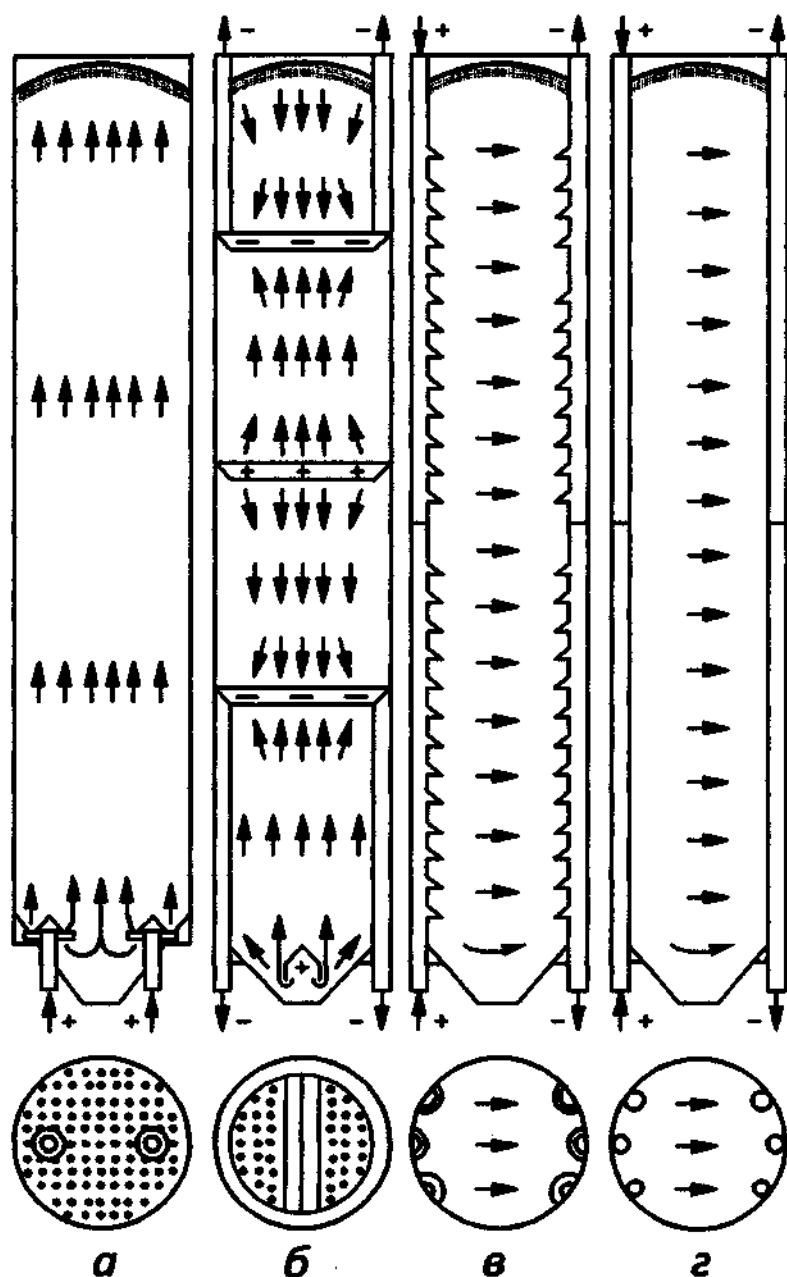
- а* — Ростовского ГИПЗП: 1 — поворотная заслонка; 2 — переходной патрубком; 3 — верхний воздухопровод; 4 — нижний воздухопровод;
- б* — ВЗИПП типа «Каркас»: 1 — наклонный воздухопровод; 2 — вертикальные перфорированные воздухопроводы; 3 — стальные струны; 4 — термоподвески; 5 — запорный поршень

Установки для активного вентилирования зерна в силосах элеваторов. Для вентилирования зерна в силосах элеваторов используют стационарные установки с вертикальным (продольным, вдоль оси силоса) и горизонтальным (поперечным) продуванием насыпи (рис. 6.12).

Нагнетательные установки с вертикальным продуванием насыпи. Воздух в зерновую массу нагнетают вентилятором через воздухораспределительное устройство (рис. 6.12, *а*), расположенное внизу силоса. Выходящий из насыпи воздух (после прохождения через силос в вертикальном направлении), отводится наружу через специальный патрубок в надсилосном помещении. Подобные установки просты по конструкции, однако продувание слоя по всей высоте силоса сопряжено с большими энергозатратами (из-за большого аэродинамического сопротивления насыпи). Кро-

ме того, при подобном продувании возможно явление перераспределения влаги и увлажнение верхних слоев насыпи.

Нагнетательно-всасывающие установки с вертикальным продуванием насыпи. Установки с вертикальным продуванием (рис. 6.12, б) имеют тот же недостаток, что и нагнетательные установки. Их целесообразно использовать для послойного охлаждения насыпи (по мере послойной засыпки зерна), для охлаждения сухого зерна в зимний период (в регионах с континентальным климатом), или для газации.



Нагнетательно-всасывающие установки с горизонтальным продуванием насыпи. В установках данного типа по всей высоте силоса устраивают вертикальные подводящие и отводящие воздух каналы, либо в виде жалюзи (рис. 6.12, в), либо в виде перфорированных труб (рис. 6.12, г).

В установке, представленной на рис. 6.12, в, каждый подводящий и отводящий канал (из шести, или четырех, в зависимости от модификации и размера силоса) разделен по высоте (в средней части) пополам глухой перегородкой. В левые три или две секции снизу и сверху два вентилятора воздух нагнетают, а из противоположных (правых) трех или двух секций два вентилятора воздух отсасывают. Это позволяет использовать установку, как при полной загрузке силоса, так и при загрузке его наполовину. Установку, представленную на рис. 6.12, г, можно

Рисунок 6.12 — Принципиальные схемы установок для вертикального (а, б) и горизонтального (в, г) вентилирования зерна в силосах элеваторов:

а — нагнетательная;

б, в, г — нагнетательно-всасывающая

использовать только при полной загрузке силоса. На фоне высокой стоимо-

сти изготовления рассмотренных нагнетательно-всасывающих установок с горизонтальным продуванием (рис. 6.12, в, г), их отличает более быстрое (в 3...5 раз) охлаждение зерна в сравнении с установками вертикального продувания. Более того, с их помощью можно вентилировать свежесобранное зерно влажностью до 18 %, без его последующей сушки.

Вариант установки, изображенной на рис. 6.12, г в настоящее время реализован в нагнетательно-всасывающих установках с горизонтальным продуванием насыпи типа У1-УВС с двумя вентиляционными трубами, из которых одна служит для нагнетания, другая — для отсасывания воздуха (число монтируемых установок — одна для силосов квадратного сечения, два — для силосов диаметром 6 м); на каждые 6 установок для круглых силосов и 3 установки для квадратных силосов устанавливаются два вентилятора (один для нагнетания, другой для отсасывания воздуха).

Особенностью более дешевой в изготовлении нагнетательной установки с жалюзийными каналами для горизонтального продувания насыпи (рис. 6.13) является то, что к подводющему каналу подсоединено сверху сразу два, параллельно установленных, осевых вентилятора, работающих на нагнетание.

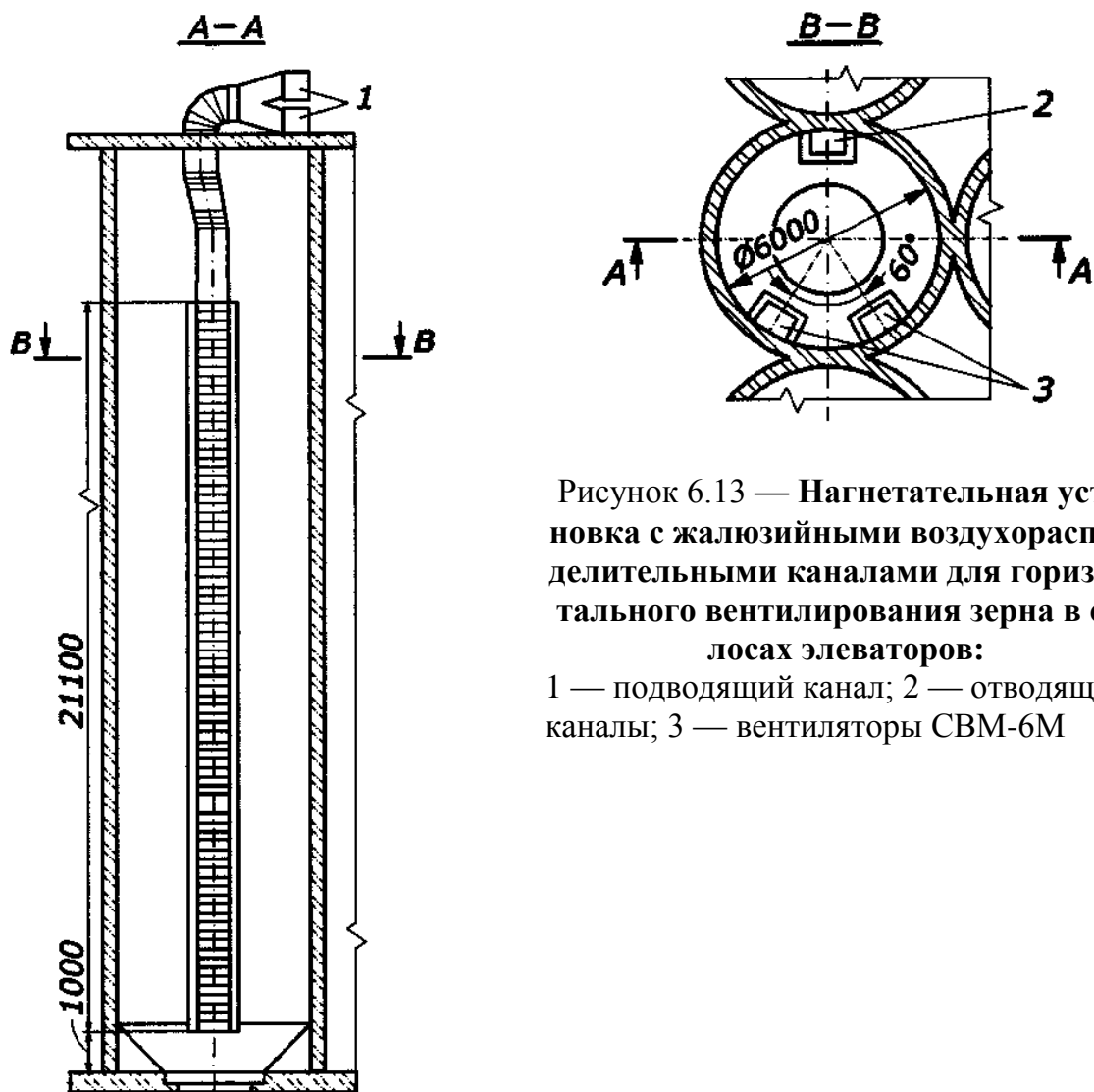


Рисунок 6.13 — Нагнетательная установка с жалюзийными воздуховодными каналами для горизонтального вентилирования зерна в силосах элеваторов:

1 — подводящий канал; 2 — отводящие каналы; 3 — вентиляторы СВМ-6М

После прохождения через зерновую насыпь, воздух отводится через два отводящих канала, расположенных на противоположной стороне силоса под углом 60° .

Установки для вентилирования зерна в металлических силосах. Для вентилирования зерновой насыпи и разгрузки металлические силосы оборудуют специальными днищами типов У1-УДУ и У1-УДА.

Днище У1-УДУ (рис. 6.14). Выполнено в виде плоской монолитной железобетонной плиты с восемью металлическими выпускными воронками и 16 каналами с аэрожелобами (по 8 аэрожелобов с каждой стороны нижнего конвейера, размещенных через каждые 1,7 м). Между аэрожелобами устанавливаются бетонные рассекатели с углом наклона 36° . Воздух к аэрожелобам подается двумя центробежными вентиляторами через два коллектора (один коллектор на 8 аэрожелобов). Вентилирование зерновой массы осуществляется при закрытых задвижках выпускных воронок.

При вентилировании воздух в зерновую насыпь поступает через перфорацию воздухораспределительной решетки с направленным выходом воздуха в сторону выпускной воронки.

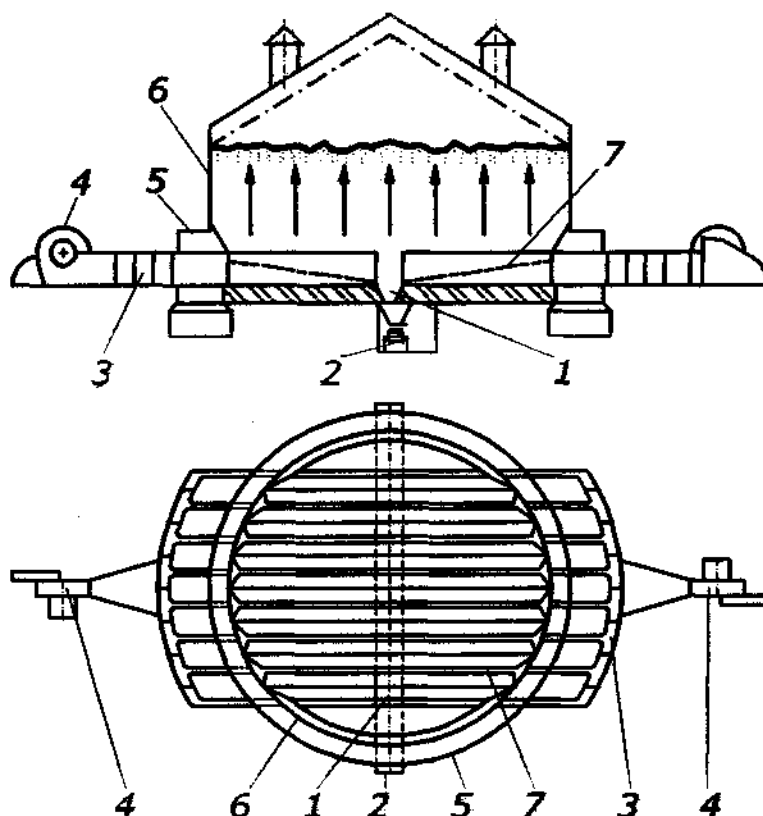


Рисунок 6.11 — Днище У1-УДУ металлического силоса:

1 — воронка; 2 — конвейер; 3 — коллектор; 4 — вентилятор; 5 — кольцевой фундамент; 6 — металлический силос; 7 — аэрожелоб

Днище У1-УДА. Оборудовано восемью выпускными воронками, 16 каналами с аэрожелобами (по восемь с каждой стороны нижнего конвейера, размещенных через каждые 1,9 м), одним кольцевым коллектором на 16 аэрожелобов и одним центробежным вентилятором. Между аэрожелобами

установлены бетонные рассекатели с углом наклона 36° . Вентилирование зерновой массы осуществляется при закрытых задвижках выпускных воронок.

Выпуск зерна из силосов, оборудованными днищами рассмотренных типов (У1-УДУ и У1-УДА), осуществляется в два этапа: основная масса зерна поступает самотеком через выпускные воронки на нижний конвейер, а остатки – с помощью аэрожелобов.

Вентилируемые бункера. Для вентиляции небольших партий зерна (различных культур и различного качества) широко используются вентилируемые бункера с радиальным воздухораспределением. Из их числа наибольшее распространение получили бункера БВ-25 и К-878 (прил. 1).

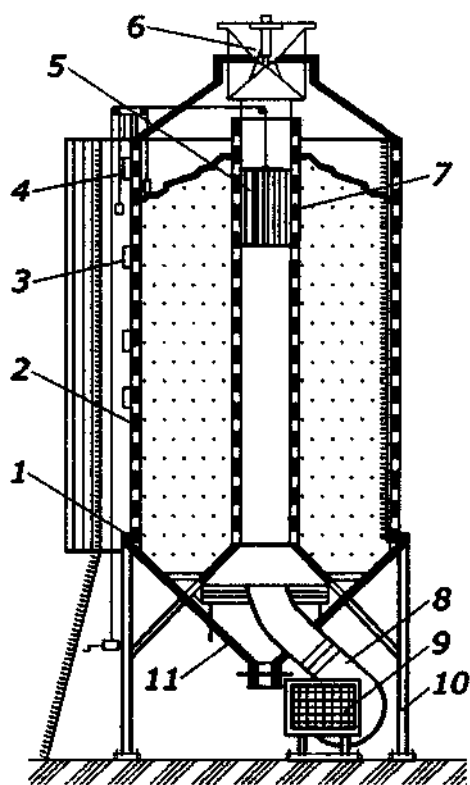


Рисунок 6.12 — Вентилируемый бункер БВ-25:

1 — кольцевая рама; 2 — цилиндр; 3 — регулятор влажности; 4 — измерительный преобразователь контроля уровня зерна; 5 — клапан; 6 — распределитель зерна; 7 — воздухораспределительная труба; 8 — вентилятор Ц4-70 №6; 9 — электрокалорифер; 10 — стойка; 11 — конусообразное дно

Бункер БВ-25 (рис. 6.12). Поставляется в одиночном или групповом исполнении из четырех бункеров (ОБВ-100). Зерно вентилируют (и при необходимости подсушивают) в кольцевом пространстве между наружным перфорированным цилиндром 2 и внутренней перфорированной воздухораспределительной трубой 7 воздухом, подогретым при подсушке в электрокалорифере 9. При неполной загрузке бункера автоматически (при помощи противовеса) меняется положение клапана 5 и тем самым предотвращается утечка воздуха. Входящий в комплект бункера электрокалорифер состоит из двух секций, каждая из которых связана со своим регулятором относительной влажности воздуха. Автоматическое включение первой секции (при превышении относительной влажности воздуха свыше необходимой) позволяет подогреть атмосферный воздух лишь на 3°C , а дополнительное включение второй секции позволяет (в совокупности) подогреть воздух на 6°C и тем самым понизить его относительную влажность до 60...65 %.

Поэтому, при необходимости более эффективной подсушки зерна, дополнительно используют специальные устройства, например: воздухоподогреватели ВПТ-400 и ВПТ-600, теплогенератор ТГ-150, тепловентиляционные агрегаты АЖТ-2 и ТПЖ-50, техническая характеристика которых приведена в прил. 2.

Бункер К-878 (ГДР). Отличается от бункера БВ-25 в основном тем, что у него воздухораспределительная труба выведена наружу и соединена с вентилятором через гибкий рукав.

6.3.3 Прогнозирование продолжительности периода безопасного хранения свежесобранного зерна

Продолжительность периода безопасного хранения свежесобранного зерна зависит от его специфических особенностей (характерных для той или иной зерновой культуры), ее температуры и влажности, засоренности, качественного состояния, целого ряда других факторов (скопления вредителей из классов насекомых и клещей, обсемененности микроорганизмами, вида сорняков и др.).

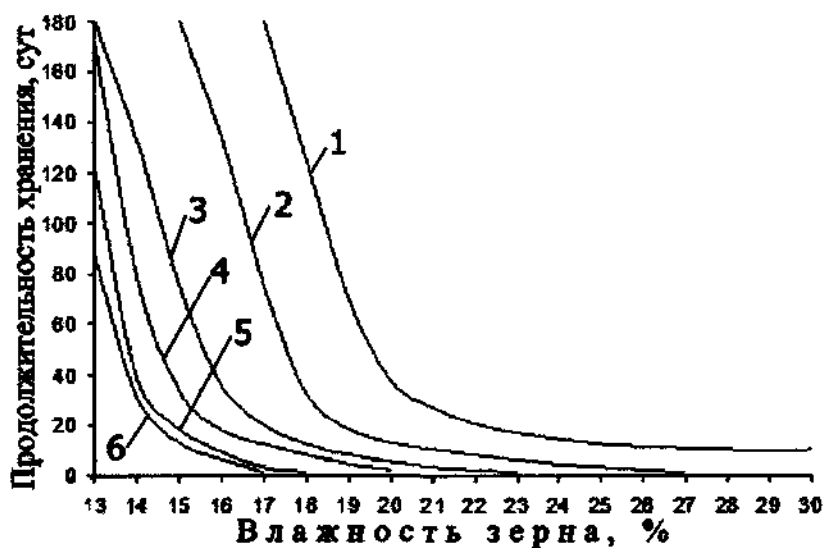


Рисунок 6.13 — Продолжительность безопасного хранения зерна (пшеницы, ржи и ячменя) при различных значениях влажности и температуры (°C): 1 — 5; 2 — 10; 3 — 15; 4 — 20; 5 — 25; 6 — 30

Исследованиями специфических особенностей основных культур установлены ориентировочные сроки, по истечении которых зерновые массы следует подвергнуть активному вентилированию с целью понижения их температуры и, тем самым, с целью повышения их устойчивости при хранении.

Из рис. 6.13 видно, что зерно влажностью 20 % при температуре 20 °C можно хра-

нить не более двух суток. Если это зерно провентилировать и при этом понизить его температуру до 10 °C, то продолжительность устойчивого хранения этого зерна возрастет до 13 сут, а при охлаждении до 5 °C — до 36 сут. Это же зерно, влажностью 20 %, практически не подлежит хранению при температурах выше 20 °C. Например, зерно влажностью 18 % можно хранить при температуре 25 °C не более 1 сут., и нельзя хранить при более высоких температурах. Такое зерно требует либо немедленной сушки, либо понижения температуры.

Из рис. 6.14 видно, что наименее устойчивы в хранении (в порядке возрастания устойчивости, при положительных температурах — от 25 до 5 °C): просо, зерно риса, овес, пшеница, кукуруза в зерне, гречиха, кукуруза в початках. Ни одну из перечисленных культур данной влажности нельзя хранить при температуре 30 °C, а при температуре 25 °C можно хранить (в порядке возрастания устойчивости) просо, зерно риса, кукурузу в зерне, гречиху, кукурузу в початках. Этот же рисунок свидетельствует о том, что предельный

срок хранения в течение 20 суток характерен для кукурузы в початках (при температуре 25 °С), для гречихи (при температуре 17,5 °С), для пшеницы (при температуре 8 °С), для овса и кукурузы в зерне (при температуре 7 °С), для зерна риса (при температуре 6 °С) и проса (при температуре 1 °С).

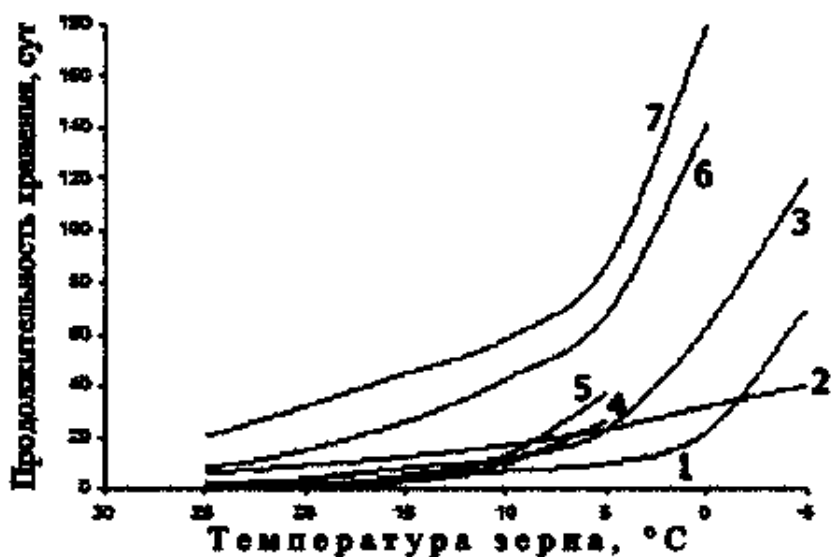


Рисунок 6.14 — Продолжительность безопасного хранения зерна различных культур влажностью 20 %:

1 — просо; 2 — кукуруза в зерне; 3 — зерно риса; 4 — овес; 5 — пшеница; 6 — гречиха; 7 — кукуруза в початках

6.3.4 Определение возможности вентилирования зерна

Прежде чем начать вентилирование, следует убедиться в целесообразности или нецелесообразности проведения этой технологической операции. Для этого необходимо сопоставить температуру и относительную влажность воздуха с температурой, фактической и равновесной влажностью зерна, подлежащего вентилированию.

Для определения температуры и относительной влажности воздуха используют психрометры Августа и Асмана. Перевод показаний этих приборов в значения относительной влажности воздуха, осуществляют по специальным психрометрическим таблицам. Для определения относительной влажности воздуха можно использовать также гигрометры и гигрографы.

Равновесную влажность подлежащего вентилированию зерна определяют по специальным таблицам, включающим все возможные значения температуры зерна и относительной влажности воздуха в районах его возделывания, обработки и хранения.

К вентилированию можно приступить, когда можно получить ожидаемый технологический эффект. Для оценки этой возможности вначале определяют относительную влажность воздуха по показаниям смоченного термометра и психрометрической разности (разности показаний сухого и смоченного термометров психрометра). Затем определяют равновесную влажность зерна с учетом его фактической температуры (обычно в расчет берут самое низкое значение температуры зерна в насыпи) и относительной влажности воздуха. Сопоставив фактическую влажность зерна с равновесной, решают, можно или нельзя вентилировать зерно. К вентилированию можно приступить, если равновесная влажность меньше исходной влажности зерна. При

таких условиях вентиляция сопровождается снижением температуры и влажности зерна.

Пример 6.1. Влажность партии зерна пшеницы 17%, температура 30°C. Температура сухого термометра 17,0, мокрого 14,0°C. Используя показания мокрого термометра и разность показаний сухого и мокрого (3,0°C), по приложению 4 определяем относительную влажность воздуха (70%). При относительной влажности воздуха 70% и температуре 30°C равновесная влажность зерна пшеницы по данным приложения 5 равна 14,0%. Следовательно, зерно влажностью 17% в рассмотренных условиях вентилировать можно.

Пример 6.2. Влажность партии зерна ячменя 20%, температура 15°C. Температура сухого термометра 15,0, мокрого 14,5°C. Используя показания мокрого термометра и разность показаний сухого и мокрого (0,5°C), по приложению 4 определяем относительную влажность воздуха (90%). При относительной влажности воздуха 90% и температуре 15°C равновесная влажность зерна ячменя по данным приложения 5 равна 21,1%. Следовательно, зерно влажностью 20% в рассмотренных условиях вентилировать нельзя.

Пример 6.3. Влажность партии зерна проса 18%, температура 10°C. Температура сухого термометра 0,5, мокрого 0°C. Используя показания мокрого термометра и разность показаний сухого и мокрого (0,5°C), по психрометрической таблице (приложение 4) определяем относительную влажность воздуха (90%). При относительной влажности воздуха 90% и температуре 10°C равновесная влажность зерна проса по данным приложения 5 равна 18,7%. Следовательно, зерно влажностью 18% в рассмотренных условиях вентилировать нельзя.

С учетом суточных колебаний температуры и относительной влажности воздуха, и факта изменения в процессе вентилирования температуры и влажности зерна, процедуру определения возможности вентилирования проводят не менее четырех раз в сутки, а именно, в 1, 7, 13 и 19 ч. При неблагоприятных погодных условиях проверку возможности вентилирования проводят через 3 ч и чаще.

Примечание: в случае отсутствия психрометра и невозможности определения равновесной влажности зерна, вентилирование проводят при условии, если температура наружного воздуха ниже температуры зерна на 5°C и более. В дождливую и туманную погоду разница должна составлять не менее 8°C.

Греющееся сырое зерно, если нет возможности его быстро просушить, рекомендуется вентилировать в любую погоду, независимо от относительной влажности воздуха.

6.3.5 Расчет необходимого расхода воздуха и продолжительности вентилирования для снижения температуры зерна

В основе расчета удельного расхода воздуха и продолжительности вен-

тирования лежит уравнение теплового баланса процесса, согласно которому, количество отбираемой от зерновой массы теплоты ΔQ_3 равно дополнительному количеству теплоты ΔQ_B , сообщаемой воздуху и выносимой им из зерновой насыпи, при понижении температуры зерна от начального значения t_3^H ($^{\circ}\text{C}$) до конечного t_3^K ($^{\circ}\text{C}$), при одновременном повышении температуры воздуха от начального значения t_B^H до конечного t_B^K , т.е. условие равенства:

$$\Delta Q_3 = \Delta Q_B,$$

или, при дополнительных условиях:

$$t_3^H = t_B^K \quad t_3^K = t_B^H \quad \text{и} \quad \Delta t = (t_3^H - t_3^K) = (t_B^K - t_B^H),$$

соответственно:

$$M_3 c_3 \Delta t = V_B \rho_B c_B \Delta t,$$

где M_3 и V_B — соответственно, масса зерна (кг) и объем воздуха (м^3), нагнетаемого в зерновую массу;

c_3 и c_B — соответственно, теплоемкость зерна (с достаточной точностью определяемая из формулы смешения) и воздуха, $\text{кДж} / (\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$; при нормальных условиях (т.е. при температуре $T = 273,15 \text{ К}$ и барометрическом давлении $B = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Па}$) $c_B = 1,004 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

ρ_B — плотность воздуха, $\text{кг} / \text{м}^3$; при нормальных условиях $\rho_B = 1,293 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Преобразовав последнее выражение относительно V_B , получим

$$V_B = \frac{M_3 c_3 \Delta t}{\rho_B c_B \Delta t} = M_3 \frac{c_3}{\rho_B c_B} = M_3 \frac{c_3}{c'},$$

где c' — объемная теплоемкость воздуха, $\text{кДж} / (\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$; при нормальных условиях $c' = c_B \rho_B = 1,004 \cdot 1,293 = 1,298 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Необходимый удельный расход воздуха V ($\text{м}^3 / \text{т}$), нагнетаемого в зерновую насыпь на вентиляцию с целью понижения температуры 1 т зерна до значения температуры воздуха, составит:

$$V = 1000 \frac{V_B}{M_3} = 1000 \frac{c_3}{c'}.$$

Пример 6.4. Вентиляции подлежит партия зерна пшеницы влажностью 21 %; параметры воздуха соответствуют нормальным условиям, т.е. $\rho_B = 1,293 \text{ кг} / \text{м}^3$ и $c' = 1,298 \text{ кДж} / (\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$. Теплоемкость зерна согласно формуле смешения составляет:

$$c_3 = c_{с.в.} \frac{100 - w}{100} + c_w \frac{w}{100} = 1,55 \frac{100 - 21}{100} + 4,19 \frac{21}{100} = 2,104 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

Отсюда, необходимый расход воздуха для понижения температуры 1 т зерна до значения температуры воздуха, составит:

$$V = 1000 \frac{c_3}{c'} = 1000 \frac{2,104}{1,298} = 1621 \text{ м}^3 / \text{т}.$$

В реальных условиях производства в силу неравномерного распределения полей скоростей охлаждающего воздуха и наличия в зерновой массе так называемых застойных зон, охлаждение отдельных участков зерновой насыпи протекает с неодинаковой скоростью. Поэтому, для вентилирования всей насыпи, с учетом застойных зон, необходимый расход воздуха должен быть значительно больше теоретического, рассчитанного для идеальных условий. Исходя из этого условия, действующей Инструкцией по активному вентилированию зерна, для всех, используемых на предприятиях установок активного вентилирования, принята нормативная величина расхода воздуха $V = 2000 \text{ м}^3/\text{т}$.

С учетом этой нормативной величины и фактического удельного расхода воздуха в единицу времени $q, \text{ м}^3/(\text{ч}\cdot\text{т})$, обеспечиваемого той или иной установкой, необходимая продолжительность вентилирования τ (ч) с целью охлаждения зерна, определяется из отношения:

$$\tau = 2000/q.$$

Пример 6.5. Вентилированию с целью снижения температуры на установках СВУ-2 подлежит партия зерна пшеницы влажностью 17,5%. Согласно табл. 6.3, этому значению влажности соответствуют высота насыпи 3,3 м и удельный расход воздуха $q = 45 \text{ м}^3/(\text{ч}\cdot\text{т})$. Следовательно, необходимая продолжительность вентилирования составит:

$$\tau = 2000/45 = 44,4 \text{ ч}.$$

Величина фактического удельного расхода воздуха q является функцией следующих основных факторов: характеристик вентиляционной сети установки и вентилятора; толщины слоя, скважистости и соответствующего аэродинамического сопротивления зерновой насыпи.

Таблица 6.3 — Режимы вентилирования зерна различных культур (пшеницы, ржи, ячменя, овса, проса, гречихи, бобов) на установках СВУ-1 и СВУ-2 в складах с целью снижения их температуры

Влажность зерна, %	СВУ-1			СВУ-2		
	Удельный расход воздуха, $\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{т})$	Высота насыпи, м		Удельный расход воздуха, $\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{т})$	Высота насыпи, м	
		пшеницы, ржи, ячменя, овса, бобовых	проса, гречихи		пшеницы, ржи, ячменя, овса, бобовых	проса, гречихи
≤16,0	40	2,7	2,3	35	3,7	2,7
>16,0...18,0	50	2,5	1,9	45	3,3	2,5
>18,0...20,0	80	1,6	—	70	2,9	2,0
>20,0...22,0	120	—	—	110	2,4	1,5
>22,0...24,0	210	—	—	165	1,7	—

Продолжительность вентилирования, напрямую зависящая от величины q , должна отвечать условию сохранения качества зерна. Поэтому, с учетом того, что зерно повышенной влажности и температуры быстро самосогревается, при вентилировании стремятся охладить его за возможно более

короткое время. Сокращения времени вентилирования добиваются увеличением удельного расхода воздуха за счет уменьшения толщины подвергаемого охлаждению слоя зерна. Для достижения большего технологического эффекта охлаждение зерна рекомендуется проводить в ночное время, когда температура воздуха более низкая и нагрузка на электрическую сеть снижается вследствие сокращения объема других работ.

Данные нижеприведенных таблиц 6.3...6.5 подтверждают, что в условиях вентилирования зерна повышенной влажности удельный расход воздуха увеличивают и, следовательно, сокращают продолжительность процесса путем снижения толщины продуваемого слоя (иначе, снижением высоты насыпи).

Таблица 6.3 — Режимы вентилирования семян подсолнечника и клещевины на установках СВУ-1 и СВУ-2 с целью снижения их температуры

	Установка СВУ-1				Установка СВУ-2			
	Удельный расход воздуха, м ³ / (ч·т)		Высота насыпи, м		Удельный расход воздуха, м ³ / (ч·т)		Высота насыпи, м	
	подсолнечник	клещевина	подсолнечник	клещевина	подсолнечник	клещевина	подсолнечник	клещевина
≤8,0	40	40	2,7	2,7	35	35	3,7	3,7
>8,0...9,0	50	50	2,5	2,5	45	45	3,3	3,3
>9,0...10,0	80	80	1,6	2,3	70	70	2,9	2,9
>10,0...11,0	—	130	—	2,2	110	110	2,4	2,4
>11,0...12,0	—	210	—	2,0	—	165	—	2,0

Таблица 6.4 — Режимы вентилирования кукурузы в початках в складах с целью снижения температуры

Влажность зерна в початках, %	Удельный расход воздуха, м ³ / (ч·т)	Высота насыпи, м
16,0...18,0	30	3,0
>18,0...20,0	40	3,0
>20,0...25,0	45	2,5
>25,0	50	1,5

Таблица 6.5 — Режимы вентилирования зерна риса в складах с целью снижения температуры

Влажность зерна риса, %	Удельный расход воздуха, м ³ / (ч·т)	Высота насыпи, м		Примерная продолжительность вентилирования, ч
		Установка СВУ-1	Установка СВУ-2	
≤15,0	30	4,0	5,0	75
>15,0...16,0	35	3,5	4,5	63
>16,0...17,0	40	3,0	4,5	57
>17,0...18,0	45	2,5	4,0	50
>18,0...19,0	60	2,0	4,0	38

Пример 6.6. Вентиляции с целью снижения температуры на установках СВУ-2 подлежит партия зерна овса влажностью 23,3%. Согласно табл. 6.2, этому значению влажности соответствуют высота насыпи 1,7 м и удельный расход воздуха $q = 165 \text{ м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{т})$. Следовательно, необходимая продолжительность вентиляции составит:

$$\tau = 2000 / 165 = 12,1 \text{ ч.}$$

Специфические особенности вентиляции различных культур и различной влажности с позиций удельных расходов воздуха и толщины слоя на установке СВУ-2 наглядно представлены на рис. 6.15 и 6.16.

6.3.6 Активное вентиляция зерна искусственно охлажденным воздухом

Вентиляция зерна искусственно охлажденным воздухом проводится в основном с целью обеспечения временного (до сушки) хранения влажного и сырого зерна таких нестойких в хранении культур, как зерно риса, подсолнечник, клещевина. Иногда, при высоких температурах атмосферного воздуха, практикуют дополнительное охлаждение искусственно охлажденным воздухом просушенного и уже охлажденного в зерносушилке зерна риса.

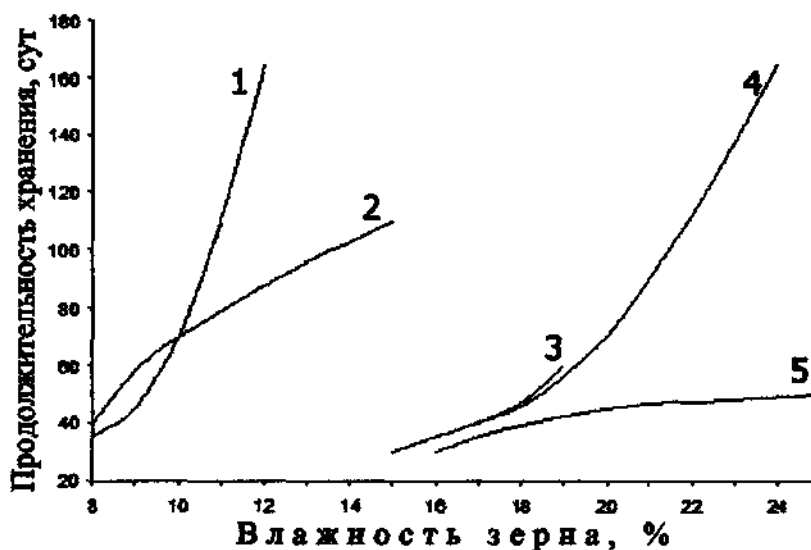


Рисунок 6.15 — Нормы удельных расходов воздуха при вентиляции зерна различных культур на установке СВУ-2:

- 1 — семена подсолнечника, клещевина; 2 — семена рапса; 3 — зерно риса;
- 4 — пшеница, рожь, ячмень, овес, бобовые, просо, гречиха;
- 5 — кукуруза в початках

Для охлаждения воздуха используются стационарные холодильные установки (рис. 6.17), с промежуточным хладоносителем — рассолом и передвижные холодильные машины (рис. 6.18), с непосредственной системой охлаждения. Успешно прошедшая производственную проверку стационарная установка «Зерно-500», в зависимости от варианта комплектации, обеспечивает охлаждение одного — двух потоков воздуха, при понижении его темпе-

ратуры на 5...20 °С, в пределах меняющегося расхода. Комплектуется автоматизированной холодильной машиной ХМ-22-ФУ-200/2, малогабаритной градирней ККТ-100, одним — двумя воздухоохладителями ВО-150, поверхность охлаждения каждого из которых составляет 150 м². Разновидность установки «Зерно-500» — воздухоохладительная установка ПВУ-400, изготовленная на базе той же холодильной машины ХМ-22-ФУ-200/2, комплектуется воздухоохладителями КФБ-10 (с поверхностью охлаждения каждого 61,2 м²) и имеет суммарную поверхность охлаждения от 612 м² (при использовании в элеваторах) до 734 м² (при использовании в зерносушилках).

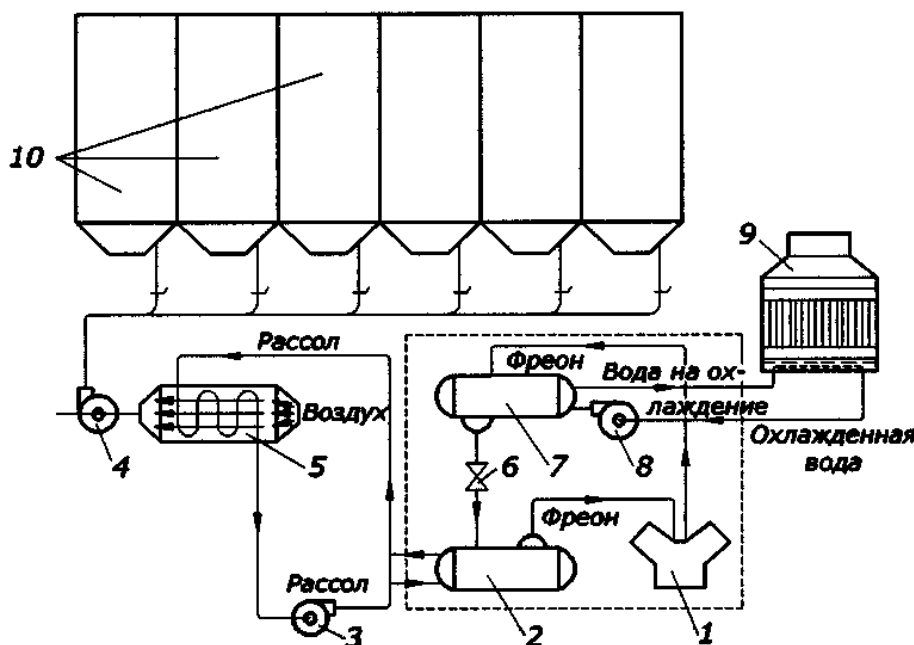
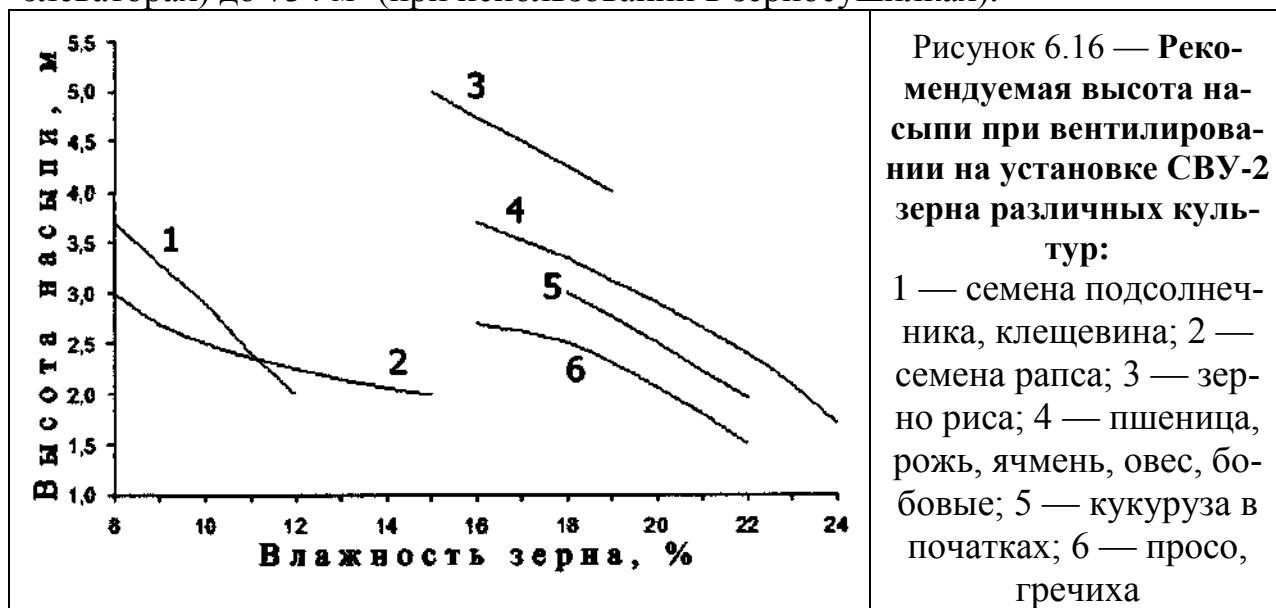


Рисунок 6.17 — Схема стационарной холодильной установки для охлаждения зерна в силосах элеватора:

- 1 — компрессор; 2 — конденсатор; 3 — вентиль; 4 — испаритель; 5 — градирня; 6 — водяной насос; 7 — воздухоохладитель; 8 — вентилятор; 9 — рассольный насос

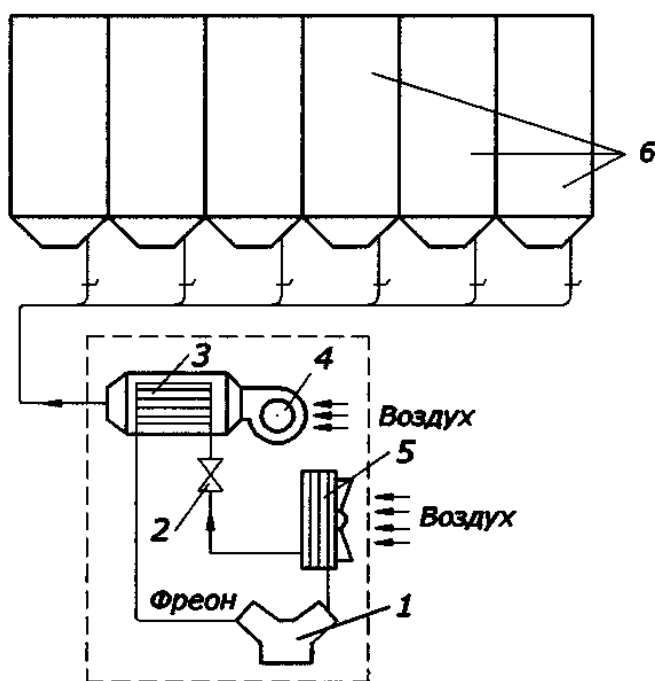


Рисунок 6.18 — Схема передвижной холодильной машины для охлаждения зерна в силосах элеватора:

- 1 — компрессор; 2 — конденсатор; 3 — вентиль;
4 — воздухоохладитель — испаритель;
5 — вентилятор

плект стационарной установки, к которым хладоноситель подводится через теплоизолированный рассолопровод) с отводами к каждому воздухоподводящему каналу устанавливают снаружи на расстоянии 1...2 м от стены склада. Выходные патрубки воздухоохладителей (как передвижных холодильных машин, так и стационарных установок) соединяют с вентиляционной установкой склада резиноканевыми рукавами.

Режимы вентилирования зерна в складах с использованием холодильных машин приведены в табл. 6.6.

В силосах элеваторов (как и в складах) охлаждают исключительно зерно риса влажностью до 21 % (не более) при режимах, приведенных в таблице 6.7. Зерно риса влажностью выше 21 % следует немедленно направлять на сушку в зерносушилку.

При этом проводят загрузку силосов на высоту, рекомендуемую в табл. 6.8 и 6.9, с учетом направления движения воздуха по отношению к слою зерна и конструктивных особенностей силосов.

Как известно, охладители большинства типов зерносушилок не отвечают требованию Инструкции по сушке, согласно которой, температура охлажденного после сушки зерна не должна превышать температуру охлаждающего воздуха более чем на 10 °С. В связи с этим охлаждение зерна риса искусственно охлажденным воздухом в сушилках проводят при повышенных температурах атмосферного воздуха, при режимах, приведенных в табл. 6.10.

Известен вариант компоновки двух или четырех воздухоохладителей ВО - 150, соответственно в один и два блока (по два последовательно смонтированных воздухоохладителя в каждом). В последнем случае, один либо два последовательно соединенных осевых вентилятора устанавливают между двумя блоками, один из которых (со стороны подвода воздуха к вентилятору) служит как бы для предварительного охлаждения, а другой — для окончательного охлаждения воздуха.

При вентилировании зерна в складах, передвижные холодильные машины или, как исключение, воздухоохладители (входящие в ком-

Таблица 6.6 — Режимы вентилирования зерна в складах искусственно охлажденным воздухом

Влажность зерна, %	Температура зерна, °С		Температура воздуха на входе в зерновую насыпь, °С	Удельный расход воздуха, м ³ /(ч·т)	Примерная продолжительность охлаждения, ч	Высота зерновой насыпи, м				Ориентировочная продолжительность хранения зерна без доохлаждения, сут	
	до охлаждения	после охлаждения				Холодильные машины и вентиляционные установки		СВУ-1	СВУ-2		
						КЛА-40/2, ХМВ-1-30	КЛА-50/5				
≤15	20...30	15	8...10	25	40...48	5,0	3,2	5,0	5,0	4,0	120
>15...17	20...30	10	4...8	30	28...36	3,5	2,8	5,0	5,0	3,3	80
>17...19	20...30	10	4...8	40	24...30	2,5	2,3	3,1	3,1	2,9	20
>19...21	20...30	10	3...5	50	20...24	2,0	1,8	2,5	2,5	2,3	8
Зерно риса											
≤7	20...30	10	8...10	15	24...48	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	90
>7...9	20...30	5...10	4...8	25	20...30	5,0	4,0	5,0	5,0	5,0	60
>9...11	20...30	5...10	4...8	35	18...26	4,0	2,1	5,0	5,0	2,7	20
Семена подсолнечника											
≤7	20	5	2...5	15	70...80	4,0	3,0	4,0	4,0	3,0	100
>7...9	20	5	2...5	15	70...80	3,0	3,0	4,0	4,0	3,0	70
>9...11	20	5	2...5	20	60...70	3,0	2,5	3,0	3,0	2,5	45
>11...13	20	5	2...5	25	48...60	2,5	2,0	2,5	2,5	2,0	20
Семена клешевины											

Таблица 6.7 — Режимы вентилирования зерна риса в силосах элеваторов искусственно охлажденным воздухом

Влажность зерна, %	Температура охлаждающего воздуха на входе в силос, °С	Удельный расход воздуха, м ³ /(ч·т)	Примерная продолжительность охлаждения, ч	Температура зерна, °С		Ориентировочная продолжительность хранения зерна без доохлаждения, сут
				до охлаждения	после охлаждения	
≤15	5...10	25	70	25...30	15	120
>15...17	5...8	30	36	25...30	10	80
>17...19	5...8	40	24	25...30	10	20
>19...21	3...5	50	24	25...30	10	8

Таблица 6.8 — Высота насыпи при вентилировании зерна риса в силосах элеваторов при применении стационарных холодильных установок

Влажность зерна, %	Расход воздуха, (м ³ /ч)·10 ⁻³	Вентилирование по горизонтали в силосах круглого сечения, м	Вентилирование по вертикали, м		
			в силосах круглого сечения Ø 6 м	в сдвоенных силосах квадратного сечения 3×3 м	в строенных силосах квадратного сечения 3×3 м
≤15	10	30	30	2×30*	30
	20	2×30*	2×30*	3×30**	2×30*
>15...17	10	30	20	30	25
	20	2×30*	30	2×30*	30
>17...19	10	—	16	25	20
	20	30	30	2×30*	30
>19...21	10	—	—	15	20
	10	—	10	20	15
	20	—	25	30	25

* Одновременно охлаждаются 2 силоса.

** Одновременно охлаждаются 3 силоса.

Таблица 6.9 — Высота насыпи при вентилировании по вертикали зерна риса в силосах элеваторов передвижными холодильными установками, м

Влажность зерна, %	XMB-1-30	KLA-40/7		KLA-50/7		
	Силосы круглого сечения Ø 6 м	Силосы квадратного сечения 3×3 м		Силосы круглого сечения Ø 6 м	Силосы квадратного сечения 3×3 м	
		сдвоенные	строенные		сдвоенные	строенные
≤15	9,0	15,0	10,0	13,0	23,0	15,0
>15...17	6,0	10,0	7,0	9,0	15,0	10,0
>17...19	4,5	7,5	5,0	7,0	11,0	7,5
>19...21	3,5	6,0	4,0	5,5	9,0	6,0

Примечание: При подключении к каждому силосу двух холодильных машин высоту насыпи можно увеличить в 1,7 раза.

Для более эффективного охлаждения зерна риса после его сушки

ВНИИЗ и Кубанский филиал ВНИИЗ разработали охладитель зерна ОПК (в настоящее время ОПС), производительностью 25 т / ч. Охладитель имеет три зоны охлаждения, с последовательным ступенчатым снижением (на 10 °С) температуры охлаждающего воздуха, например, от 25 °С в первой зоне, до 5 °С в третьей зоне. Это позволяет понижать температуру зерна риса на 25 °С — от начальной 35 °С до конечной 10 °С, при позонном расходе охлаждающего воздуха 20, 15 и 20 тыс. м³ / ч. При производительности охладителя 50 т / ч, суммарное снижение температуры зерна составляет 15 °С.

Таблица 6.10 — **Режимы охлаждения зерна риса в охладителях шахтных зерносушилок**

Температура воздуха, °С		Расход воздуха, (м ³ / ч) · 10 ⁻³	Температура зерна риса до охлаждения, °С	Температура зерна риса после охлаждения, при производительности зерносушилки, т / ч		
атмосферного	охлаждающего			≤15	>15...20	>20...25
>15...20	>2...5	30...36	35...40	10...16	12...18	14...19
>20...25	>5...10	30...36	35...40	14...19	16...22	14...19
>25...30	>10...15	30...36	35...40	15...20*	16...22*	18...23*

* Двухступенчатое охлаждение

6.3.7 Активное вентилирование просушенного и неохлажденного в сушилке зерна

Особенностью большинства зерносушилок, эксплуатируемых на предприятиях отрасли хлебопродуктов, является недостаточно эффективная работа их охладительных камер. В результате, просушенное зерно выходит из сушилок недостаточно охлажденным: не обеспечивается требование инструкции по сушке, согласно которому температура охлажденного после сушки зерна не должна более чем на 10 °С превышать температуру атмосферного воздуха. Такое зерно, будучи помещенным на длительное хранение, может подвергнуться самосогреванию в результате переувлажнения отдельных слоев вследствие явления термовлагопроводности.

Многочисленные исследования, а также отечественная и зарубежная практика свидетельствуют о целесообразности охлаждения просушенного зерна на выносных охладителях. Как возможный вариант, рекомендуется использовать для этого установки активного вентилирования.

Технологию охлаждения просушенного и не охлажденного в сушилке зерна, на выносных охладителях, отличают следующие основные признаки:

температура поступающего на охлаждение зерна (в зависимости от назначения и рода зерновой культуры) может находиться в диапазоне 40...65 °С;

влажность поступающего на охлаждение зерна может быть значительно выше предельного значения средней сухости (например, для зерна пшеницы — до 16,5% и выше); чем выше температура поступающего на охлаждение зерна, и чем медленнее его охлаждают после отлежки, тем с большей

влажностью можно выводить зерно из сушилки;

приступить к активному вентилированию желательнее после отлежки зерна в течение 8...12 ч;

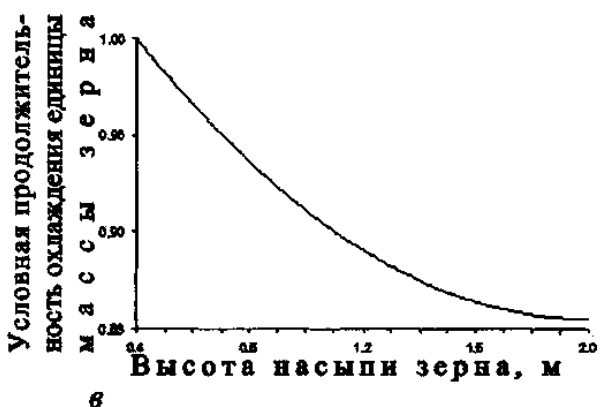


Рисунок 6.19 — Эффективность охлаждения просушенного зерна пшеницы на установках активного вентилирования (при следующих параметрах: начальная температура зерна 55,0 °С; конечная температура 27,4 °С; температура охлаждающего воздуха 22,0 °С; влажность охлажденного зерна 14 %) при высоте насыпи (м):
1 — 0,4; 2 — 1,0; 3 — 1,5; 4 — 2,0

охлаждать зерно следует как можно медленнее, т.е. с меньшей интенсивностью.

Сравнительная эффективность различных режимов охлаждения просушенного зерна на установках активного вентилирования показана на рис. 6.19.

Пути повышения эффективности охлаждения зерна на установках активного вентилирования:

понижение скорости воздушного потока, иначе — снижение удельного расхода воздуха (рис. 6.19, а), позволяет существенно повысить влажность подаваемого на охлаждение зерна;

увеличение толщины охлаждаемого слоя зерна (рис. 6.19, а, в) позволяет существенно увеличить влажность подаваемого на охлаждение зерна и сократить продолжительность охлаждения единицы массы зерна, несмотря на то, что согласно рис. 6.19, б) для охлаждения зерна в слое большей толщины требуется больше времени.

Исследованиями установлена также целесообразность следующих дополнительных мероприятий:

повышение (в допустимых пределах) температуры подаваемого на охлаждение зерна;

понижение температуры зерна (в процессе его охлаждения) до температуры охлаждающего воздуха.

6.3.8 Активное вентилирование зерна подогретым воздухом

При влажности зерна продовольственного и семенного назначения, превышающей допустимые для

длительного хранения значения, а также с целью ускорения процессов послеуборочного дозревания семян, предназначенных к высеву в год их уборки, активное вентилирование проводят теплым атмосферным или подогретым воздухом, либо смесью воздуха с топочными газами.

В большинстве случаев вентилирования, при сравнительно невысоких значениях влажности зерна, достаточно, чтобы относительная влажность воздуха, поступающего в зерновую насыпь, была в пределах 55...65%. Если воздух насыщен влагой в большей степени, следует осуществить его подогрев и, тем самым, понизить его относительную влажность (без изменения влагосодержания). Требуемую степень подогрева можно определить по h, d -диаграмме влажного воздуха.

Для этого, зная фактические значения температуры и относительной влажности воздуха, следует найти исходную точку (на пересечении линий исходной температуры и относительной влажности воздуха) и от нее подняться вверх (параллельно линии постоянного влагосодержания) до линии с требуемым значением относительной влажности воздуха. Полученная точка пересечения линии постоянного влагосодержания с линией необходимой относительной влажности покажет, до какого значения температуры следует подогреть воздух. Необходимая степень подогрева воздуха наглядно представлена на рис. 6.20.

Пример 6.7. Для определения необходимой степени подогрева воздуха с целью понижения его относительной влажности от 95% до 55% поступим следующим образом. На оси абсцисс рис. 6.20, из точки, соответствующей относительной влажности воздуха 95%, восстановим перпендикуляр до пересечения с наклонной линией 2, соответствующей относительной влажности воздуха 55%. Из полученной точки пересечения проведем горизонтальную линию до пересечения с осью ординат в точке, соответствующей температуре 9°C, т.е. необходимой степени подогрева воздуха по отношению к его начальной температуре.

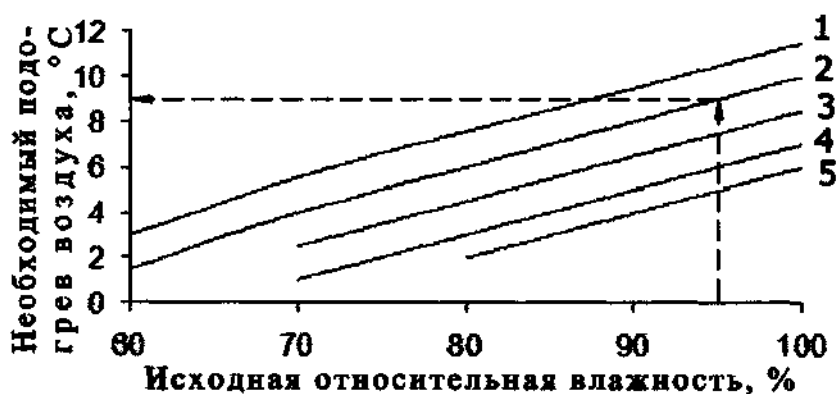


Рисунок 6.20 — Необходимый подогрев воздуха для снижения его относительной влажности до заданного значения (%):

1 — 50; 2 — 55; 3 — 60; 4 — 65; 5 — 70

В условиях вентилирования более влажного зерна, низкие температуры воздуха затягивают процесс сушки, что может привести к ухудшению качества зерна и перерасходу электроэнергии на привод вентиляторов. Поэтому используют более значительный подогрев воздуха, учитывая, особенно при

сушке семян, что температура зерна в пограничном слое (со стороны ввода воздуха) не должна превышать предельно допустимого значения, определяемого его термоустойчивостью.

Эффективность сушки зависит от соблюдения установленных режимов и своевременного контроля хода процесса сушки. В частности, следует учитывать, что при сушке неподвижного зернового слоя вначале подсыхает пограничный слой (т.е. со стороны подвода воздуха), затем более отдаленные и, таким образом, зона сушки постепенно перемещается в направлении движения воздуха. Более того, необходимо принимать во внимание и тот факт, что эффективность сушки зависит от скорости воздуха в слое (иначе, — от величины удельного расхода на единицу массы зерна). В условиях неравномерного распределения воздуха по отдельным сечениям зерновой насыпи, несомненно будет наблюдаться неравномерность сушки зерна. Это характерно практически для всех типов установок активного вентилирования, в том числе и для бункеров активного вентилирования с радиальным воздухораспределением (наибольшие скорости и, естественно, наибольшие удельные расходы приходятся на слои с меньшим диаметром, т.е. со стороны внутренней воздухораспределительной трубы; наименьшие скорости характерны для периферийных слоев, с большим диаметром, т.е. со стороны наружного перфорированного цилиндра).

С учетом изложенного, для предупреждения пересушивания и возможного снижения качества зерна (особенно семян), рекомендуется:

при сушке в вентилируемых бункерах периодически осуществлять выпуск и последующую загрузку зерна в бункер с целью перемешивания его отдельных слоев;

при сушке на напольно-переносных установках укладывать воздухораспределительные решетки по обе стороны магистрального канала сплошь, или с промежутками между решетками не более 0,5 м;

при сушке на стационарных установках, имеющих глухие (не продуваемые воздухом) промежутки более 0,5 м, дополнительно размещать над каналами и между ними решетки напольно-переносных установок, с таким расчетом, чтобы промежутки между ними не превышали 0,5 м;

при сушке на стационарных и напольно-переносных установках, при использовании воздуха, подогретого до 35...40 °С, толщина зернового слоя должна быть в пределах 0,3...0,8 м, тогда процесс сушки будет происходить примерно с одинаковой скоростью по всей его толщине;

на заключительном этапе сушки на установках всех типов вентилирование в течение последних 8...20 ч проводить холодным атмосферным воздухом (проходя через пересушенные слои холодный воздух постепенно их увлажняет, его влагопоглощательная способность увеличивается, благодаря чему быстрее подсушиваются более влажные слои насыпи).

Наглядную информацию о продолжительности сушки семян различных культур и различной влажности на всех типах стационарных и напольно-переносных установок дают представленные на рис. 6.21 и 6.22 усредненные данные о средней скорости снижения влажности зерна при использовании

рекомендуемых норм удельного расхода воздуха на сушку.

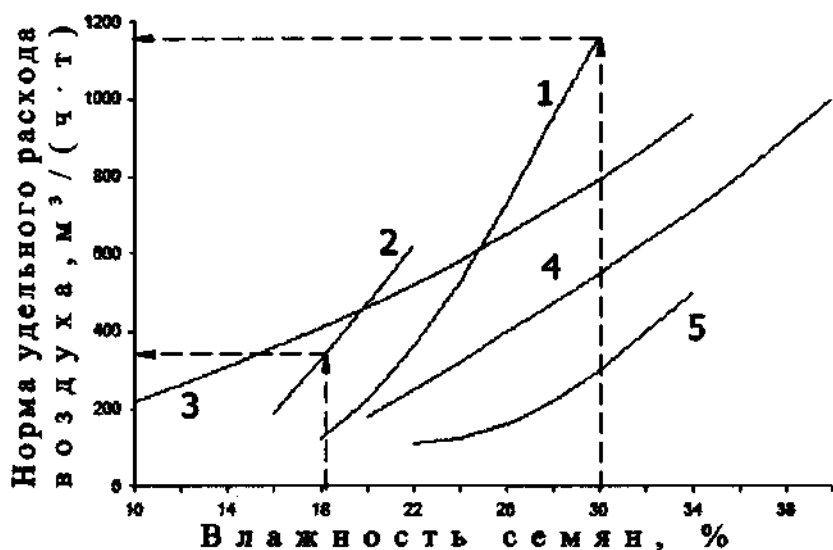


Рисунок 6.21 — Нормы удельного расхода воздуха при сушке семян различных культур в насыпи с односторонним продуванием слоя:
1 — горох, бобы, гречиха; 2 — зерно риса; 3 — семена подсолнечника и клещевины; 4 — кукуруза в початках; 5 — фасоль

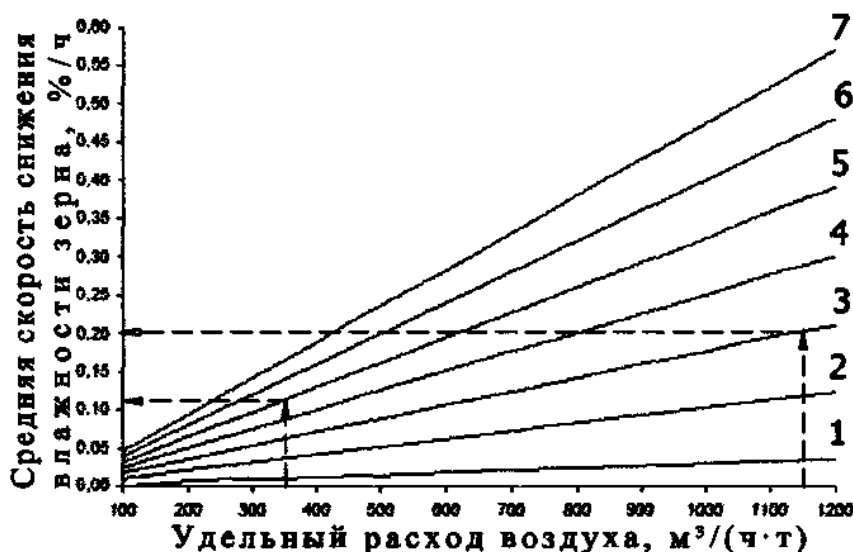


Рисунок 6.22 — Средняя скорость снижения влажности зерна при температуре воздуха на входе в насыпь (°C):
1 — 15; 2 — 20; 3 — 25; 4 — 30; 5 — 35; 6 — 40; 7 — 45

При вентилировании початков семенной кукурузы воздух рекомендуется нагревать не выше 45 °С. При этом температура зерна в пограничном слое не должна превышать 38 °С; в случае превышения указанного предела (что является свидетельством углубления зоны испарения влаги во внутренние слои отдельных зерновок), необходимо понизить температуру нагрева воздуха. При сушке семян зернобобовых культур, во избежание ухудшения

Пример 6.8.
Партия зерна риса подлежит вентилированию подогретым воздухом с целью снижения влажности от начального значения $w_0 = 18\%$ до конечного $w_1 = 14\%$. Необходимо определить продолжительность вентилирования.

На рис. 6.21 выбираем соответствующее значение удельного расхода воздуха $q = 350 \text{ м}^3/(\text{ч}\cdot\text{т})$, а на рис. 6.22 —

соответствующее этому удельному расходу и температуре воздуха 35 °С значение средней скорости снижения влажности зерна $K_w = 0,115 \text{ \%}/\text{ч}$. В итоге необходимая продолжительность вентилирования зерна риса с целью снижения его влажности составит:

$$\begin{aligned} \tau &= (w_0 - w_1) / K_w = \\ &= (18 - 14) / 0,115 = \\ &= 34,8 \text{ ч.} \end{aligned}$$

их качества (в том числе растрескивания), следует руководствоваться приведенным на рис. 6.23 соотношением между влажностью семян и предельной температурой нагрева воздуха.

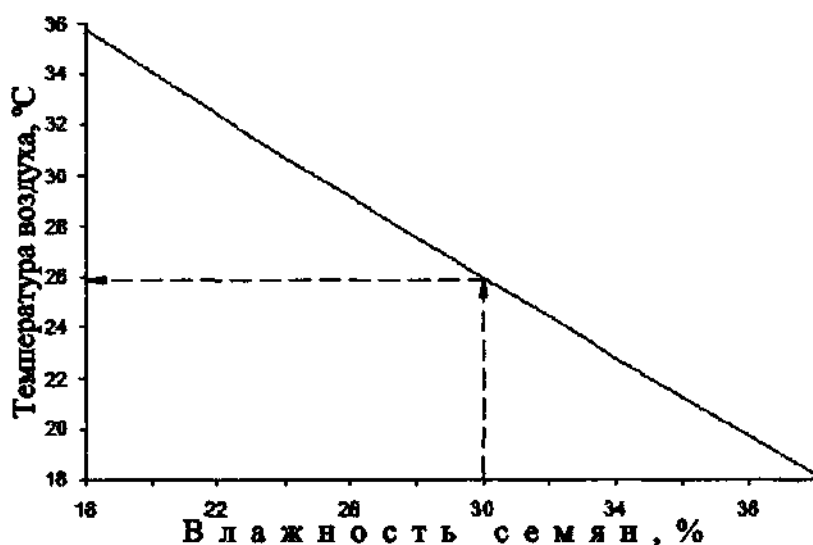


Рисунок 6.23 — Предельная температура нагрева воздуха при сушке семян зернобобовых культур

Пример 6.9.

Партия семян гороха подлежит вентилированию подогретым воздухом с целью снижения влажности от $w_0 = 30\%$ до конечного $w_1 = 14\%$. Необходимо определить продолжительность вентилирования.

На рис. 6.21 выбираем соответствующее значение удельного расхода воздуха $q = 1155 \text{ м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{т})$. Далее, в соответствии с рис.

6.23, устанавливаем предельную температуру нагрева воздуха, равную примерно 26°C (при соответствующей влажности семян гороха 30%), и принимаем к использованию температуру 25°C . Затем, согласно рис. 6.22, выбираем соответствующее этой температуре и принятому удельному расходу значение средней скорости снижения влажности семян $K_w = 0,20\% / \text{ч}$.

В итоге необходимая продолжительность вентилирования семян гороха с целью снижения их влажности составит:

$$\tau = (w_0 - w_1) / K_w = (30 - 14) / 0,2 = 80,0 \text{ ч.}$$

Для подогрева воздуха используются различного рода установки, в т.ч. электрокалориферы, воздухоподогреватели, тепловентиляционные агрегаты, теплогенераторы, топочные устройства. Характеристика некоторых из них дана в приложении 2.

6.4 Химическое консервирование зерна

6.4.1 Сущность и задачи химического консервирования

На практике далеко не всегда удается своевременно просушить все сырое и влажное зерно. Более того, зерно, предназначенное на кормовые цели и для производства комбикормов, по существу не нуждается в сушке, поскольку при скармливании зерна в чистом виде его подвергают запариванию и другим видам термической обработки, а при производстве гранулированных комбикормов легче подвергается обработке и прессованию опять-таки более влажное зерно.

Именно эти причины и побудили ученых изыскать дополнительные наряду с известными (активное вентилирование и охлаждение, хранение в бес-

кислородной среде) методы обработки зерна, позволяющие повысить его устойчивость в хранении во влажном и сыром состоянии.

Учитывая, что главным фактором, вызывающим порчу зерна при хранении, являются микроорганизмы (в т.ч. плесени), исследования были направлены на изыскание таких химических веществ, которые подавляли бы их развитие, не оказывая при этом влияния на качество зерна. В результате исследований (в ходе которых было опробовано свыше 600 фумигантов, химических соединений и препаратов) был разработан метод химического консервирования — направленного замедления или прекращения жизненных функций отдельных компонентов зерновой массы при хранении, путем обработки ее различными химическими средствами — консервантами.

При химическом консервировании зерно покрывается тонким слоем консерванта, который предотвращает развитие микроорганизмов на его поверхности, позволяет ликвидировать самосогревание зерна и даже предохранить его от развития вредителей хлебных запасов при длительном хранении. Обработанное консервантом зерно, в зависимости от состояния по влажности (и сыпучести) может храниться в складах, в силосах элеваторов, в укрытых от атмосферных осадков бункерах, закромах и даже на открытом воздухе под укрытием из полиэтиленовой пленки. Продолжительность безопасного хранения зависит от вида консерванта, состояния зерна по влажности и его назначения (на семенные, продовольственные или кормовые цели).

В настоящее время сфера использования метода химического консервирования вышла далеко за рамки первоначального направления – повышения устойчивости при длительном хранении сырого и влажного зерна. Химическое консервирование может использоваться в следующих направлениях: при длительном хранении кормового зерна повышенной влажности; при длительном хранении зерна продовольственного назначения влажностью в пределах до критической; при длительном хранении зерна семенного назначения; при развитии в зерновой массе процесса самосогревания (с целью его подавления).

6.4.2 Основные консерванты для обработки зерновых масс

Консерванты для обработки зерновых масс повышенной влажности. В результате исследований, проведенных в конце 60-х — начале 70-х годов XX столетия была установлена высокая эффективность консервирующего действия низкомолекулярных карбоновых кислот (муравьиной, уксусной, пропионовой и масляной), оказавшихся хорошими ингибиторами плесневых грибов.

Ингибиторы (от лат. *inhibeo* — останавливаю, сдерживаю) — это вещества, тормозящие рост плесени.

За рубежом для консервации зерна высокой влажности применяют в основном пропионовую кислоту и ее смеси с уксусной и другими кислотами (табл. 6.14).

Рекомендуемые зарубежными фирмами дозировки внесения в зерновую массу консервантов, составляют 0,5...10 % в зависимости от влажности

кормового зерна (бóльшие дозы следует вносить при высоких значениях влажности).

В России для консервирования сырого зерна кормового назначения применяют 100 %-ю пропионовую кислоту, 86 %-ю муравьиную, 80, 96, 100 %-ю уксусную кислоту и 70 %-й концентрат низкомолекулярных кислот (КНМК), в состав которого входят муравьиная кислота (30...35 частей), уксусная (26...30 частей), пропионовая (до 8 частей) и масляная кислоты (до 5 частей), а также вода (25...30 частей). Из них, наиболее эффективными признаны пропионовая кислота и концентрат КНМК.

В условиях сельского хозяйства указанными консервантами обрабатывают свежесобранное, предназначенное для кормовых целей, зерно (предварительно очищенное от высоковлажных примесей — частей стеблей, семян сорняков). Для хранения влажного и сырого зерна в течение года, используются следующие дозы внесения этих консервантов (даны в сравнении с дозами внесения 86 %-й муравьиной и 100 %-й уксусной кислот) (табл. 6.15).

Таблица 6.14 — **Наиболее распространенные консерванты, используемые за рубежом**

<i>Консервант и страна изготовителя</i>	<i>Состав консерванта</i>
Пропкорн (Англия); Люпрозил (ФРГ); Грейн сторер Р. (США); Сентри (США); Орто грейн (США)	Пропионовая кислота (100%)
Кемстор I (Канада, США)	Смесь пропионовой и азотной кислот (60:40)
Кемстор II (Канада, США)	Смесь пропионовой и уксусной кислот (80:20)
Грейн трит (США)	Смесь пропионовой, уксусной и других кислот
Нофо (Норвегия)	Муравьиная кислота (85 %)
АИВ-1 (Финляндия)	Смесь муравьиной и соляной кислот (25:75)
АИВ-2 (Финляндия)	Смесь муравьиной и фосфорной кислот (98:2)
АИВ-3 (Финляндия)	Смесь 85 %-й муравьиной кислоты, 37 %-го формальдегида и 10 %-й глюкозы (53:45:2)

Таблица 6.15 — **Норма внесения консервантов в зависимости от влажности зерна (% к массе зерна)**

Влажность зерна, %	Норма внесения, % к массе зерна			
	пропионовой кислоты	КНМК	муравьиной кислоты	уксусной кислоты
≤20	0,75	1,45	1,3	1,0
>20...25	1,0	1,8	1,5	1,25
>25...30	1,3	2,15	1,8	1,6
>30...35	1,7	2,5	2,05	1,9
>35...40	2,05	2,85	2,35	2,3

По зоотехническим условиям кормовое зерно, консервированное пропионовой кислотой и КНМК, можно (и желательно) скармливать животным

во влажном состоянии. Оно охотно ими поедается и лучше усваивается. Кроме того, как свидетельствует практика, затраты на химическое консервирование в среднем на 20 % ниже затрат на обработку и сушку зерна на зерноочистительно-сушильных комплексах.

Обработка пропионовой кислотой влажного зерна пшеницы и кукурузы, видовой состав поверхностной микрофлоры которых был представлен преимущественно плесневыми грибами родов *Penicillium* и *Aspergillus*, а также бактериями рода *Pseudomonas*, показала (табл. 6.16), что подавление жизнедеятельности плесневой и бактериальной микрофлоры возрастает с увеличением дозы консерванта. При этом в большей степени погибают плесени родов *Mucor*, *Cladosporium* и *Alternaria*, бактерии рода *Pseudomonas*.

Таблица 6.16 — Изменение количественного состава микрофлоры влажного зерна пшеницы и кукурузы, консервированных пропионовой кислотой (пк)

Образец	Количество микроорганизмов, клеток / г сырья при длительности хранения, сут					
	1	7	14	20	30	60
Пшеница						
Контроль	16·10 ⁴ *	30·10 ⁴ *	10·10 ⁵ *	Снят с хранения		
	30·10 ⁵ **	10·10 ⁵ **	19·10 ⁵ **			
Доза пк = 0,1 %	10·10 ⁴ *	8·10 ⁴ *	5·10 ⁴ *	32·10 ³ *	26·10 ³ *	20·10 ³ *
	22·10 ⁴ **	20·10 ⁴ **	17·10 ⁴ **	13·10 ⁴ **	10·10 ⁴ **	6·10 ⁴ **
Доза пк=0,5 %	8·10 ⁴ *	5·10 ⁴ *	1·10 ⁴ *	28·10 ³ *	20·10 ³ *	16·10 ³ *
	18·10 ⁴ **	15·10 ⁴ **	10·10 ⁴ **	6·10 ⁴ **	2·10 ⁴ **	28·10 ³ **
Доза пк = 1,0 %	6·10 ⁴ *	4·10 ⁴ *	34·10 ³ *	26·10 ³ *	18·10 ³ *	13·10 ³ *
	15·10 ⁴ **	13·10 ⁴ **	8·10 ⁴ **	4·10 ³ **	1·10 ⁴ **	26·10 ³ **
Кукуруза						
Контроль	21·10 ⁴ *	24·10 ⁴ *	4·10 ⁵ *	Снят с хранения		
	4·10 ⁵ **	8·10 ⁵ **	11·10 ⁵ **			
Доза пк = 0,1 %	19·10 ⁴ *	16·10 ⁴ *	20·10 ⁴ *	18·10 ⁴ *	15·10 ⁴ *	10·10 ⁴ *
	2·10 ⁵ **	3·10 ⁵ **	3·10 ⁵ **	2·10 ⁵ **	3·10 ⁵ **	1·10 ⁵ **
Доза пк = 0,5 %	16·10 ⁴ *	13·10 ⁴ *	10·10 ⁴ *	5·10 ⁴ *	17·10 ³ *	14·10 ³ *
	2·10 ⁵ **	2·10 ⁵ **	3·10 ⁵ **	1·10 ⁵ **	10·10 ⁴ **	9·10 ⁴ **
Доза пк = 1,0 %	12·10 ⁴ *	10·10 ⁴ *	9·10 ⁴ *	7·10 ⁴ *	10·10 ³ *	8·10 ³ *
	20·10 ⁴ **	15·10 ⁴ **	13·10 ⁴ **	10·10 ⁴ **	6·10 ⁴ **	2·10 ³ **

Примечания: * плесневые грибы; ** бактерии.

Консерванты для обработки зерна продовольственного назначения. За рубежом, для консервирования зерна продовольственного назначения, имеющего влажность ниже критической, используют те же консерванты, что и для хранения кормового зерна. Единственное отличие — более низкие дозы внесения консервантов — 0,3...1,0 %. И тем не менее считается, что подобные дозы слишком велики и являются результатом несовершенства технологий и устройств для внесения их в зерновую массу капельно-жидким способом.

В России в качестве консервантов продовольственного зерна, с целью создания условий для безопасного длительного хранения, исключаящего

возможность развития зерновых вредителей, используют пестициды, в числе которых карбофос, препарат 242 (а до недавнего времени и некоторые дусты). Используемые в малых концентрациях они не влияют на продовольственные достоинства зерна, хорошо удерживаются в зерновой массе и предотвращают развитие вредителей. Правда, использование препарата 242 связано с необходимостью наличия герметичных силосов. Кроме того, зерно, направляемое в переработку, подвергается обязательному контролю с целью выявления остаточного содержания пестицидов.

Использование пропионовой кислоты для обработки зерна продовольственного назначения ограничивалось из-за несовершенства капельно-жидкого способа внесения ее в зерновую массу и, как следствие, неравномерного распределения этого консерванта в зерновой массе, приводящего к диффузии его внутрь отдельных зерновок, к снижению их жизнеспособности, к сравнительно высокому остаточному содержанию пропионовой кислоты в готовой продукции.

Использование специального устройства для перевода жидкой пропионовой кислоты в состояние тонкодисперсного аэрозоля, пара или парогаса и введения их в зерновую массу, перемещаемую в виде дождя противотоком к движению консерванта дает, в сравнении с капельно-жидким способом, следующие преимущества: повышается равномерность обработки зерна консервантом, что практически исключает возможность возникновения очагов самосогревания, поскольку даже незначительные участки зерновой массы, не обработанные консервантом, могут стать причиной самосогревания; сокращается расход консерванта в 2...10 раз — до 0,3...0,01 % к массе зерна, при одновременном повышении эффективности его действия; уменьшается остаточное количество консерванта в зерне и готовой продукции; консервированное зерно не вызывает заметной коррозии металлических конструкций зернохранилищ и оборудования.

Исследованиями установлено, что обработка аэрозолем пропионовой кислоты зерна риса влажностью 15,0...16,5 % обеспечивает максимальный выход крупы и целого ядра за счет меньшей трещиноватости и более высокой вязкости эндосперма. Зерно риса, предназначенное к переработке, можно хранить в железобетонном силосе элеватора при влажности 16,5 % в течение 6 мес. и перерабатывать его в крупу без сушки. Исследованиями также установлено ингибирующее действие пропионовой кислоты на деструктивные процессы, происходящие в хранящихся комбикормах, приготовленных с использованием консервированного зернового сырья и продуктов его переработки (хранившегося после консервации в течение двух месяцев). При этом в комбикорме практически не меняется количественное содержание питательных веществ. Гидролитические и окислительно-восстановительные процессы протекают значительно медленнее, чем в контрольных образцах (в последних, за 60 сут. хранения кислотное число жира возросло под действием липазы в 1,4 раза, а перекисное число, под действием липоксигеназы — в 1,8 раза). Количество плесневой и бактериальной микрофлоры за 3 мес хранения уменьшилось в 2,0...2,3 раза, в сравнении с исходным. Все это дает основа-

ние для стабильного хранения подобного комбикорма в течение 3 мес.

Консерванты для обработки зерна семенного назначения. Консервация зерна органическими кислотами приводит к снижению его всхожести. Несмотря на то, что это явление в меньшей мере проявляется в зерне невысокой влажности, консервировать семенное зерно органическими кислотами (в т.ч. пропионовой) не принято. Химическое консервирование (протравливание) семенного материала направлено на защиту семян от развития фитопатогенной микрофлоры (различных видов головни, фузариозов, гельминтоспориозов и т.д.), от плесневения и развития субэпидермальной микрофлоры, от клещей и насекомых. Для этого используют фосфорорганические пестициды: карбофос, метилнитрафос, ДДВФ, при норме расхода в пределах 0,0008...0,0015 %. Указанные пестициды вводят в зерновую массу в виде эмульсий, при разбавлении водой в соотношении: 0,5 л воды на 1 т зерна. Неплохие результаты в борьбе с бактериями, плесенями хранения и почвенной микрофлорой дает использование гранозана, меркурана, тетраметилтиурамдисульфида (ТМТД). Для протравливания семян кукурузы используется комбинированный препарат инсектофунгицидного действия фентиурам — красно-бурый или желто-бурый порошок, содержащий 40 % ТМТД, 10 % ТХФМ (трихлорфенолята меди), 15 % гамма-изомера ГХЦГ (гексахлорциклогексана), 5 % сульфитно-спиртовой барды (ССБ), 0,5 % прилипателя (ОП-7 или ОП-10), 5 % аэросила (способствует уменьшению слеживаемости препарата в период хранения), 24,5 % наполнителя (каолина).

Консерванты для обработки зерновых масс при развитии в них процесса самосогревания. Химическое консервирование в этом случае направлено на подавление жизнедеятельности микрофлоры, зерновых вредителей и самого зерна. Исследованиями и практикой установлен положительный эффект от применения препарата 242: им можно ликвидировать процесс самосогревания. Другие фумиганты, обычно используемые для дезинсекции зерна (дихлорэтан, бромистый метил и др.) не дают достаточного воздействия на микрофлору зерновых масс.

6.4.3 Техника для химического консервирования зерна

Капельно-жидкий способ введения в зерновую массу консерванта. Для этого способа используются установка ХКЗС-10, агрегат АПЗ-10 и комплекс оборудования КПС-10.

Установка ХКЗС-10 (рис. 6.24) предназначена для консервирования влажного зерна. Изготовлена в виде бункера, в верхней части которого размещается форсунка 5 с питающим насосом 6. В нижней части установки размещен механизм выгрузки обработанного зерна 2. Работает установка следующим образом. Подаваемое в бункер норией 8 и питательным шнеком 7 зерно смачивается консервантом, распыленным форсункой 5, и падает вниз. Размещенный в верхней части бункера датчик уровня 4, при достижении зерном определенного уровня, включает разгрузочный механизм 2. Выводимое из установки зерно шнеком 1 и норией 3 направляется в хранилище. Контроль расхода консерванта осуществляется при помощи ротаметра.

Агрегат АПЗ-10 (рис. 6.25) предназначен для протравливания семян зерновых, зернобобовых и технических культур на поточных линиях.

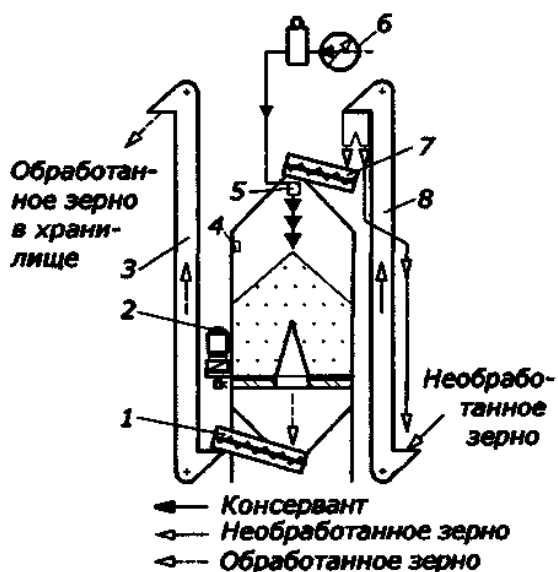


Рисунок 6.24 — Технологическая схема обработки зерна консервантами на установке ХКЗС-10

Состоит из установки для приготовления суспензии, аппарата протравливания, пульта управления.

На этапе приготовления суспензии в нижнее отделение резервуара 1 через вентиль 2 поступает вода из водопровода. Сюда же из загрузочного лотка 22 — препарат фентиурам, или (при его отсутствии) сульфитно-спиртовая барда и ядохимикат, а из мерного цилиндра 6 — этиленгликоль. Отсасываемый из нижнего отделения резервуара воздух подвергается мокрой очистке в воздухоочистительном устройстве 4 и удаляется наружу через вытяжную трубу 3.

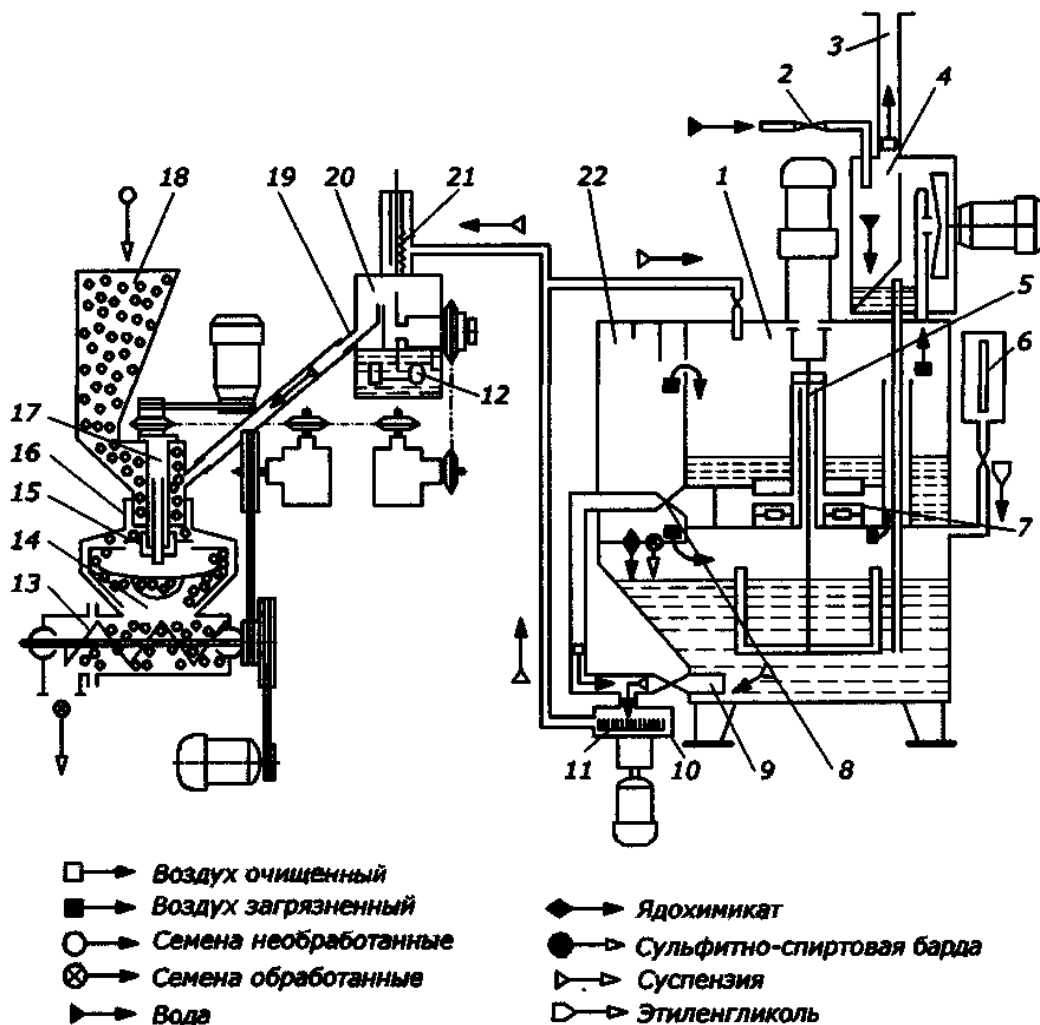


Рисунок 6.25 — Технологическая схема агрегата АПЗ-10 для протравливания зерна

В нижнем отделении резервуара вода и фентиурам (или сульфитно-спиртовая барда, ядохимикат и этиленгликоль) перемешиваются мешалкой 5. Затем, пройдя через фильтр 9 и вентиль 10 готовая суспензия насосом 11 перекачивается в верхнее отделение.

По сигналу поплавка 12 подогретая электронагревателем 7 суспензия подается насосом через вентиль 8 и клапан 21 в дозатор 20. Семена поступают в бункер 18, а затем по телескопическому стакану 16 попадают на диск 15, равномерно распределяющий их по всему периметру камеры 14. В камере семена встречаются с потоком распыленной суспензии, поступающей из дозатора 20 на распыливающий диск распределителя 17. В этот момент семена протравливаются. Подачу суспензии на распылитель контролирует датчик 19. Протравленные семена шнеком 13 выводятся из аппарата на транспортные средства поточной линии.

Производительность агрегата для протравливания регулируют, изменяя зазор между распыливающим диском и телескопическим стаканом горловины загрузочного бункера.

Комплекс оборудования КПС-10 (рис. 6.26) предназначен для протравливания зерновых и бобовых культур. Комплекс состоит из аппарата 1 для протравливания (основными рабочими органами которого являются распылитель с двумя соосно расположенными дисками и насос-дозатор), шнека 12 для транспортирования обработанных семян в накопительный бункер 10, измельчителя 6 пленкообразующего препарата, бака-накопителя 9,

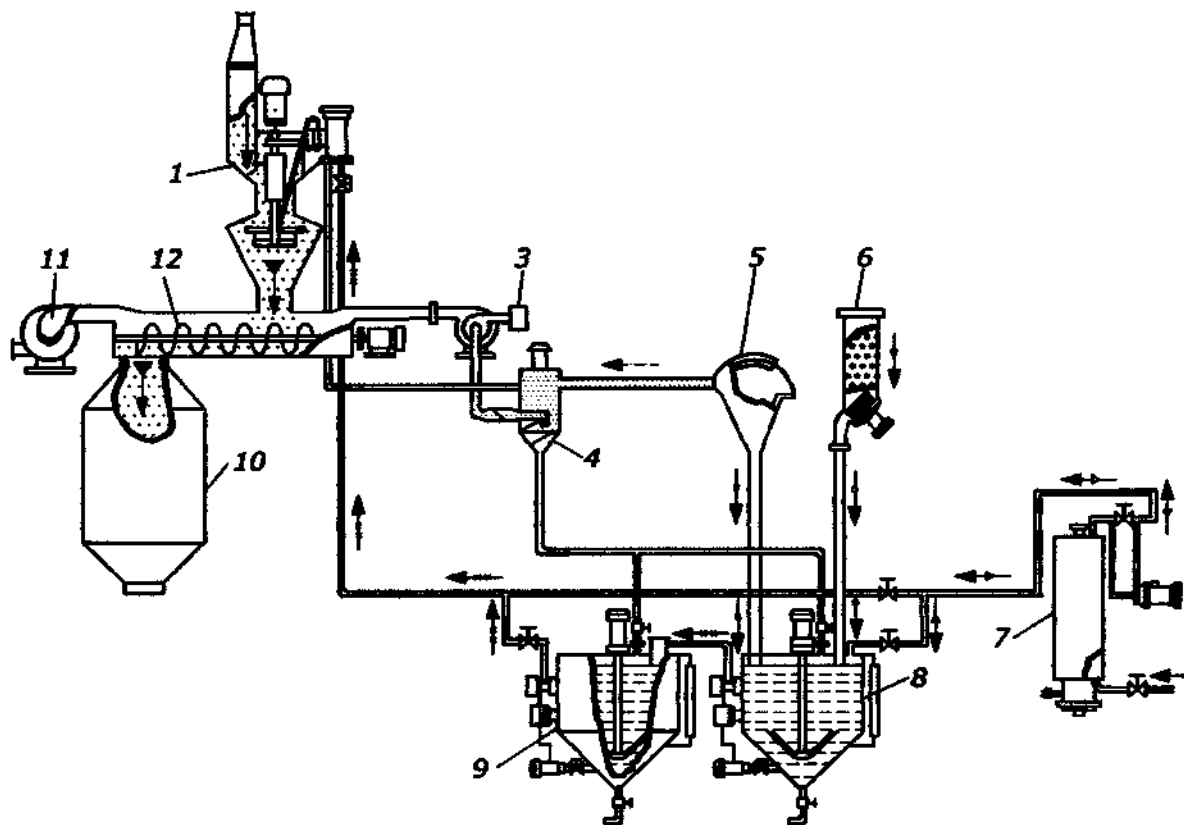


Рисунок 6.26 — Комплекс оборудования КПС-10 для протравливания семян

двух поочередно работающих баков-смесителей 8 периодического действия, устройства 5 для загрузки сухих ядохимикатов в бак-смеситель, электрокалорифера 3, электроводонагревателя 7, воздухоочистительного устройства 4, бункеров соответственно для непротравленных 2 и протравленных 10 семян. Пленкообразующий препарат небольшими порциями загружается в емкость измельчителя 6, прижимается грузом и при включении привода электродвигателя измельчается. Измельченный продукт попадает в бак-смеситель 8, куда одновременно с ним через обеспыливаемое загрузочное устройство 5 подается ядохимикат, а из электроводонагревателя 7 теплая вода. Готовая суспензия поступает в бак-накопитель 9, а из него по трубопроводу с помощью насоса-дозатора — на нижний диск распылителя аппарата для протравливания. Одновременно из вышерасположенного бункера 2 подлежащие обработке семена подаются на верхний диск распылителя, который равномерно распределяет их по всему периметру камеры аппарата, где они встречаются с потоком суспензии. Далее обработанные и подсушенные теплым воздухом, подаваемым от электрокалорифера 3 за счет создаваемого вентилятором 11 разрежения, семена шнеком 12 выводятся из аппарата для протравливания и подаются в бункер 10. Выходящий из устройства для загрузки ядохимикатов 5 запыленный воздух поступает в воздухоочистительное устройство 4, где от него отделяется основная масса пылевидных частиц ядохимиката, которая затем поступает в бак-смеситель 8. Неотделившиеся от воздуха частицы ядохимиката попадают за счет разрежения в шнек 12 и выводятся из него вместе с обработанным зерном.

Аэрозольный способ ввода консерванта в зерновую массу. Для этого способа используется установка (рис. 6.27), монтируемая над силосом на станине 9.

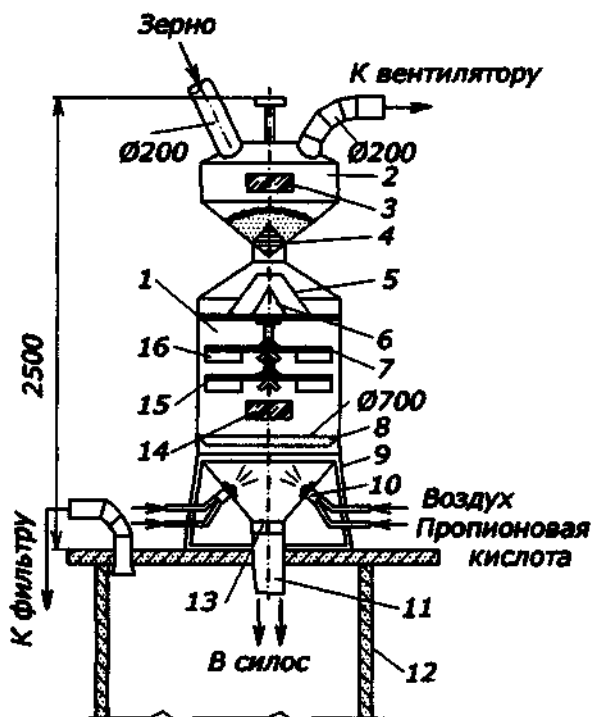


Рисунок 6.27 — Установка для консервирования зерна аэрозольным способом

Подлежащее обработке зерно из загрузочного устройства 2 проходит через дозатор 4. При этом примерно 1/3 зерна поступает в верхнее отверстие усеченного конуса 5 рассекателя и через него на внутренний конус 6 рассекателя. Другая треть зерна проваливается через боковые отверстия, расположенные в поверхностях конусов 5 и 6, а оставшаяся часть сползает по поверхности конусов.

Все зерно, прошедшее через рассекатель, попадает в рабочую камеру 1 вначале на верхнюю 7, а затем на нижнюю 15 решетки, что способствует более равномерному распределению зерна. При этом решетки вращаются под действием кинетиче-

ской энергии зерна, которое после прохода через отверстия решеток 7 и 15 скользит по наклонным пластинам 16, составляющим единое целое с каждой из решеток.

Ударяясь о решетки, падающие зерновки замедляют свое движение, увеличивая время контакта с аэрозолем консерванта, поступающим из четырех форсунок 12 и равномерно распределяются по всему сечению рабочей камеры, что обеспечивает движение зерна не в виде сплошного потока, а в виде «дождя» и создает условия для хорошего контакта каждой зерновки в противотоке с тонко распыленным аэрозолем консерванта.

Для создания давления воздуха, подаваемого в форсунки, используется компрессор с ресивером, редукционным вентилем и манометром. Запас жидкого консерванта находится в мерной емкости вместимостью 20 л. Вытесняемый из установки поступающим зерном воздух, содержащий пары консерванта, проходит через водяной фильтр и в чистом виде выводится в атмосферу.

Контрольные вопросы и задания

1. Какова сущность и в чем задачи очистки зерна? 2. Перечислите характерные отличительные признаки компонентов зерновых смесей, используемые для очистки зерна от примесей. 3. Какие рабочие органы зерноочистительных машин используются для разделения смесей по следующим признакам: по геометрической характеристике, по аэродинамическим свойствам, по плотности, по магнитным свойствам. 5. В чем задачи и значение сушки зерна? 6. Дайте определение и характеристику термоустойчивости зерна. 7. Опишите характерные особенности сушки зерна при различном состоянии слоя. 8. В чем сущность и задачи активного вентилирования зерновых масс? 9. Дайте классификацию установок активного вентилирования зерна по следующим признакам: в зависимости от типа хранилища; в зависимости от варианта исполнения. 10. В чем характерные особенности установок для вентилирования зерна: в складах с горизонтальными полами; в складах с наклонными полами; в силосах элеваторов; в металлических силосах; в вентилируемых бункерах? 11. Опишите порядок прогнозирования продолжительности безопасного хранения (без вентилирования) свежееубранного зерна; от каких факторов она зависит?. 12. Опишите порядок определения возможности вентилирования зерна. 13. Обоснуйте целесообразность (или нецелесообразность) вентилирования зерна овса с температурой 20°C и влажностью 18% при следующих параметрах атмосферного воздуха: температура 10°C , относительная влажность 75%. 14. Что лежит в основе расчета необходимого расхода воздуха и продолжительности вентилирования для снижения температуры зерна? 15. Какими способами при вентилировании устраняют влияние повышенной влажности зер-

на? 16. Какие холодильные установки используются при активном вентилировании зерна искусственно охлажденным воздухом? 17. В чем особенности режимов вентилирования искусственно охлажденным воздухом зерна различной влажности и температуры? 18. Перечислите характерные отличительные признаки технологии активного вентилирования просушенного и неохлажденного в сушилке зерна. 19. Перечислите пути повышения эффективности охлаждения просушенного зерна на установках активного вентилирования. 20. Охарактеризуйте особенности технологии активного вентилирования зерна подогретым воздухом; как определить необходимую степень подогрева воздуха? 21. В чем задачи и значение химического консервирования зерна? 22. Дайте краткую характеристику основных консервантов зерновых масс; перечислите возможные сферы их использования. 23. Осветите конструктивные особенности техники для капельно-жидкого и аэрозольного нанесения консерванта на поверхность отдельных зерновок.

Глава 7

Борьба с вредителями хлебных запасов

В России разработан комплекс мероприятий, своевременное и правильное проведение которых с учетом особенностей физиологии вредителей, гарантирует сохранность зерна и продуктов его переработки, исключает возможность угрожающего размножения и распространения вредителей.

7.1. Вероятные объекты заражения и методы выявления их зараженности насекомыми и клещами

Непосредственно на предприятиях, деятельность которых связана с хранением и переработкой зерна, вероятными объектами заражения вредителями хлебных запасов могут быть: зерно и продукты его переработки (в т.ч. комбикорма и комбикормовое сырье); отходы очистки и переработки зерна; оборудование и производственные помещения, используемые для хранения, обработки и переработки зерна; тара; транспортные средства, используемые для перемещения зерна и продуктов его переработки внутри предприятия (конвейеры, электропогрузчики, мотовозы, автомобили и пр.); территория предприятия. Внешними объектами заражения могут быть транспортные средства, используемые для перевозок зерна и продуктов его переработки по железнодорожным, водным и автомобильным путям (вагоны, суда, автомобили и пр.).

Широкий диапазон возможных объектов заражения обязывает проводить их комплексное обследование в период подготовки к приемке зерна нового урожая; в остальное время года обследование отдельных объектов проводят в сроки, рекомендуемые действующей Инструкцией по борьбе с вредителями хлебных запасов. В частности, в обязательном порядке подлежат обследованию на зараженность все принимаемые и отгружаемые партии зерна и продуктов его переработки, а также соответствующие хранилища и прилегающие к ним территории. Систематическую проверку этих объектов следует проводить через 5...20 дней (при температурах от 20 до 5 °С и ниже); некоторое исключение составляет проверка продовольственного и кормового зерна — один раз в месяц при температуре ниже 5 °С, муки и крупы — один раз в месяц при температуре 10 °С и ниже, для продовольственно-кормовой кукурузы в початках — не реже двух раз в месяц, независимо от температуры.

Вредоносность вредителей хлебных запасов послужила основанием для введения в нормативные документы следующих двух показателей состояния зерна и продуктов его переработки:

зараженность — определяется наличием живых насекомых и клещей; является технологическим показателем, используемым для характеристики стойкости продуктов при хранении и возможности дальнейшей их порчи; для зерна оценку этого показателя проводят в соответствии с ГОСТ 13586.6-93 Зерно. Методы определения зараженности вредителями;

загрязненность — определяется наличием живых и мертвых насекомых и клещей; является показателем, используемым для характеристики гигие-

ничности и безопасности, пригодности зерна и продуктов его переработки для продовольственных целей; оценку этого показателя, введенного в нормативный документ «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы» (СанПиН 2.3.2.1078-01) с учетом дополнений и изменений СанПиН 2.3.2.1280-03 проводят в соответствии с утвержденным Росгосхлебинспекцией 18.10.96 г. документом «Методы определения загрязненности вредителями зерна, семян зернобобовых культур, крупы, муки и отрубей».

Зараженность (или загрязненность) оценивают величиной суммарной плотности зараженности (или загрязненности) — СПЗ. При подсчете СПЗ за условную единицу принят эквивалент вредоносности одного жука рисового долгоносика, являющегося самым распространенным вредителем зерна. Коэффициенты вредоносности остальных вредителей представляют количественную долю вреда каждого из них по отношению к вреду рисового долгоносика. Таким образом, СПЗ оценивается в сравнимых единицах — количестве экземпляров рисового долгоносика в 1 кг зерна (экз / кг) и рассчитывается по формуле:

$$\text{СПЗ} = \sum P_{\text{в}} K_{\text{в}},$$

где $P_{\text{в}}$ — средняя плотность зараженности (или загрязненности) каждым (конкретным) видом вредителя, экз / кг;

$K_{\text{в}}$ — коэффициент вредоносности вредителя (табл. 7.1).

Таблица 7.1 — Коэффициенты вредоносности $K_{\text{в}}$ вредителей хлебных запасов

Вредители	$K_{\text{в}}$	Вредители	$K_{\text{в}}$
Зерновой точильщик	1,7	Мучные хрущаки, притворяшки, кожееды	0,4
Амбарный долгоносик	1,5	Мукоеды, грибоеды	0,3
Гусеницы зерновой моли и других бабочек, мавританская козявка	1,1	Блестянки, скрытники, скрытноеды	0,2
		Сеноеды	0,1
Рисовый долгоносик	1,0	Хлебные клещи	0,05

В зависимости от размера СПЗ различают пять степеней зараженности зерна (табл. 7.2).

Согласно СанПиН 2.3.2.1280-03 допустимая загрязненность вредителями хлебных запасов (насекомыми и клещами) зерна продовольственного определена на уровне 15 экз / кг по СПЗ, т.е. соответствует III-й степени зараженности. В семенах зернобобовых культур, муке и крупе, согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 загрязненность и зараженность не допускаются.

При СПЗ, находящемся на уровне: >15...90, зерно допускается использовать на продовольственные цели при условии подсортировки к нему чистого от вредителей зерна и доведения количества вредителей до максимально допустимого уровня МДУ = 15 экз / кг. Количество загрязненного выше МДУ зерна A (%), с показателем СПЗ_ф, которое необходимо смешать с незагрязненным, можно определить из соотношения:

$$\text{СПЗ}_{\phi} A = \text{МДУ} \cdot 100,$$

откуда, при МДУ = 15

$$A = 1500 / \text{СПЗ}_{\phi}.$$

Таблица 7.2 — Степень зараженности зерна вредителями хлебных запасов

Степень	СПЗ, экз/кг	Потери в расчете на 1000 т зерна, т		Обоснование целесообразности использования
		зерна	недомола муки	
I	≤1	0,34	0,4	Стоимость потерь зерна меньше стоимости дезинсекции; целесообразен прогноз численности вредителей
II	>1...3	1,0	1,2	Стоимость потерь зерна соизмерима со стоимостью дезинсекции
III	>3...15	5,0	6,0	Стоимость потерь зерна больше стоимости дезинсекции; зерно допускается для прямого использования на продовольственные цели
IV	>15...90	30,0	36,0	Зерно допускается использовать на продовольственные цели только после подсортировки незараженного зерна
V	>90	Непродовольственное зерно		Зерно нельзя использовать на продовольственные цели

В соответствии с Инструкцией по борьбе с вредителями, зараженность объектов определяют осмотром их и анализом образцов, отбираемых от зерна, комбикормового сырья и продукции, а также просыпей, сметок, органических остатков и т.п., собираемых в ходе обследования в различных местах помещений, в оборудовании и на территории. При проверке транспортных средств осматривают внутренние и наружные поверхности кузовов, вагонов, в судах – стенки трюмов, палубу и наружные стены надпалубных построек, анализируют собранные в процессе обследования просыпи и сметки. Присутствие насекомых в зерне устанавливается с помощью устройства У1-УЗН, предназначенного для обнаружения и контроля его зараженности без отбора проб.

В комплект устройства У1-УЗН входят футляр, 14 ловушек, штанга с обоймой и два пеналов с 14 накопителями.

Ловушка (рис. 7.1) представляет собой полый цилиндр с перфорированной зоной улавливания, через которую насекомые, привлекаемые приманкой, попадают в съемный накопитель ловушки. Внутри корпуса ловушки размещается воронка с кольцевыми выступами, препятствующими уходу вредителей из накопителя. К верхней части ловушки — защитному торцу, прикреплен шнур, с помощью которого ловушку извлекают из насыпи зерна.

Съемные накопители состоят из двух частей, одна из которых служит для сбора насекомых, а другая — для размещения приманки. Части сообщаются между собой через сетчатую перегородку. Приманка представляет собой смесь пшеничного шрота и строительного гипса в соотношении 1:1 по

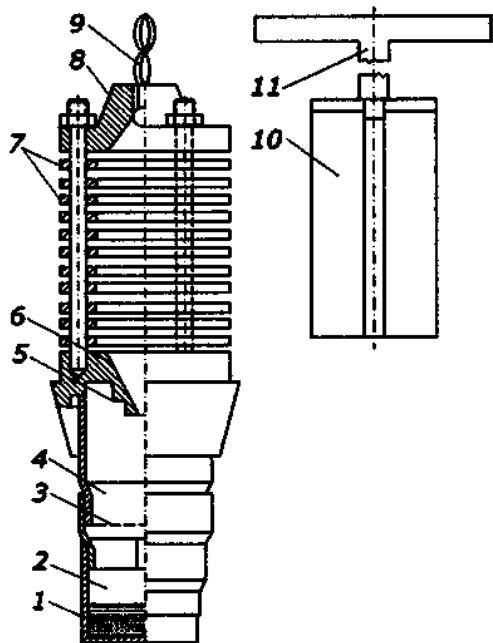


Рисунок 7.1 — Ловушка для обнаружения насекомых и клещей в хлебных запасах:

1 — приманка; 2 — ячейка; 3 — сетчатая перегородка; 4 — накопитель; 5, 7 — отражатели; 6 — воронка; 8 — защитный торец; 9 — шнур; 10 — защитная обойма; 11 — штанга

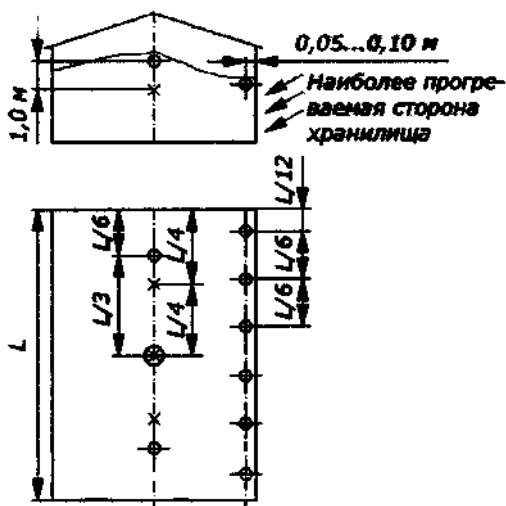


Рисунок 7.2 — Схема размещения ловушек:

⊗ — вдоль продольной оси хранилища в верхнем поверхностном слое; ⊕ — у наиболее прогреваемой продольной стены в верхнем поверхностном слое; × — вдоль продольной оси хранилища на глубине около 1,0 м

массе.

Пеналы служат для транспортировки накопителей в лабораторию и представляют собой полые цилиндры, закрываемые крышкой. Внутри каждого пенала размещаются совмещаемые друг с другом 7 накопителей, 6 из которых рабочие, а 7-й служит крышкой и является запасным.

Штанга составлена из двух частей и ручки. К штанге крепится обойма, служащая для погружения ловушек в зерновую массу.

В каждом (полностью или частично загруженном) складе независимо от массы исследуемого зерна, занимаемой им площади и высоты насыпи размещают по 12 ловушек (рис. 7.2), в том числе: 6 — равномерно вдоль наиболее прогреваемой продольной стены склада в верхний поверхностный слой (чтобы из зерна виднелся только защитный торец) на расстоянии 5...10 см от стены; 3 — равномерно вдоль продольной оси склада в верхний поверхностный слой; 3 — равномерно вдоль продольной оси склада на глубине около 1,0 м с помощью штанги и обоймы.

Продолжительность пребывания ловушки в зерновой массе зависит от ее температуры: 10 сут — при температуре выше 15 °С, 15 сут — при температуре 5...15 °С. При температуре зерна ниже 5 °С ловушки в зерновой массе не размещают.

По истечении указанных сроков ловушки извлекают из зерна, накопители и приманку заменяют запасными, и ловушки снова устанавливают в зерне. Из накопителей, извлеченных из ловушек, высыпают в лаборатории на разборную доску содержимое и

определяют присутствие насекомых.

Пример 7.1. В зерноскладе хранится партия зерна. В соответствии с ГОСТ 13586.6-93 в шести секциях склада отобрано шесть (N) средних проб зерна массой (M) по 2,0 кг каждая. В этих пробах обнаружено (n): жуков рисового долгоносика 3, 3, 4, 5, 4 и 1 экз., жуков зерно-вого точильщика 2, 3, 3, 4, 3 и 1 экз., жуков суринамского мукоеда 4, 6, 2, 6, 3 и 3 экз. соответственно в каждой секции зерновой насыпи.

Необходимо определить суммарную плотность зараженности зерна вредителями хлебных запасов.

Рассчитаем среднюю плотность зараженности зерна каждым видом вредителя (экз / кг) по формуле

$$P_{\text{в}} = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6) / (M \cdot N).$$

В частности, для рисового долгоносика

$$P_{\text{в1}} = (3 + 3 + 4 + 5 + 4 + 1) / (2 \cdot 6) = 1,7.$$

для зернового точильщика

$$P_{\text{в2}} = (2 + 3 + 3 + 4 + 3 + 1) / (2 \cdot 6) = 1,3.$$

для суринамского мукоеда

$$P_{\text{в3}} = (4 + 6 + 2 + 6 + 3 + 3) / (2 \cdot 6) = 2,0.$$

Затем рассчитаем суммарную плотность зараженности с учетом коэффициентов вредоносности $K_{\text{в}}$ каждого вида вредителей:

$$\begin{aligned} \text{СПЗ}_{\Sigma} &= P_{\text{в1}} K_{\text{в1}} + P_{\text{в2}} K_{\text{в2}} + P_{\text{в3}} K_{\text{в3}} = 1,7 \cdot 1,0 + 1,3 \cdot 1,7 + 2,0 \cdot 0,3 = \\ &= 1,7 + 2,2 + 0,6 = 4,5 \text{ экз / кг.} \end{aligned}$$

Полученное значение СПЗ_{Σ} соответствует III-й степени зараженности (табл. 10.2) и не превышает максимально допустимого уровня МДУ = 15 экз / кг. Следовательно, данную партию зерна можно использовать на продовольственные цели без ограничений, в т.ч. без подсортировки.

Пример 7.2. От партии зерна отобраны три средние пробы массой по 2,0 кг каждая. В пробах установлена средняя плотность зараженности зерна (экз / кг): рисовым долгоносиком $P_{\text{в1}}=4,5$, амбарным долгоносиком $P_{\text{в2}}=4,0$, зерновым точильщиком $P_{\text{в3}}=3,3$, булавоусым хрущакom $P_{\text{в4}}=3,0$, бархатистым грибоедом $P_{\text{в5}}=4,0$, сеноедами $P_{\text{в6}}=4,3$, хлебными клещами $P_{\text{в7}}=9,0$.

Суммарная плотность зараженности всеми видами вредителей с учетом их вредоносности (экз / кг)

$$\begin{aligned} \text{СПЗ}_{\Sigma} &= 4,5 \cdot 1,0 + 4,0 \cdot 1,5 + 3,3 \cdot 1,7 + 3,0 \cdot 0,4 + 4,0 \cdot 0,3 + 4,3 \cdot 0,1 + \\ &+ 9,0 \cdot 0,05 = 4,5 + 6,0 + 5,6 + 1,2 + 1,2 + 0,4 + 0,5 = 19,4 \text{ экз / кг.} \end{aligned}$$

Таким образом, СПЗ_{Σ} превышает МДУ = 15 экз / кг и одновременно не превышает 90 экз / кг. Следовательно, такое зерно (в количестве A , %) можно использовать на продовольственные цели с подсортировкой к нему незараженного зерна.

$$A = 15,0 \cdot 100 / 19,4 = 77,3 \text{ \%}.$$

Пример 7.3. Плотность зараженности партии зерна отдельными вредителями (с учетом коэффициентов их вредоносности) составляет (экз / кг): жуков рисового долгоносика $\text{СПЗ}_1 = 63,0$,

зернового точильщика $СПЗ_2 = 95,2$, булавоусого хрущака $СПЗ_3 = 64,8$.

Суммарная плотность зараженности всеми видами вредителей:

$$СПЗ_{\Sigma} = 63,0 + 95,2 + 64,8 = 224,0 \text{ экз / кг.}$$

Полученное значение $СПЗ_{\Sigma}$ соответствует V-й степени зараженности (см. табл. 7.2) т.е. превышает 90 экз / кг. Следовательно, данную партию зерна нельзя использовать на продовольственные цели даже с подсортировкой незараженного зерна.

На хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях, лицами, ответственными за проведение обследования объектов на зараженность вредителями хлебных запасов, являются заместитель директора по качеству и начальник производственно-технологической лаборатории.

7.2 Сущность и классификация мер борьбы с вредителями

Успех в борьбе с вредителями зерна и продуктов его переработки, осуществляемой с учетом их биологии, зависит не столько от работы по их истреблению, сколько от своевременности мероприятий по предотвращению заражения ими хлебных запасов и, как положительное следствие, — по предотвращению ухудшения их качества и потерь в массе.

Именно поэтому принципиальная система защиты хранящегося зерна от насекомых и клещей в зависимости от зон страны (расположенных в направлении с севера на юг) включает (рис. 7.3) комплекс карантинных, профилактических и истребительных мероприятий. Использование последнего, как правило, является неизбежным последствием несоблюдения мер профилактического характера.

7.3 Профилактические меры борьбы с вредителями

Первоначальное заражение зерна может произойти в поле, на токах, в хранилищах сельскохозяйственных производителей. А уже заражение объектов предприятий по хранению и переработке зерна — в результате поступления зараженных партий и не выявленных при обследовании отобранных от них проб.

В связи с этим первой и весьма ответственной обязанностью производителей зерна (и других промежуточных звеньев — до передачи зерна в хранилища хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий) является создание и соблюдение условий, препятствующих заражению вредителями зерна нового урожая при уборке, обработке на токах, временном хранении и перевозках.

В основу профилактических мер борьбы с вредителями хлебных запасов положены три важнейших правила: соблюдение санитарного состояния и правил приемки, размещения, хранения, переработки и перевозки зерна и продуктов его переработки; недопущение проникновения вредителей в места хранения и переработки зерна; создание условий, неблагоприятных для развития вредителей.

Профилактические мероприятия (см. рис. 7.3) должны начинаться до поступления зерна в зернохранилища — с подготовки технической базы к приемке зерна, очистки и дезинсекции зернохранилищ.

В период поступления зерно должно пройти очистку и сушку до влажности, соответствующей назначению зерна (см. табл. 5.1).

Охлаждение зерна следует проводить в два этапа: на первом — до температуры 20 °С, и на втором — до температуры нижнего температурного порога развития насекомых (табл. 7.3).

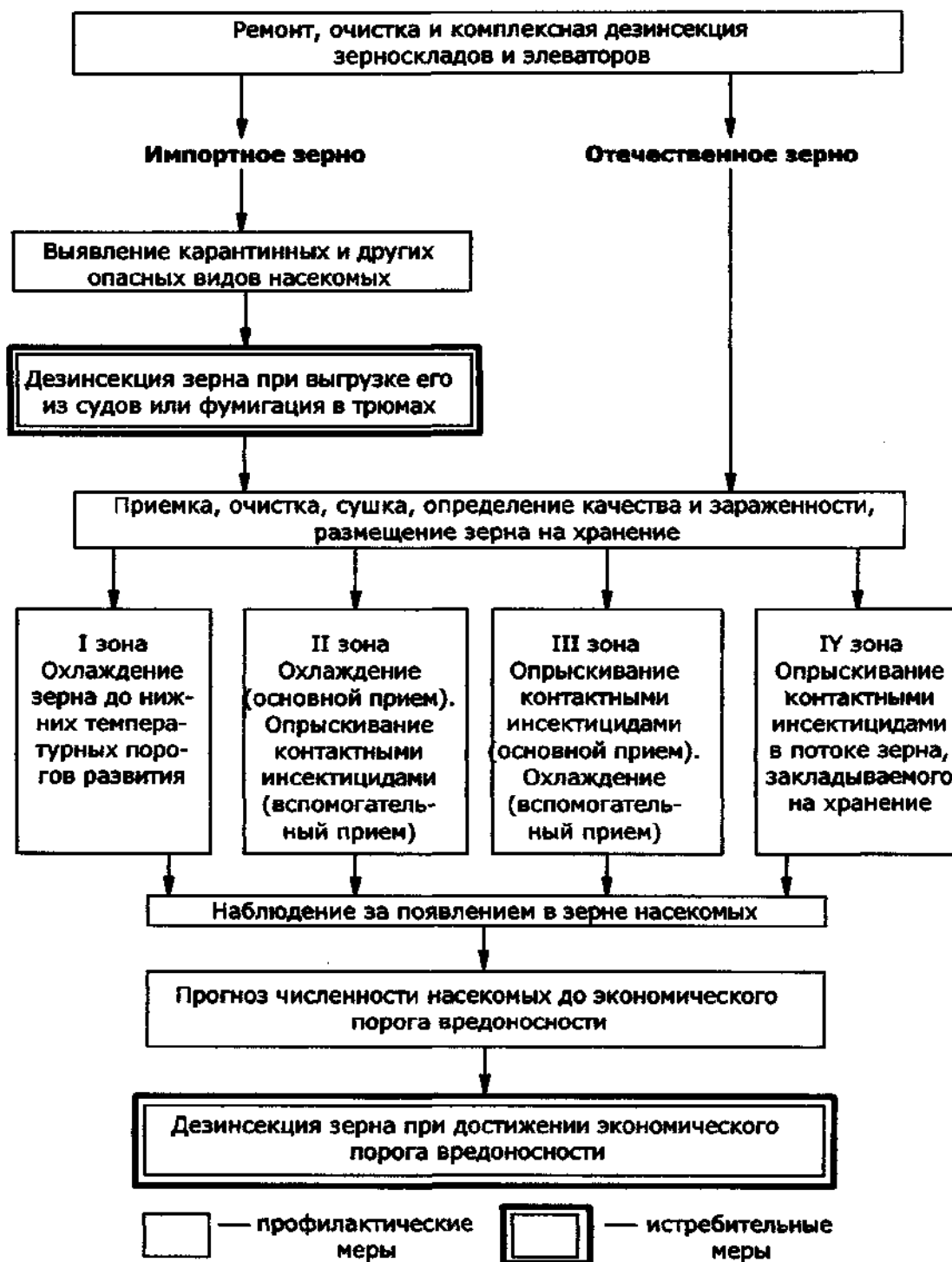


Рисунок 7.3 — Принципиальная схема системы защиты хранящегося зерна от насекомых

В зерне, охлажденном до нижних температурных порогов развития, не происходит увеличения численности насекомых, и они постепенно вымирают. В таких условиях зерно допускается хранить без дезинсекции.

Охлаждение зерна должно являться основным мероприятием по защите его от вредителей в I (северной) зоне страны, где во время уборки зерна и в период хранения всегда есть условия для осуществления этого мероприятия. Это мероприятие является основным и во II зоне, включающей Белгородскую, Воронежскую, Курганскую, Курскую, Оренбургскую и Саратовскую области.

В III зоне, включающей Астраханскую, Волгоградскую, Донецкую, Ростовскую, Уральскую области, республики Адыгею, Дагестан, Калмыкию, Карачаево-Черкессию, Аланию-Северную Осетию, Ингушетию, Краснодарский и Ставропольский края, практически невозможно проводить охлаждение зерна в период его приемки с полей, т.к. температура воздуха в это время выше 20 °С. Но в процессе хранения (глубокой осенью и зимой) охлаждение зерна рассматривается как дополнительная мера защиты зерна от насекомых.

Таблица 7.3 — Нижние температурные пороги развития и продолжительность жизни основных видов насекомых

Виды вредителей*	Тепловая константа K , °С·сут	Нижний температурный порог развития θ , °С	Продолжительность жизни T^{**} , сут, при температуре t , °С							
			12	15	17	20	22	25	27	30
Долгоносик:										
амбарный	672	10,2	373	140	99	69	57	45	40	34
рисовый	463	13,5	—	309	132	71	54	40	34	28
Огневка:										
зерновая	696	10,4	435	151	105	73	60	48	42	36
мельничная	634	10,7	488	147	101	68	56	44	39	33
южная	355	14,3	—	507	131	62	46	33	28	23
Зерновая моль	507	12,6	—	211	115	69	54	41	35	29
Хрущак:										
малый мучной	569	14,8	—	—	259	109	79	56	47	37
булавоусый	462	15,2	—	—	257	96	68	47	39	31
Мукоед:										
суринамский	342	15,6	—	—	244	78	53	36	30	24
короткоусый	354	18,5	—	—	—	236	101	54	42	31
Зерновой точильщик	399	16,4	—	—	665	111	71	46	38	29

* Согласно Инструкции по борьбе с вредителями для клещей нижний температурный порог развития $\theta = 6$ °С;

** продолжительность жизни насекомого T (сут), при рассматриваемых температурных условиях t (°С), с учетом характерных для него тепловой константы K (°С·сут) и нижнего температурного порога развития θ (°С), определяется из выражения $T = K / (t - \theta)$.

Основным профилактическим мероприятием для III зоны и вспомогательным профилактическим мероприятием для II зоны является обработка (иначе, химическое консервирование) зерна инсектицидами контактного действия, остатки которых сохраняются на поверхности зерна в течение нескольких месяцев и защищают зерно от заражения вредителями.

В IV зоне (Среднеазиатские республики и Азербайджан) условия для охлаждения создаются лишь случайно, и в этой зоне необходимы другие мероприятия, например химическое консервирование.

Повседневное внимание должно уделяться санитарному состоянию не только помещений, но и территорий. Последние, должны быть хорошо спланированы, утрамбованы или заасфальтированы. На них запрещается размещение помещений для скота и птицы. Траву задерненных участков следует систематически выкашивать или уничтожать гербицидами.

Мусор с территории должен убираться регулярно. Для сбора мусора следует устраивать бетонированные или, с плотно подогнанными крышками, деревянные ящики, не проницаемые для мух и грызунов. Сметки следует удалять и уничтожать вне территории предприятия.

Для предупреждения проникновения крыс в помещения, следует заделывать металлической сеткой все входные отверстия каналов для вентилирования и окна, обить низ входных дверей стальными полосами шириной 30 см, забетонировать места ввода в здание водопроводных и канализационных труб, отопительной сети и электропроводки.

Употребление грызунами зернопродуктов связано с потребностью их в воде, поэтому устранение источников питья, либо доступа к воде, является хорошим средством, вынуждающим их покинуть территорию предприятия.

Перед входом в помещения, для предотвращения заноса в них насекомых и клещей, следует пользоваться скребками для очистки обуви и щетками для одежды; а если необходимо ходить по зерновым насыпям, следует использовать матерчатые чулки-бахилы.

Выделяющуюся при работе с партиями зерна и продуктами его переработки пыль следует систематически удалять, а полы подметать после каждой смены.

При проведении работ по очистке строительных конструкций помещений (например, балок, карнизов, стен, столбов и пр.), связанных с пылевыведением, зерно и продукты его переработки следует накрывать брезентами, которые, по завершении очистительных работ, следует осторожно снять с продукции и очистить вне помещения.

В чистом и незараженном состоянии должны содержаться зерноочистительные машины, зерносушилки, транспортирующее оборудование, складской и лабораторный инвентарь и пр.

Брезенты, мешки и другую тару следует хранить в специальных, изолированных от хранилищ, помещениях. Обязательным является также размещение зараженных продуктов отдельно от незараженных. Отходы также следует хранить в специальных местах и регулярно следить за их состоянием.

За санитарное состояние предприятия в целом отвечают директор, его заместитель по качеству, главный инженер и начальник производственно-технологической лаборатории; за состояние отдельных объектов — начальники производственных участков, заведующие складами и др.

Во исполнение комплекса карантинных мер*, таможенное оформление зерна и (или) продуктов его переработки, перемещаемых через таможенную границу Российской Федерации, может быть завершено только после осуществления государственного контроля за качеством зерна и (или) продуктов его переработки территориальным подразделением Россельхознадзора.

*Карантин (от итал. *quarantena*, от *quaranta giori* — сорок дней) растений — система государственных мероприятий, имеющих целью не допустить ввоз в страну из других государств опасных вредителей, злостных сорняков и возбудителей болезней растений, а в случае их заноса ликвидировать очаги этих вредителей, болезней, сорняков.

В случае поступления зерна, зараженного вредителями (а также возможно и с другими признаками некондиционности), государственным хлебным инспектором совместно с лицом, обладающим полномочиями в отношении груза (или его представителем), и другими заинтересованными лицами составляется акт, в котором указывается количество некондиционного зерна и признаки его некондиционности. Вопросы выгрузки и дальнейшего использования такого зерна рассматриваются и решаются Россельхознадзором в порядке, установленном действующим законодательством Российской Федерации.

При невозможности отбора проб, объективно представляющих всю партию зерна и (или) продуктов его переработки, государственный хлебный инспектор, по положительным результатам определения качества (и зараженности) по пробам, отобраным из доступных средств транспортного средства, проставляет на транспортном документе штамп: «Ввоз в Россию разрешен. Подлежит инспектированию Россельхознадзором в местах поступления».

Транзитные партии зерна и (или) продуктов его переработки, подлежащие перемещению под таможенным контролем между двумя таможенными органами Российской Федерации, с промежуточной перегрузкой в другие транспортные средства (например, из судна в вагоны, или наоборот), досматриваются представителями Россельхознадзора непосредственно в транспортных средствах на наличие зараженности вредителями.

Если зараженность вредителями не обнаружена, то на всю партию выдается сертификат, в котором в графе «Особые отметки» указывается: «Зараженность вредителями не обнаружена. Транзит».

При обнаружении живых вредителей в прибывающих в морские и речные порты судах, во избежание зараженности перевалочных средств в порту и вагонов, территориальный орган Россельхознадзора выдает предписание лицу, обладающему полномочиями в отношении транзитного груза (или его представителю) о проведении истребительных мероприятий непосредственно

в трюмах судна. После обработки груза проводится повторная проверка на наличие зараженности вредителями.

В случае обнаружении живых вредителей в прибывающих в морские и речные порты вагонах, во избежание зараженности складских емкостей и перевалочных средств в порту, территориальный орган Россельхознадзора выдает предписание лицу, обладающему полномочиями в отношении транзитного груза (или его представителю), либо о запрете выгрузки вагонов, либо о проведении истребительных мероприятий.

7.4 Истребительные меры борьбы с вредителями

7.4.1 Обоснование целесообразности применения истребительных мер

Прогноз численности насекомых и клещей. При выявлении I степени зараженности осуществляют прогноз времени, через которое при данных условиях зараженность зерна может перейти в III степень. Для этого сначала определяют коэффициент увеличения численности $K_{у.ч}$ по уравнению

$$K_{у.ч} = 3 / СПЗ_{ф},$$

где 3 — нижний предел СПЗ при III степени зараженности зерна, экз/кг;

СПЗ_ф — фактическая суммарная плотность заражения зерна данной партии, экз/кг.

Далее при помощи номограмм, приведенных на рис. 7.4, определяют

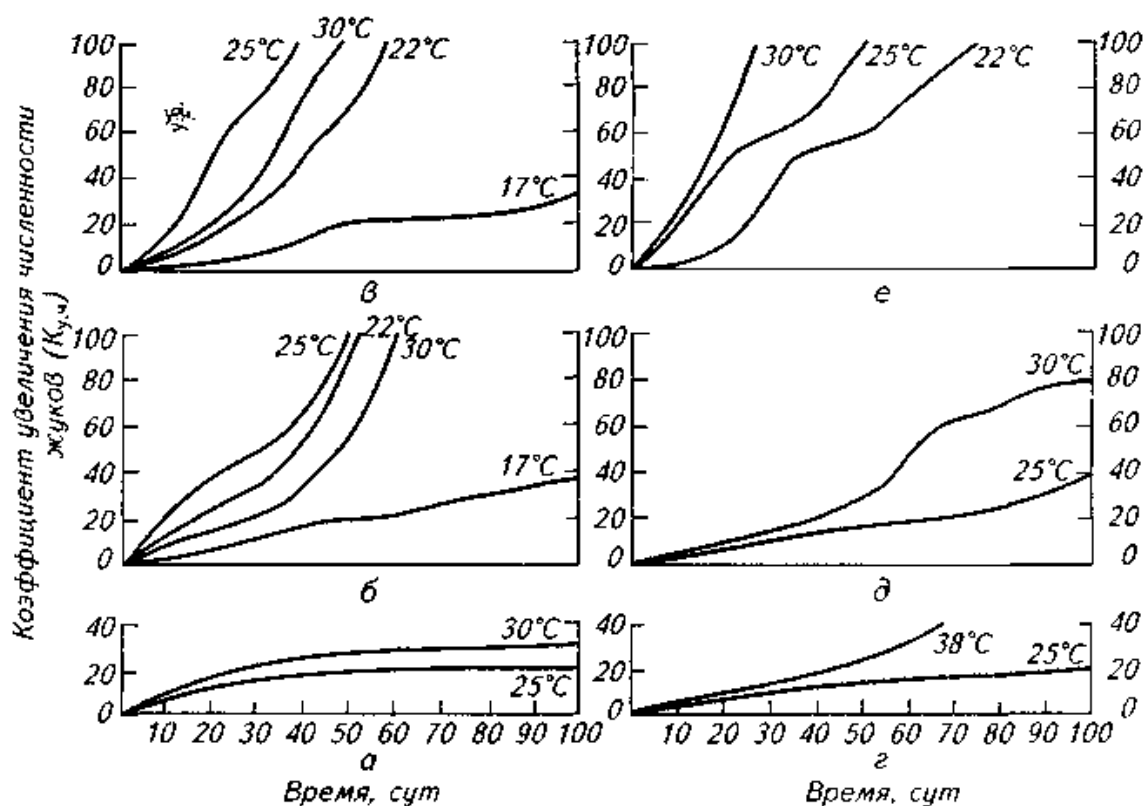


Рисунок 7.4 — Номограмма прогноза численности жуков в зерне:

a — булавоусый хрущак; *б, в* — амбарный и рисовый долгоносик;
г, д, е — зерновой точильщик, суринамский и короткоусый мукоед

время наступления III степени зараженности зерна. Для этого на оси ординат графика соответствующего вида насекомого находят точку, соответствующую величине $K_{y.ч}$. Из этой точки проецируют перпендикуляр к оси ординат до пересечения с температурной кривой. При этом ориентируются на наиболее высокую температуру зерна в насыпи. Из точки пересечения перпендикуляра с температурной кривой опускают перпендикуляр на ось абсцисс, где отсчитывают значение времени (сут), при котором СПЗ достигает 3 экз / кг, т.е. III степени зараженности.

При пользовании номограммами для рисового и амбарного долгоносиков следует учитывать следующую характерную особенность: в интервале 22...25 °С продолжается характерное сокращение времени безопасного хранения, а в интервале 25...30 °С — наоборот, увеличение времени безопасного хранения. Поэтому точки с температурами свыше 22 °С (в интервале >22...30 °С) следует вначале откладывать слева от характерной для температуры 22 °С кривой, а затем, после температуры 25 °С, — справа от характерной для температуры 25 °С кривой.

После прогноза принимают один из следующих вариантов решений:

принимают меры к охлаждению зерна до нижнего температурного порога развития соответствующего вида насекомого (табл. 7.3);

охлажденное зерно хранят без дезинсекции;

при невозможности охлаждения зерно дезинфицируют;

в условиях хранения зерна в хранилищах перерабатывающего предприятия, зерно перерабатывают без охлаждения и без дезинсекции в сроки, меньшие прогнозируемого времени наступления III степени зараженности.

Примечание: зараженное зерно запрещается отгружать на другие предприятия.

Пример 7.4 В отобранной из силоса элеватора средней пробе зерна массой 2 кг обнаружено 5 экз. булавоусого хрущака, что соответствует средней плотности заражения $P_b = 5 / (2 \cdot 1) = 2,5$ экз / кг. С учетом коэффициента вредоносности СПЗ = $2,5 \cdot 0,4 = 1,0$ экз / кг, что соответствует I степени зараженности. Максимальная температура (из зафиксированных в отдельных точках по высоте силоса) составляет 25 °С.

Рассчитаем коэффициент увеличения численности булавоусого хрущака

$$K_{y.ч} = 3 / \text{СПЗ} = 3 / 1,0 = 3,0.$$

Далее, на номограмме (рис. 7.4), соответствующей булавоусому хрущаку и максимальной температуре зерна 25 °С находим время наступления III степени зараженности, равное 5 сут. Следовательно, при наличии достаточных условий, эту партию зерна следует срочно охладить до температуры 15 °С, соответствующей нижнему температурному порогу развития булавоусого хрущака.

Пример 7.5. В хранящейся в зерноскладе партии зерна выявлена плотность зараженности отдельными видами вредителей, с учетом коэффициентов их вредоносности (экз / кг): рисового дол-

гоносика $СПЗ_1 = 0,5$; зернового точильщика $СПЗ_2 = 0,2$; суринамского мукоеда $СПЗ_3 = 0,3$. Температура зерна в верхнем слое $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, в среднем $26\text{ }^{\circ}\text{C}$, в нижнем $24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определить степень зараженности.

По номограмме (рис. 7.4) определим значения фактических значений коэффициентов увеличения численности этих вредителей при максимальной температуре $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ через определенные промежутки времени (согласно нижеприведенной таблице). Далее сделаем прогноз увеличения, вначале плотности заражения зерновой массы каждым из этих вредителей по формуле $СПЗ = СПЗ_{нач} \cdot K_{у.ч}$, а затем суммарной плотности заражения зерновой массы всеми этими вредителями $СПЗ_{\Sigma}$.

Показатели	Значение показаний при времени хранения, сут									
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	
Рисовый $K_{у.ч}$	0,0	2,1	3,7	5,5	7,0	9,5	11,5	14,0	16,0	
долгоносик $СПЗ_1$	0,5	1,1	1,9	2,8	3,5	4,8	5,8	7,0	8,0	
Зерновой то- $K_{у.ч}$	0,0	6,5	13,0	20,0	27,5	36,3	46,0	55,0	64,5	
чильщик $СПЗ_2$	0,2	1,3	2,6	4,0	5,5	7,3	9,2	11,0	12,9	
Суринамский $K_{у.ч}$	0,0	2,1	3,5	5,0	6,5	7,5	9,0	10,0	11,0	
мукоед $СПЗ_3$	0,3	0,6	1,1	1,5	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	
$СПЗ_{\Sigma} = (СПЗ_1 +$ $+ СПЗ_2 + СПЗ_3)$	1,0	3,0	5,5	8,3	11,0	14,3	17,7	21,0	24,2	
Степень зараженности	I	II	III				IV			

Анализ полученных результатов свидетельствует, что при рассматриваемых условиях хранения ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$) уже через 2,5 сут хранения зерновая масса может перешагнуть нижний порог III степени зараженности. Это является результатом присутствия в зерновой массе прежде всего зернового точильщика (дающего наибольший прирост зараженности +1,1), а затем рисового долгоносика (прирост зараженности +0,6). Уже через 13 сут зерновая масса может перешагнуть нижний порог IV степени зараженности.

При невозможности срочной реализации и наличии достаточных условий эту партию зерна следует срочно охладить, однако при установлении конечной температуры следует исходить из того, что нижний температурный порог развития у выявленных в зерновой массе вредителей различен: у зернового точильщика и суринамского мукоеда $16\text{ }^{\circ}\text{C}$, а у рисового долгоносика $13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Следовательно, если зараженную партию зерна охладить до нижнего температурного порога развития рисового долгоносика ($13\text{ }^{\circ}\text{C}$), то ее можно хранить без дезинсекции. При невозможности охлаждения зерно следует подвергнуть дезинсекции. После этого его можно хранить.

Прогноз численности грызунов. В периоды размножения грызунов (март-апрель) и осенней массовой миграции (октябрь-ноябрь) в местах хранения зерна и готовой продукции два раза в месяц, а в остальные периоды один раз в месяц проводят обследование объектов для выявления присут-

вия мышевидных грызунов, установления плотности заселения и выбора способов и средств борьбы с ними.

Присутствие грызунов устанавливается путем осмотра помещений, тары, территорий в целях выявления наличия жилых нор, следов, экскрементов и признаков порчи зернопродуктов, мешков, полов и др., а также по наличию грызунов в ловушках и капканах.

Основной и наиболее объективный метод определения наличия грызунов по следам предусматривает использование контрольных пылевых площадок в виде лотков из картона или фанеры размером 30×15×2 см для крыс и 15×10×1 см для мышей. В лотки насыпают мучные отходы или тальк слоем в 1...2 мм, выравнивают их поверхность через лист бумаги, а в центр помещают небольшой кусочек поджаренного на растительном масле хлеба.

Контрольные площадки расставляют на свободной площади пола вдоль стен через каждые 4...5 м в помещениях площадью до 1000 м² или через каждые 8...10 м в помещениях большей площади, а в складах, полностью загруженных зерном, — в дверных проемах.

Оценку плотности заселения осуществляют в соответствии с табл. 7.4.

Таблица 7.4 — Шкала оценки плотности заселения

<i>Признаки для определения численности грызунов</i>	<i>Оценка плотности заселения</i>
Единичные норы. Грызуны при обследовании не наблюдаются. Погрызы, следы и экскременты очень редки	Мало
Несколько нор. Часто встречаются экскременты, следы, погрызы. При обследовании наблюдаются единичные грызуны. Жалобы персонала на присутствие грызунов	Умеренно
Обнаружено много нор. Встречаются большие скопления экскрементов, погрызы, испорченная тара. При обследовании часто наблюдаются грызуны. Массовые жалобы персонала на присутствие грызунов	Много
Число посещенных площадок на 1000 м ² :	
< 1	Мало
1...5	Умеренно
> 5	Много
Число выловленных грызунов каждого вида на 1000 м ² :	
< 0,5	Мало
0,5...1,0	Умеренно
> 1,0	Много

Пример 7.6 На площади 3 000 м² следы грызунов обнаружены на 6 площадках. Следовательно, плотность заселения P_r равна отношению числа посещенных площадок к площади

$$P_r = 6 / 3 = 2 \text{ (умеренно).}$$

Для уточнения видов грызунов и их численности, в помещениях, где на контрольных площадках были обнаружены следы, расставляют капканы или ловушки: по одному крысиному капкану, или по одному мышьиному капкану в таком же порядке, как и при размещении контрольных площадок.

Плотность заселения каждым видом определяют путем деления общего числа грызунов этого вида, выловленных в течение трех дней подряд на 1000 м² заселенных ими помещений, на площадь помещений, где они были выловлены (тыс. м²).

Пример 7.7 На площади 3 000 м² выловлены 3 серые крысы и 9 домовых мышей. Следовательно, плотность заселения каждым видом составляет:

$$P_{\text{крыс}} = (\text{Число крыс} / \text{Площадь}) = 3 / 3 = 1 \text{ (умеренно);}$$

$$P_{\text{мышей}} = (\text{Число мышей} / \text{Площадь}) = 9 / 3 = 3 \text{ (много).}$$

По результатам оценки плотности заселения грызунами работники служб по защите хлебопродуктов совместно с работниками хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий делают заключение о нарастании или уменьшении численности грызунов, определяют способы и средства борьбы с ними, прибегают к другим мероприятиям.

7.4.2 Классификация истребительных мер

Дезинсекцией (от лат. *des* — уничтожение, устранение и *insekta* — насекомое) называют истребительные меры, направленные на уничтожение насекомых и клещей в различных объектах. Применяемые способы дезинсекции принято делить на две группы: физико-механические и химические.

К *физико-механическим способам дезинсекции* относят: механическую очистку объектов, термические воздействия, применение различных излучений.

К *химическим способам дезинсекции* относят способы применения химических отравляющих веществ (пестицидов), минимальные дозы которых губительно действуют на вредителей (насекомых, клещей и грызунов), вызывая их смерть, или глубокое нарушение жизненных функций. Пестициды, используемые для уничтожения насекомых и клещей принято называть инсектицидами, а для уничтожения грызунов - родентицидами.

Дератизацией (от лат. *de* — устранение и *rattus* — крыса) называют истребительные меры, направленные на уничтожение грызунов в различных объектах. Различают три основных способа дератизации: механический (отлов грызунов); химический (применение химических отравляющих веществ); биологический (использование естественных врагов грызунов из мира животных и микробов-возбудителей некоторых инфекционных болезней).

7.4.3 Физико-механические способы дезинсекции

Механическая очистка находит применение в качестве средства снижения зараженности (и загрязненности) зерна и продуктов его переработки, путем очистки их от насекомых и клещей на сепараторах, а также используется в качестве вспомогательного средства обеззараживания хранилищ и других объектов перед химической дезинсекцией. Во всех случаях применения этот способ не может гарантировать полной дезинсекции объектов, особенно хранилищ, других производственных помещений, оборудования, очищаемых при помощи скребков, щеток, пылесосов и пр. Причины: небольшие

размеры некоторых видов насекомых, клещей и особенно яиц этих вредителей; следует учитывать и возможность наличия скрытой зараженности, а также способность вредителей проникать в труднодоступные для очистки мельчайшие трещины и углубления. При благоприятных условиях неудаленные вредители вновь начинают размножаться, расселяться и повышают степень зараженности объекта.

И тем не менее механической очисткой можно на некоторое время значительно снизить зараженность объектов. Обработка на сепараторах зерна, муки и крупы позволяет выделить отличающихся от частиц этих продуктов вредителей различных возрастных стадий. Хорошо удаляются из муки (сходом с сит) личинки, гусеницы и куколки почти всех жуков и бабочек, а также взрослые особи. Партии зерна сравнительно хорошо поддаются очистке от вредителей в воздушно-ситовых сепараторах (на ситах и в восходящем воздушном потоке). Труднее всего удалить вредителей из крупы, выработанной из дробленого зерна.

Обязательное условие применения механической очистки объектов: сжигание отходов III категории, или вывоз их с территории и закапывание в землю на глубину 1 м, после предварительной обработки эмульсией из хлорной или свежегашеной извести.

Примечание: отходы I и II категорий обеззараживают химическими средствами.

Термическая дезинсекция применяется в качестве средства полного обеззараживания зерна и продуктов его переработки, а также мягкой тары и мелкого инвентаря, основанного на чувствительности насекомых и клещей к температуре. Возможны следующие виды термической дезинсекции: охлаждение и промораживание зараженных объектов; термическая обработка (сушка) зерна в зерносушилках; сушка зерна солнечными лучами; обработка мелкой тары и мелкого инвентаря горячим воздухом, или кипящей водой (при непосредственном опускании в котел с кипящей водой мешков и брезентов).

Дезинсекция охлаждением или промораживанием объектов. Дезинсекция естественным морозным или искусственно охлажденным воздухом имеет ограниченное применение по ряду причин: неодинаковая восприимчивость и высокая устойчивость отдельных видов насекомых и клещей к низким температурам; необходимость охлаждения объектов до сравнительно низких температур, в пределах $-10...-15$ °С и более; отсутствие на некоторых предприятиях условий для осуществления этого мероприятия.

Термическая обработка (сушка) зерна. Применяется ограниченно из-за того, что губительные для вредителей температуры нагрева сопоставимы (а иногда и выше) предельно допустимых температур нагрева зерна отдельных культур, ограничиваемых их термоустойчивостью. Кроме того, этот вид дезинсекции в большинстве зерносушилок неприменим из-за необходимости равномерного прогрева отдельных слоев зерна и последующей их отлежки в нагретом состоянии в течение необходимой продолжительности времени (табл. 7.5).

Как известно, этому условию отвечают лишь зерносушилки, имеющие устройства для кратковременного (быстрого) нагрева зерна (в кипящем, взвешенном, или падающем слоях) и последующей отлежки его в нагретом состоянии в бункерах тепло-и влагообмена (или надсушильном бункере). К числу таких сушилок относятся: шахтные прямоточные зерносушилки с каскадным нагревателем (типа У1-УКЗ-50); рециркуляционные зерносушилки с нагревом зерна в падающем слое (типов РД-25 и РД-2х25, «Целинная»).

Рекомендуемые режимы термической обработки зерна пшеницы в зерносушилках типа «Целинная»: время (мин) пребывания в тепло- и влагообменнике при температуре 60 °С зерна, заселенного зерновыми точильщиком и молью, составляет 14 мин; долгоносиками — 9 мин; при заражении хрущачами, мукоедами и бархатистым грибоедом пребывание в тепло-и влагообменнике не требуется.

Таблица 7.5 — Устойчивость вредителей хлебных запасов к высоким температурам

Вредитель	Продолжительность жизни (мин)		
	при температуре, °С		
	50	55	60
Долгоносик			
амбарный	55	10	—
рисовый	60	20	—
Малый мучной хрущак	—	10	—
Мукоед			
рыжий	190	25	10
суринамский	40	10	7
Мучной клещ	20	10	5

При использовании сушилок перечисленных выше типов в непрерывном режиме работы, необходимая продолжительность отлежки зерна определяется по вместимости бункеров тепло-и влагообмена (для сушилки с нагревателем типа У1-УКЗ-50 — по вместимости надсушильного бункера) с учетом пропускной способности выпускных устройств. Последующее охлаждение (перед очисткой на сепараторах от погибших вредителей и закладкой на хранение) термически обработанного зерна осуществляется в шахтах этих сушилок.

Обязательные и необходимые условия термической обработки зерна в сушилках: обрабатываемое зерно должно быть сухим либо средней сухости и предназначено на продовольственные, кормовые и технические цели (нельзя обрабатывать зерно семенного назначения); перед подачей в сушилку следует проводить предварительную очистку зараженного зерна от крупных примесей; кроме того, должна быть соблюдена герметичность пылеуловителей сушилок и исключены просыпи зараженного зерна.

Дезинсекция солнечными лучами. Основана на эффекте не только нагрева, но и облучения различными лучами солнечного спектра. Находит ограниченное применение лишь в южных районах страны в жаркие солнечные

дни. Причем обеззараживаемые объекты (зерно и крупу) следует рассыпать тонким слоем, толщиной 4...5 см, а по завершении сушки — очистить в зерноочистительных машинах и охладить, что делает этот метод весьма трудоемким, требующим использования средств передвижной механизации и оправдывающим себя лишь при обработке мелких партий продуктов.

Дезинсекция мягкой тары и мелко инвентаря горячим воздухом. Проводится на тароремонтных фабриках в специальных дезинсекционных камерах при температуре 80...120 °С.

Дезинсекция кипящей водой находит ограниченное применение при обработке мелких партий тары.

Дезинсекция излучением. Используется в качестве средства полного обеззараживания зерна и продуктов его переработки, основанного на чувствительности насекомых и клещей к некоторым видам излучений.

Обработка гамма-лучами, излучаемыми кобальтом-60, при дозах 12...20 крад вызывает прекращение размножения и постепенную гибель насекомых и клещей на всех стадиях развития, а при дозе 100 крад вызывает немедленную гибель насекомых и клещей.

Радиационная дезинсекция основана на обработке зерна ионизирующими излучениями потока ускоренных электронов, в дозе 20...30 крад. В России этот метод разработан для дезинсекции зерна пшеницы, кукурузы и ячменя, продовольственного и кормового назначения, а также кормового сорго. Установлено, что обработка зерна подобными дозами ионизирующей радиации вызывает у находящихся в зерне насекомых и клещей немедленную половую стерилизацию (т.е. полное прекращение размножения), значительно сокращает продолжительность их жизни.

После радиационной дезинсекции взрослые особи (насекомые и клещи) в течение 5...10 сут (скрытый период радиационного поражения) ничем не отличаются от необлученных вредителей. Затем начинается период быстрого отмирания вредителей — за 10...15 сут погибает 90...95 % особей. Оставшиеся единичные особи вымирают в течение последующих 10...15 сут. Указанные сроки гибели вредителей наблюдаются при температуре зерна 20 °С и выше; при пониженных температурах период гибели вредителей удлиняется.

Вредители на более ранних стадиях развития (яйца, личинки, куколки) более чувствительны к ионизирующей радиации и погибают быстрее, чем взрослые особи. Поэтому при радиационной дезинсекции происходит уничтожение вредителей как при явной, так и при скрытой формах заражения зерна.

Ионизирующие излучения в дозах 20...30 крад не изменяют пищевых и кормовых качеств, но снижают всхожесть зерна, поэтому семенное зерно подвергать радиационной дезинсекции нельзя. Есть ограничения и по влажности — можно обрабатывать продовольственное и кормовое зерно только сухое и средней сухости, без ограничения по засоренности. Схема технологической линии радиационной дезинсекции зерна приведена на рис. 7.5.

Зараженное вредителями зерно норией 15 подается в бункер 14 вме-

стимостью около 10 м^3 , оборудованный решеткой для отбора из зерновой массы крупных примесей и датчиками 1 для контроля уровня. Далее зерно при помощи регулируемой задвижки 13 поступает в блок 11, обеспечивающий создание потока толщиной $7...9 \text{ мм}$, развернутого на ширину $1,5 \text{ м}$. При необходимости поступление зерна может быть прекращено при помощи быстродействующей задвижки 12.

В канале 10 зерновой поток разгоняется до скорости порядка 6 м/с и в камере 7 проходит зону облучения, получая дозу от 20 до 40 крэд . Во избежание перегрева рабочая поверхность зоны облучения снабжена радиатором водяного охлаждения 9. Источником облучения является ускоритель электронов 8 типа ЭЛВ-2. Энергия создаваемого им электронного пучка $1,5 \text{ МэВ}$, мощность 20 кВт .

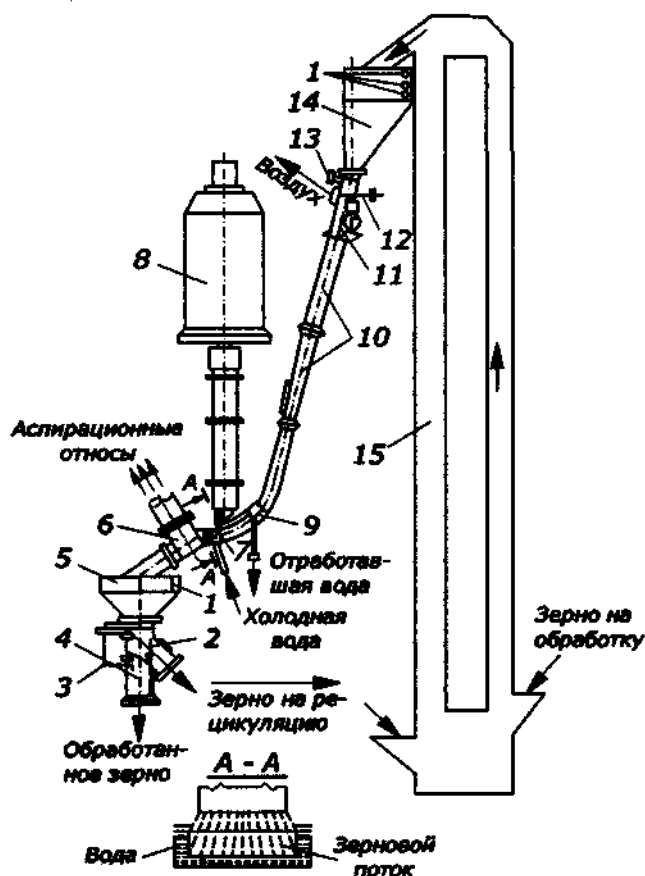


Рисунок 7.5 — Схема технологической линии радиационной дезинсекции зерна:

- 1 — датчики уровня зерна; 2 — перекидной клапан; 3 — автоматическое устройство уровня зерна; 4 — камера; 5 — демпфирующий бункер; 6 — аспирационная камера; 7 — камера облучения; 8 — ускоритель электронов; 9 — радиатор водяного охлаждения; 10 — канал разгона зерна; 11 — блок; 12 — быстродействующая задвижка; 13 — тарированная задвижка; 14 — бункер; 15 — нория

Далее, после аспирационной камеры 6, где происходит отсос пыли, мелких и легковесных примесей, а также озона, облученное зерно попадает в демпфирующий бункер 5, уровень зерна в котором поддерживается автоматическим устройством 3 при помощи датчиков 1. После бункера установлена камера 4, из которой зерно при помощи перекидного клапана 2 автоматически направляется или на транспортирующие механизмы, или на рециркуляцию в случае неожиданного отключения ускорителя.

Примечание: при внезапном отключении ускорителя происходит немедленное автоматическое срабатывание задвижки 12, перекрывающей подачу зерна в канал разгона, и перекидного клапана 2, направляющего находящееся в канале разгона зерно на повторное облучение.

Радиационный дезинсектор снабжен устройствами, обеспечивающими автоматическое поддержание устойчивого режима работы и защиту персонала и оборудования. Управление дезинсектором осуществляется дистанционно с пульта.

7.4.4 Химические способы дезинсекции

Используемые для химической дезинсекции объектов пестициды классифицируют по следующим признакам: по объектам применения (зерно и продукты его переработки, незагруженные хранилища, территории и т.д.); по способу проникновения в организм вредителя (с пищей или водой через желудочно-кишечный тракт — пестициды кишечного действия; через кожные покровы — пестициды контактного действия; через органы дыхания — фумиганты; разными путями — пестициды комбинированного действия) и характеру действия на его организм; по химическому составу и свойствам (для дезинсекции зерна и продуктов его переработки используют хлорорганические, фосфорорганические, галогеносодержащие соединения); по способу применения (в виде порошков для опыливания; в виде эмульсий, суспензий и растворов для опрыскивания; в виде аэрозолей; в виде газа; в виде отравленных приманок).

Эффективность действия пестицидов зависит от их концентрации и продолжительности воздействия на организм вредителей. Поэтому для дезинсекции хлебных запасов используют те пестициды, которые достаточно токсичны в небольших дозах при малой экспозиции.

Опыливание. При этом способе дезинсекции с помощью специальных аппаратов (опылителей) на обрабатываемые поверхности наносят ядовитые для вредителей порошкообразные вещества — дусты, состоящие из смеси действующего ядовитого вещества и наполнителя (талька, каолина и др.). Этот способ используется исключительно в условиях сельскохозяйственных производителей для дезинсекции семенного зерна, а иногда и зернохранилищ.

Опрыскивание. При этом способе, получившем второе название — влажной дезинсекции, на поверхности обрабатываемых объектов с помощью специальных аппаратов (опрыскивателей) наносят распыленные до капельного состояния водные растворы или эмульсии ядовитых для вредителей веществ контактного действия. Этот способ используется для обеззараживания складов и прилегающих территорий, перевозочных средств (судов, вагонов, автомобилей и др.), для дезинсекции зерна различного назначения (продовольственного кормового, семенного) и в профилактических целях (при закладке на длительное хранение).

При обработке зерна опрыскиванием, на поверхности каждого отдельного зернышка образуется защитная пленка инсектицида, коснувшись которой, при движении или питании, вредитель обречен на гибель. Защитные свойства пленки сохраняются в течение 6...12 месяцев.

Обработка аэрозолями. При этом способе дезинсекции обрабатываемые объекты подвергают воздействию ядовитыми дымами и туманами, вырабатываемыми специальными аппаратами — аэрозолегенераторами. Этот способ используется также для обеззараживания пустых хранилищ, причем, при меньшей герметичности, чем требуется для фумигации.

Фумигация (от лат. *fumigare* — пускать дым). При этом способе, по-

лучившем второе название — газация, обрабатываемые объекты окуривают парами или газами отравляющих веществ. Широко используется для дезинсекции хранилищ и зерноперерабатывающих предприятий. 100%-й эффект обеззараживания достигается при условии достаточной герметичности объектов. После фумигации, в отличие от обработки опрыскиванием, зерно не защищено защитной пленкой и подвержено повторному заражению. Поэтому зерно после фумигации следует незамедлительно направить на переработку.

Использование отравленных приманок. Используются для уничтожения крыс и других грызунов. Приманки готовят на основе ядов, вносимых в различные кормовые средства.

Использование пестицидов связано с рядом понятий: действующее вещество, доза, норма расхода, экспозиция, ПДК, МДУ.

Действующее вещество — химически чистое отравляющее вещество, составляющее основу препарата пестицида (инсектицида или родентицида).

Доза — количество действующего вещества, которое фактически получил вредитель.

Норма расхода — количество вещества, которое было использовано при обработке. При обработке различных объектов норма расхода может иметь различную размерность: при обработке поверхностей опрыскиванием — $г/м^2$; при обработке объектов аэрозолями и фумигацией — $г/м^3$; при обработке зерновых масс — $г/т$. Кроме того, норма расхода может быть рассчитана либо по препарату, либо по действующему веществу.

Экспозиция — время, необходимое для гибели вредителей после обработки объекта пестицидами.

ПДК — предельно допустимая концентрация, например ПДК остаточного содержания действующего вещества пестицида в воздухе помещений ($мг/м^3$), нормируемый гигиенический показатель.

МДУ — максимально допустимый уровень, например МДУ остаточного содержания действующего вещества пестицида в зерне и продуктах его переработки, иногда — в хлебе ($мг/кг$), нормируемый гигиенический показатель.

К химической дезинсекции допускаются специально обученные и имеющие допуск к такой работе специалисты.

Используемое для дезинсекции основных объектов хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий оборудование имеет различное функциональное назначение.

Установка РУП-2. Предназначена для мелкодисперсного распыливания препарата карбофоса при дезинсекции и профилактической (химической) обработке зерна в элеваторах и складах во время перемещения его ленточным конвейером. Установка смонтирована в металлическом корпусе и состоит из следующих основных узлов: бака (для раствора) вместимостью 370 л ($дм^3$); 12 форсунок (для мелкодисперсного распыливания раствора карбофоса), объединенных в четыре блока; насоса для забора раствора карбофоса из бака и подачи его под давлением до 2,5 МПа к форсункам (подача насоса 350 л / ч); четырех датчиков — измерительных преобразователей (ИП); электро-

магнитного клапана (для подачи раствора к блоку форсунок по гибкому трубопроводу), открывающегося и закрывающегося автоматически по импульсу от ИП; двух параллельно работающих фильтров (для тонкой очистки карбофоса); панели управления и электрооборудования. Масса установки 330 кг.

При помощи установки можно одновременно обеззараживать зерно на четырех поточных линиях или в отдельности на любой из линий. Каждая линия включается самостоятельно от своего ИП.

На рис. 7.6 показаны схемы расположения форсунок при обработке зерновой массы в падающем слое и на конвейере.

В рабочем режиме установки, когда краны форсунок открыты, устанавливается рабочее давление. В форсунках раствор карбофоса завихряется

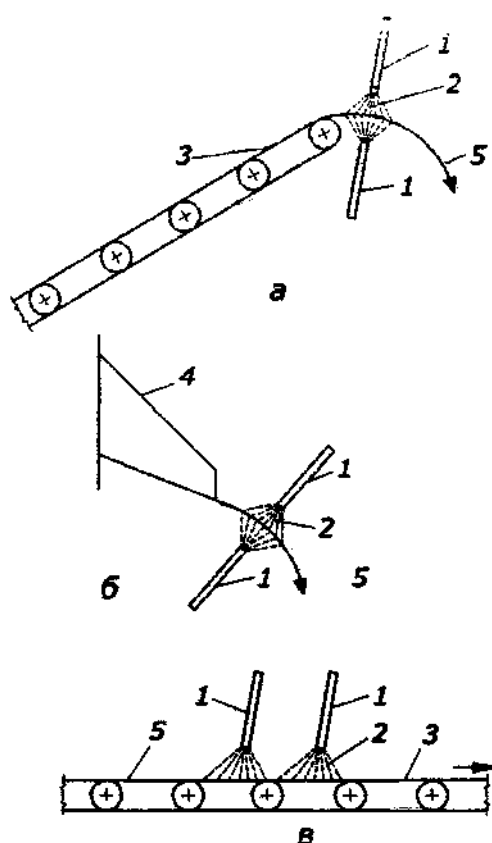


Рисунок 7.6 — Расположение форсунок при обработке зерна карбофосом:

а — при обработке зерна, падающего с передвижного ленточного конвейера;

б — при обработке зерна, падающего с лотка конвейера; *в* — при обработке зерна на конвейерной ленте; 1 — форсунка; 2 — факел распыла; 3 — конвейер; 4 — лоток; 5 — падающий слой зерна

рамы; резервуара с лопастной мешалкой (для раствора препарата) вместимостью 600 л; брандспойтов (для получения струи высотой до 12 м); системы трубопроводов и напорных шлангов; гидронасоса (для засасывания жидкости из резервуара и подачи ее под давлением 2 МПа через напорные шланги к

и, дробясь на выходе на мелкодисперсные частицы, образует туманное облако в виде направленного факела. Струя зерна, падающего с ленты конвейера, либо перемещаемого на ленте конвейера, пересекает факел и уносит на себе частицы раствора. Количество подаваемого форсункой раствора регулируется в пределах 0,24...0,45 л / мин в зависимости от производительности конвейера. Ширина факела распыла регулируется в пределах 400...600 мм в зависимости от ширины ленты конвейера. При прекращении поступления зерна на конвейер, ИП размыкает цепь питания электромагнитного клапана и он перекрывает поступление раствора к форсункам.

Опрыскиватель ОМП-В.

Предназначен для влажной дезинсекции свободных от зерна и продуктов его переработки складов, прилегающих к складам территорий, площадок и других мест хранения зернопродуктов. Может использоваться для побелки складских помещений известковым и меловым растворами.

Смонтирован на одноосном прицепе АМП-1,5 и состоит из следующих основных частей: сварной

брандспойтам; подача гидронасоса 35 л / мин), редуктора и электродвигателя; двух последовательно установленных фильтров тонкой очистки раствора; панели управления. Масса установки 570 кг.

Установка 4-АГ. Предназначена для фумигации зерна и продуктов его переработки в складах и силосах элеваторов, а также других объектов. Может использоваться для влажной дезинсекции. Монтируется на шасси автомобиля. Состоит из следующих основных узлов: бака с мешалкой и дозатором (для регулировки расхода фумиганта); насоса (для подачи фумиганта к форсункам, или ядохимиката к брандспойту; подача насоса 1000 л / ч); электрокалорифера (для подогрева газозооушной смеси в холодную погоду); испарительной камеры с форсунками; вентилятора с приводом; газораспределительных рукавов; вибратора; брандспойта; панели управления.

При работе установки в режиме фумигации при помощи дозатора устанавливают заданный расход фумиганта, открывают краны «Фумигант», «Форсунки» и при помощи крана «Слив» регулируют давление фумиганта перед форсунками (нормальное рабочее давление, контролируемое по манометру, должно быть в пределах 1,2...1,7 МПа). Фумигант подается насосом в форсунки, расположенные в испарительной камере, а затем распыливается. Одновременно вентилятор нагнетает в камеру воздух, подогретый в электрокалорифере. Распыленный фумигант в потоке воздуха испаряется и по газораспределительной системе направляется в насыпь зерна или к обрабатываемому объекту. Когда будет израсходовано заданное количество фумиганта, срабатывает микровыключатель, который отключит вентилятор и электрокалорифер. После остановки закрывают краны «Форсунки», открывают кран «Слив» и отсоединяют установку от газораспределительной системы.

При работе установки в режиме влажной дезинсекции работают только насос и мешалка. За 3...5 мин до начала работы включают мешалку, которая перемешивает воду с ядохимикатами. Открывают краны «Эмульсия» и «Брандспойт», включают насос и при помощи брандспойта обрабатывают объекты.

Установка УГЗ. Предназначена для фумигации зерна в специально отведенных для этого силосах элеватора. Состоит из вентилятора высокого давления, смесителя с форсункой, над-и подсилосных люков, реечных задвижек, системы газопроводов с запорной арматурой и измерительной аппаратурой. Все люки и задвижки установки выполнены в герметичном исполнении. Установку монтируют стационарно в трех силосах (звездочках). Фумигант необходимой концентрации подают вентилятором в заполненный зерном силос. После прекращения подачи фумиганта вентиляционную сеть переключают за замкнутый цикл работы, т.е. переводят в режим рециркуляции. В течение 1 ч фумигант пропускают через зерновую массу, после чего вентилятор выключают и силос оставляют в покое на 12...24 ч. Производительность установки 450 м³ / ч, давление 5 кПа. Масса 4 700 кг.

Дезинсекция пустых хранилищ, помещений, оборудования и прилегающих территорий предприятий. Химической дезинсекции любых объектов должна предшествовать механическая. Строительные конструкции

хранилищ и зерноперерабатывающих предприятий, при необходимости, ремонтируют и уплотняют.

Дезинсекция пустых складов. Возможна одним из трех способов: опрыскиванием, обработкой аэрозолями и фумигацией. Недостатком дезинсекции опрыскиванием является сложность обработки поверхностей верхних частей складов — их трудно достать опрыскивателем. Более эффективной является аэрозольная обработка, при которой частички пестицидов из тумана оседают на поверхности и конструкции склада и уничтожают вредителей. Весьма эффективна фумигация метилбромидом или магтоксидом — препаратом, выделяющим фосфин при химической реакции с влагой воздуха.

Дезинсекция пустых силосов элеваторов. Дезинсекцию осуществляют гобработкой аэрозолями, которые получают на основе пестицидов, используемых для дезинсекции методом опрыскивания.

Загружать хранилища зерном после обработки их инсектицидами разрешается только через сутки после проведения обеззараживания и оценки эффективности этого мероприятия.

Дезинсекция помещений и оборудования элеваторов, сушильно- и молотильно-очистительных башен (СОБ, МОБ), зерносушилок, а также зерноперерабатывающих предприятий. Дезинсекцию осуществляют фумигацией метилбромидом и магтоксидом. Локальную дезинсекцию предприятий в целом (в том числе и оборудования) осуществляют опрыскиванием, обработкой аэрозолями и фумигацией магтоксидом. При этом дезинсекцию помещений опрыскиванием проводят лишь в сухую и теплую погоду (при температуре воздуха не ниже 12 °С), чтобы ускорить сушку этих объектов.

Дезинсекция прилегающих территорий предприятий. Дезинсекцию осуществляют опрыскиванием.

Дезинсекция зерна и продуктов его переработки. Наиболее эффективным способом дезинсекции является обработка этих объектов опрыскиванием с образованием на поверхности каждого зернышка защитной пленки инсектицида. Однако следует отметить, что по отношению к зерну опрыскивание используется лишь при движении его в потоке (при перемещении ленточным конвейером). Затаренные в мягкую тару продукты переработки зерна обрабатывают карбофосом как путем опрыскивания, так и в виде аэрозоля.

Основным, эффективным способом дезинсекции зерна и продуктов его переработки в складах, а также зерна в силосах элеваторов является фумигация метилбромидом, либо препаратами, генерирующими фосфин.

Используемый для фумигации метилбромид подают в надзерновое пространство, откуда он, имея плотность примерно в три раза выше плотности воздуха, постепенно проникает в межзерновое пространство, доходя до самых нижних слоев. Одновременно происходит сорбция его паров поверхностью зерен. Метилбромид не рекомендуется применять при температуре ниже 12 °С, так как при этой температуре не будет достигнуто достаточного испарения.

При использовании для фумигации зерна препаратов, генерирующих фосфин, например, гранул и таблеток магтоксина, в перемещаемое на конвейере зерно с помощью автоматического дозатора У1-УДГ.ПС вводят гранулы или таблетки препаратов в соответствии с установленной нормой. Далее зерно с равномерно распределенными в нем гранулами или таблетками направляют в заранее очищенный и загерметизированный (кроме загрузочного люка) силос. После заполнения силоса зерном загрузочный люк закрывают и герметизируют. После выдержки заданной экспозиции люк силоса открывают для дегазации. Препараты, генерирующие фосфин, следует применять при температурах не ниже 15 °С, иначе не будет достаточного разложения препаратов и выделения фосфина.

Дегазация. Важное мероприятие, проводимое для удаления фумиганта из загазированных объектов по истечении экспозиции фумигации. Различают дегазацию пассивную и активную.

Пассивная дегазация осуществляется простым проветриванием. Используется в зерноскладах и других помещениях, открыванием окон и дверей.

Активная дегазация осуществляется принудительным продуванием воздуха через объекты установками активного вентилирования или аппаратами типа 4-АГ.

Оценка эффективности работ по дезинсекции. Это мероприятие, проводимое в определенные сроки: при локальной дезинсекции предприятий методом фумигации — через 1 сут после дегазации; при фумигации зерна, муки и крупы бромистым метилом и препаратами на основе фосфина — по окончании дегазации, а при применении других фумигантов — не ранее чем через 3 и не позднее чем через 5 сут от начала дегазации; при обработке зерна инсектицидами контактного действия — через 15...20 дней после обработки; при обеззараживании помещений опрыскиванием инсектицидами контактного действия — через 1 сут после обработки. При отсутствии живых вредителей работу оценивают «удовлетворительно», о чем составляют приемосдаточный акт установленной формы. В случаях обнаружения живых вредителей в отдельных участках помещений или зерновой насыпи, проводят дополнительную обработку.

7.4.5 Альтернативный метод дезинсекции зерноперерабатывающих предприятий и хранилищ

С целью создания метода систематической борьбы с зерновыми вредителями в условиях безостановочной работы предприятий без использования пестицидов и необходимой для этого герметизации используют синтетические половые феромоны.

Феромоны — химические соединения, вырабатываемые и выделяемые в окружающую среду живыми организмами и вызывающие специфическую поведенческую реакцию у воспринимающих их особей того же биологического вида. Половые феромоны — средство коммуникации между половыми партнерами.

Сущность метода заключается в использовании экологически чистых феромонных клейких ловушек для сигнализации наличия, учета численности и массового отлова самцов всех летающих и ползающих насекомых. Попавшие в ловушку самцы погибают. В результате в популяциях вредителей образуется так называемый «самцовый вакуум» и размножение вредителей приостанавливается.

Феромонные ловушки, изготавливаемые путем нанесения 1 мг полового феромона на бумажные ленты размером 90×5 см, с фиксирующей поверхностью 900 см² дают необходимый эффект только при температурах воздуха помещений выше 10 °С и в условиях хорошего санитарного состояния предприятия. Срок активности феромона 45 сут. При высокой численности популяции насекомых в производственных помещениях ловушки заменяют по мере заполнения их фиксирующей клеящей поверхностью насекомыми (для бабочек — 170...200 экз.). Использованные феромонные ловушки сжигают.

Сигнальные феромонные ловушки (например, для сигнализации начала вылета бабочек) вывешивают (из расчета: одна ловушка на 600...700 м³ помещения) в слабоосвещенных местах производственных помещений и хранилищ при отсутствии сквозняков, вблизи наиболее прогреваемых стен над штабелями мешков, на лестничных клетках и в подсобных помещениях. На основании ежедневного осмотра и учета отловленных насекомых через 7 сут устанавливают общее количество привлеченных сигнальными ловушками бабочек в каждом помещении для определения их критического количества (2 экз / сут на одну ловушку), при котором необходимо начать их массовый отлов.

Количество ловушек для массового отлова насекомых определяют из соотношения: одна феромонная ловушка на 50...150 м³ объема помещения. Такое количество ловушек сохраняют до снижения численности насекомых на обеззараживаемом объекте до уровня менее 2 экз / сут на 600...700 м³. После чего в помещении вновь вывешивают сигнальные ловушки.

Наряду с использованием феромонных ловушек (особенно при быстром увеличении численности отловленных насекомых на той или иной ловушке) возникает необходимость срочного выявления источника заражения (вблизи этой ловушки) и проведения механической уборки и локальной дезинсекции этого места контактными инсектицидами.

7.4.6 Дератизация

В условиях хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий нашли применение два способа истребления грызунов: механический и химический.

Механический способ истребления грызунов. Способ истребления грызунов при помощи различных ловушек и капканов с приманками, размещаемыми в местах, наиболее посещаемых грызунами, используется скорее как подсобный и (в виде исключения) как самостоятельный в служебных помещениях. В качестве приманок в ловушках и капканах используют хлеб с добавкой растительного масла, жареные мясные и рыбные отходы, другие

пищевые продукты. Расставленные средства отлова проверяют 1 раз в сутки — утром. Для умерщвления пойманных грызунов их вместе с ловушкой помещают на несколько минут в резиновый или хорошо сшитый клеенчатый мешок, в который наливают 50 г 25 %-го нашатырного спирта и плотно завязывают. Трупы грызунов сжигают в печи котельной или закапывают в землю на глубину не менее 0,5 м, предварительно засыпав хлорной известью, или залив 10 %-м водным раствором хлорной извести.

Химический способ истребления грызунов. Основан на возможности использования одного из трех вариантов: применение отравленных приманок; газовая дератизация; опыливание объектов родентицидами.

Использование отравленных приманок. При использовании этого варианта отравленные ядами приманки раскладывают в специальные приманочные ящики или в норы грызунов.

Приманки готовят из свежих пищевых продуктов: распаренного зерна, хлеба, отрубей или сухарной крошки, различных каш (овсяной, перловой, ячневой, пшеничной); ржаной, пшеничной или кукурузной муки; фарша из мясных или рыбных отходов; свежих и вареных овощей; овсяных или кукурузных хлопьев и т.п. с добавлением 3...5 % растительного масла. Иногда делают комбинированные приманки, например, к фаршу из мясных или рыбных отходов добавляют хлеб, каши и т.п. Для затравливания приманок (уже в смешанном виде) применяют родентициды: зоокумарин, ратиндан, бродифакум, дифенакум, фосфид цинка (приложение 10).

В засушливые периоды года, при отсутствии источников питья для грызунов делают приманки из воды, которую опыливают ядами (зоокумарин — 5 г/100 см², ратинданом и фосфидом цинка — 3 г/100 см²).

Газовая дератизация. Эффективное средство уничтожения грызунов в помещениях и непосредственно в норах. Осуществляется как самостоятельное мероприятие и как сопутствующее (при фумигации загруженных и незагруженных складов, элеваторов, предприятий и других объектов метилбромидом, хлорпикрином или металилхлоридом).

При проведении газовой дератизации как самостоятельного мероприятия применяют следующие пестициды: в незагруженных складах и складах с продовольственным и кормовым зерном — хлорпикрин, метилбромид, металилхлорид; в складах с семенным зерном — металилхлорид; в складах с мукой и крупой — метилбромид или хлорпикрин.

При высокой плотности заселения грызунами территории проводят газовую затравку нор грызунов, для этого в каждую нору вводят комок ваты или пакли, пропитанной хлорпикрином (5 г), и тотчас же нору заделывают.

Опыливание родентицидами. Осуществляется для дератизации нор и пустых помещений. Способ основан на том, что грызуны при умывании слизывают яд, прилипший к их лапкам и меху.

Оценка эффективности дератизации. Проводится в определенные сроки: при применении отравленных приманок с зоокумарином и ратинданом — через 8 дней после их раскладывания, с фосфидом цинка — через 3...5 дней; при обработке помещений фумигантами — через 1...2 дня по-

сле дегазации. Объект считается свободным от грызунов, если они не обнаружены ни в одном из помещений и на территории по следующим признакам: по отсутствию следов, погрызов, экскрементов, жилых нор и живых особей (крыс и мышей).

7.5 Меры безопасности при проведении

дезинсекции и дератизации

Все работы по дезинсекции и дератизации с применением химических средств выполняются по заявкам руководителей предприятий, специальными организациями (экспедициями) по защите хлебопродуктов. При проведении профилактических и истребительных мероприятий организации, которые проводят их, руководствуются следующими документами: Инструкцией по борьбе с вредителями хлебных запасов; Правилами техники безопасности и производственной санитарии на предприятиях по хранению и переработке зерна; Инструкцией о порядке приемки, отпуска, перевозки и хранения ядохимикатов, применяемых для борьбы с вредителями хлебных запасов; Списком пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в Российской Федерации (составляется ежегодно Госхимкомиссией); ПДК и МДУ — нормируемыми гигиеническими показателями по остаточному содержанию пестицидов в воздухе рабочих помещений, а также в зерне и продуктах его переработки (например, хлебе).

Меры безопасности при проведении дезинсекции. При всех видах дезинсекционных работ, проводимых специально обученными и допущенными к их проведению специалистами, категорически запрещается присутствие посторонних лиц.

Все работы, связанные с применением ядов, необходимо выполнять с использованием средств индивидуальной защиты кожи, глаз, органов дыхания. Для этих целей используют специальную одежду и обувь, респираторы, противогазы (при работе с метилбромидом, не имеющим запаха, каждый раз можно использовать только новую противогазовую коробку; время пользования ею не должно превышать 30 мин).

Фумигацию разрешается проводить только в надежно загерметизированных помещениях, а также под укрытиями из синтетических пленок или брезентов, обеспечивающих достаточную газонепроницаемость.

Удаленность объекта, обработанного метилбромидом, хлорпикрином и металилхлоридом, от производственных помещений, служебных построек и эксплуатируемых железнодорожных причалов должна составлять не менее 30 м, на основе фосфина — не менее чем на 10 м, а от жилых помещений — не менее чем на 50 м для всех фумигантов. Если объект не соответствует этим требованиям, фумигацию проводят (с согласия органов здравоохранения) с выполнением дополнительных мер предосторожности, устанавливаемых на месте и гарантирующих полную безопасность людей и домашних животных. При необходимости принимают меры к временному переселению людей и животных из опасной зоны на весь период фумигации.

До начала фумигации все посторонние лица, не принимающие участие в работах по фумигации, должны быть удалены из объекта и из круглосуточно охраняемой защитной зоны, обнесенной ограждающими приспособлениями с вывешенными надписями, предупреждающими об опасности. При обеззараживании зерна в обычных силосах, объем которых превышает 10 % вместимости силосного корпуса, работу на элеваторе прекращают, весь обслуживающий персонал удаляют из помещений элеватора на все время работы по фумигации и до окончания дегазации.

При фумигации метилбромидом крупных объектов, руководитель предприятия должен обеспечить на все время фумигации, экспозиции и дегазации круглосуточное дежурство врача-терапевта и одной-двух медсестер. При неявке медработников или отсутствии у них необходимых средств оказания помощи (от отравления метилбромидом) проведение фумигации запрещается.

Во время обработки зерна инсектицидами контактного действия следует ограждать место обработки в радиусе 2,5 м от форсунок и не допускать в огражденную зону лиц, не участвующих в дезинсекции.

Работы по опрыскиванию территорий разрешаются при скорости ветра не более 3 м/с.

При фумигации объектов метилбромидом и препаратами на основе фосфина дежурный должен систематически контролировать воздушную среду в пределах защитной зоны на наличие утечки газа. Для определения концентрации в воздухе метилбромида используют специальные индикаторные горелки У1-ЕГИ и шахтные интерферометры ШИ-3, ШИ-5, ШИ-10, для определения концентрации фосфина — трубки Дрегера, Ауэра или ИТ-24, а для определения метилбромида, хлорпикрина и металилхлорида в воздухе, зерне и зернопродуктах — универсальные приборы ПСУ или ЛБМ.

Применение пожароопасных препаратов металилхлорида и на основе фосфина требует обязательного соблюдения мер противопожарной безопасности на весь период фумигации, экспозиции и в первые сутки дегазации. В их числе: отключение у фумигируемых объектов силовой и осветительной линий; обесточивание силовых, осветительных и телефонных проводов на расстоянии 20 м от фумигируемого объекта; запрет на разведение огня, зажигание спичек и курение в пределах защитной зоны и др. При возникновении пожара горящие препараты на основе фосфина гасят песком и углекислотными огнетушителями типа ОУ, а металилхлорид гасят только песком. Применять для тушения пожара воду и пенные огнетушители запрещено.

Все объекты, подвергавшиеся фумигации, должны быть полностью дегазированы до сдачи их в эксплуатацию. Причем, при дегазации крупных объектов, например, элеваторов и зерноперерабатывающих предприятий, проветривание помещений должно проводиться постепенно, чтобы предупредить выброс в атмосферу одновременно большой массы газа и выход его за пределы защитной зоны.

Ввод в эксплуатацию отдельных объектов, подвергавшихся фумигации, а также допуск в них людей разрешаются только по заключению специаль-

ной комиссии, в состав которой входят: специалист, ответственный за соблюдение мер безопасности при проведении фумигации по предприятию в целом, руководитель дезинсекционных работ, руководитель объекта и представитель ПТЛ предприятия. При вводе в эксплуатацию элеваторов и зерноперерабатывающих предприятий обязательно присутствие в составе комиссии представителя санитарного надзора.

Запрещается перемещение зерна и продукции, подвергавшихся газовому обеззараживанию, до полного исчезновения из них запаха фумигантов, а при применении метилбромида — до окончания дегазации. Мешки и брезенты после фумигации запрещается перемещать или передавать без предварительной дегазации.

Остаточное содержание в воздухе бромистого метила не должно превышать $1,0 \text{ мг/м}^3$, фосфина — $0,1 \text{ мг/м}^3$ (см. приложение 8).

Меры безопасности при проведении дератизации. При дератизации (на основе использования отравленных приманок) требуется соблюдать следующие правила: изготовление приманок следует проводить в хорошо вентилируемых помещениях (с вытяжным шкафом, специальным инвентарем, столом с легко моющейся поверхностью и умывальником) или на открытом воздухе, если скорость воздуха не превышает 3 м/с ; в процессе приготовления и применения приманок запрещается пользоваться услугами посторонних лиц, раскладывать в помещениях отравленную приманку непосредственно на пол, листы бумаги, картон и т.п.; не использованные по назначению в течение рабочего дня приманки и тару следует вернуть в склад для химикатов или поместить в вытяжной шкаф (как исключение, неиспользованные приманки можно поместить в отдельные нежилые помещения, которые запирают и пломбируют).

При газовой дератизации должны соблюдаться все меры безопасности, предусмотренные для фумигации.

При работе с инсектицидами и родентицидами следует соблюдать правила личной гигиены. Запрещается пить, курить и принимать пищу в обрабатываемом помещении и в помещении, где готовятся приманки. Следует избегать попадания яда на кожу, в глаза и рот. Специалисты, имеющие царапины, ранки, раздражения на коже к работе не допускаются. При сборе и уничтожении трупов грызунов следует пользоваться резиновыми перчатками и щипцами. После контакта с грызунами или их экскрементами следует пользоваться кожными антисептиками (70% -й этанол, $0,5 \%$ -й раствор хлорамина и др.). После работы необходимо вымыть с мылом руки, лицо и другие открытые участки тела, на которые мог попасть яд, прополоскать рот водой, принять гигиенический душ.

Все работы по химической дератизации должны проводить только специалисты экспедиций по защите хлебопродуктов. План проведения дератизационных мероприятий должен быть согласован с отделениями (отделами) профилактической дезинсекции санитарно-эпидемиологических или дезинфекционных станций, которые осуществляют борьбу с грызунами в населенных пунктах и на объектах различных ведомств.

Гигиенические требования, предъявляемые к радиационной дезинсекции зерна. Радиационная дезинсекция продовольственного зерна может проводиться на предприятиях, имеющих специальные установки, зарегистрированные и разрешенные для этих целей компетентными органами. Порядок устройства и размещения установок определяется следующими документами: Санитарными правилами размещения и эксплуатации ускорителей электронов с энергией до 100 МэВ; Санитарными правилами устройства и эксплуатации мощных изотопных γ -установок. Контроль за эксплуатацией установок осуществляет служба радиационной безопасности предприятия.

Для радиационной дезинсекции зерна могут быть использованы следующие виды ионизирующего излучения: поток ускоренных электронов с энергией до 4,0 МэВ; γ -радиация изотопов кобальта-60 или цезия-137. Предельная (максимальная) доза поглощенной энергии (в случае повторной радиационной дезинсекции — суммарная) не более 100 крад.

Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите возможные объекты заражения насекомыми и клещами предприятий хранения и переработки зерна. 2. Опишите порядок определения зараженности, загрязненности и суммарной плотности зараженности. 3. Дайте сравнительную характеристику вредителей хлебных запасов по коэффициенту вредоносности. 4. Охарактеризуйте возможность использования зараженного зерна в зависимости от степени зараженности вредителями. 5. Опишите назначение, особенности конструкции и порядок использования устройства У1-УЗН. 6. Дайте перечень комплекса мер принципиальной защиты хранящегося зерна от вредителей. 7. В чем сущность профилактических мер борьбы с вредителями? 8. Опишите порядок обоснования целесообразности применения истребительных мер на основе прогноза численности насекомых и клещей, а также грызунов. 9. Дайте характеристику физико-механических способов дезинсекции: механической очистки, термической дезинсекции излучением. 10. Дайте классификацию пестицидов по следующим признакам: по объектам применения, по способу проникновения в организм вредителя, по химическому составу, по способу применения. 11. Дайте характеристику дезинсекции различными способами: опыливанием, опрыскиванием, обработкой аэрозолями, фумигацией, отравленными приманками. 12. Дайте краткое описание назначения, особенностей конструкции и использования оборудования для дезинсекции: установки РУП-2, опрыскивателя ОМП-В, установки 4-АГ, установки УГЗ. 13. Охарактеризуйте особенности дезинсекции пустых хранилищ, помещений, оборудования и территорий предприятий. 14. Охарактеризуйте особенности дезинсекции зерна и продуктов его переработки, используемые пестициды; в какие сроки следует оценивать эффективность работ по дезинсекции? 15. Какие бывают виды дегазации? Перечислите способы их осуществления. 16. Опишите сущность и порядок дератизации механическим и химическим способами; порядок оценки эффективности дератизации. 17. Дайте характеристику мер безопасности и охраны окружающей среды при дезинсекции и дератизации.

Глава 8

Приемка и размещение зерна и продуктов его переработки в хранилищах. Учет зерна и зернопродуктов

При поступлении зерна хлебоприемные и зерноперерабатывающие предприятия должны обеспечить быструю приемку и необходимую обработку его до стойкого в хранении состояния, правильное размещение и тщательное наблюдение за хранящимся зерном и продуктами его переработки. Обеспечить сохранность количества и качества зерна и продуктов его переработки.

8.1 Принципиальная технологическая схема приемки и обработки зерна

Хлебоприемные предприятия и элеваторы в соответствии с функциональным назначением обеспечивают приемку, временное хранение, обработку (очистку, сушку), формирование крупных однородных партий, длительное хранение и реализацию зерна, семян зерновых и масличных культур (иногда трав). Конечный результат их деятельности — доведение зерна до установленных промышленных (норм качества при реализации на перерабатывающие предприятия) и других кондиций (посевных, экспортных, специальных).

Среди промышленных различают кондиции базисные (гарантирующие закладываемый в расчеты нормативный — базисный выход готовой продукции) и ограничительные (пониженные по сравнению с базисными нормы качества зерна, обеспечивающие получение стандартной продукции). На зерно с отклонениями от базисных кондиций производится соответствующая скидка (при пониженном качестве) или надбавка (при более высоком качестве) на выход готовой продукции.

Примечание: в соответствии с действующими ГОСТами класс закупаемого и поставляемого зерна определяют по наихудшему значению одного из показателей его качества. Каждая партия зерна должна сопровождаться сертификатом о содержании токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов. Не подлежит закупкам и поставкам зерно с превышением допустимого уровня содержания токсичных элементов, микотоксинов и пестицидов, установленно-го действующими СанПиН. Закупаемое и поставляемое зерно должно быть в здоровом негреющемся состоянии, иметь свойства здорового зерну нормальные цвет и запах (без затхлого, солодового, плесневелого, постороннего).

Все выполняемые с зерном операции связаны с необходимостью транспортирования (внутреннего перемещения) зерна, для чего используются непрерывно действующие машины (конвейеры, норрии и т.д.) и самотечные трубы. Обработывают зерно на непрерывно действующем оборудовании (зерноочистительных машинах, зерносушилках). Все это, в совокупности с оперативными бункерами и хранилищами позволяет организовать техноло-

гический процесс приемки и обработки зерна на хлебоприемных предприятиях по поточному методу даже при использовании машин и оборудования различной производительности.

Под поточным методом приемки и обработки зерна принято понимать систему операций, проводимых в определенной последовательности друг за другом без промежуточных перерывов в обработке (за исключением времени нахождения зерна в накопительных емкостях и оперативных бункерах).

Для проведения перечисленных операций поточным методом на предприятиях создают технологические линии, которые принято классифицировать следующим образом: по функциональному назначению — линии приемки, очистки, сушки и отгрузки; по производственному центру (участку) — элеваторные, башенные (на базе сушильно-очистительных башен — СОБ; приемно-очистительных башен — ПОБ; молотильно-очистительных башен — МОБ), заводские (на базе заводов по приемке и обработке кукурузы и других культур), цеховые (организуемые по тому же назначению, что и заводские).

Принципиальная схема технологического процесса приемки и обработки зерна на элеваторе приведена на рис. 8.1.

8.2 Приемка и размещение зерна в хранилищах

8.2.1 Подготовка к приемке свежесобранного зерна

В соответствии с действующей Инструкцией по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы, в преддверии поступления зерна нового урожая на предприятиях составляется план приемки и размещения зерна.

При этом учитывают: прогнозируемые объемы закупок и других поступлений зерна (например, давальческое зерно), остаток зерна прошлых лет, объемы отгрузки зерна; прогнозируемое качество зерна с учетом данных предыдущих лет и результатов предварительного обследования зерна нового урожая, его целевое назначение; рациональное использование оборудования и вместимости хранилищ с учетом необходимости формирования партий зерна по показателям его качества, состояния, целевого назначения и количества; необходимость проведения и завершения послеуборочной обработки зерна в сроки, обеспечивающие сохранность его качества, в первую очередь партий высококлассной пшеницы, пивоваренного ячменя и крупяных культур; необходимость максимальной механизации операций с зерном, при рациональном (минимальном) его перемещении.

Для обеспечения бесперебойной приемки, правильного размещения, своевременной обработки зерна и максимального использования технологического и транспортного оборудования (в условиях надежных долговременных договоренностей с производителями) передовые предприятия составляют технологические карты. Методика составления последних приведена в Правилах организации и ведения технологического процесса на элеваторах и хлебоприемных предприятиях.

8.2.2 Размещение зерна в хранилищах

При формировании однородных партий зерно размещают отдельно по классам, типам, подтипам, состоянию влажности, содержанию примесей. Характеристика состояния зерновых, зернобобовых и масличных культур по влажности и засоренности приведена в приложении 11.

При формировании партий зерна (кроме зерна риса, рапса, подсолнечника, кукурузы в початках) до обработки по влажности и содержанию сорной примеси при условии последующей обработки на технологических линиях, оснащенных шахтными прямоточными зерносушилками, допускается размещать зерно: по влажности — сухое и средней сухости вместе, влажное, сырое до 22%, сырое свыше 22% с интервалом 6% (для кукурузы, предназначенной на пищевые цели — 5%); по сорной примеси — чистое и средней чистоты вместе; сорное до ограничительных кондиций, сорное свыше ограничительных кондиций.

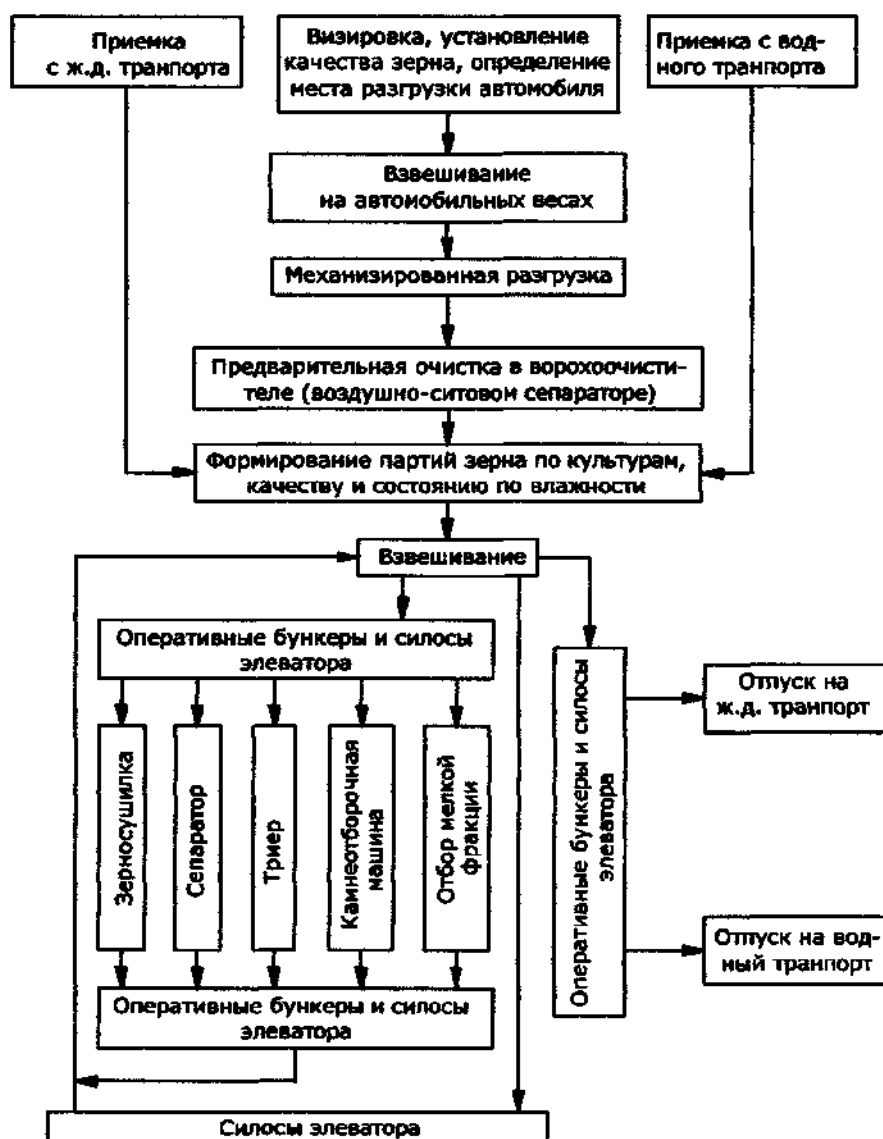


Рисунок 8.1 — Принципиальная технологическая схема приемки и послеуборочной обработки зерна на элеваторе

При направлении партий влажного и сырого зерна на технологические линии, оснащенные шахтными рециркуляционными зерносушилками, формирование партий проводят без разделения зерна по влажности и содержанию сорной примеси.

Свежеубранное влажное и сырое зерно до сушки размещают в зернохранилищах (как исключение, на площадках), оборудованных средствами активного вентилирования.

Высоту насыпи для зерна сухого и средней сухости устанавливают в пределах, допускаемых техническим состоянием хранилища, для сорго — не более 2 м, проса и рапса — не более 3 м.

В силосах элеватора, оборудованных установками для контроля температуры, допускается временно размещать нормальное (здоровое) влажное зерно (кроме зерна риса и семян подсолнечника), подлежащее сушке в объеме пятисуточной производительности зерносушилок или сырого зерна в объеме не более трехсуточной производительности.

Для проведения работ с зерном в процессе хранения или отгрузки необходимо предусматривать резервную емкость в складах в размере 10 % площади, а в элеваторах — не менее одного свободного силоса на каждый подсилосный конвейер.

Металлические силосы рекомендуется использовать для размещения сухого, очищенного и охлажденного зерна пшеницы, ячменя, кукурузы, риса на длительное хранение в пределах допустимых сроков (приложение 12). Максимальная влажность зерна не должна превышать 14 %, а содержание сорной примеси — пределов, установленных для зерна средней чистоты.

Особенности размещения пшеницы. Партии мягкой и твердой пшеницы размещают раздельно по классам в соответствии с товарной классификацией по действующему ГОСТу. Допускается совместное размещение различных сортов сильной пшеницы (высшего, 1-го и 2-го классов) в пределах типа и подтипа.

Особенности размещения зерна риса. Поступающее на предприятие зерно риса размещают отдельно по классам, типам, состояниям влажности и засоренности.

При формировании товарных партий зерна риса по влажности и содержанию сорной примеси до обработки допускается размещать зерно риса: по влажности — сухое и средней сухости вместе, влажное; сырое — свыше 17 % с интервалом 3 %; по содержанию сорной примеси — до 5 % включительно; свыше 5 %.

Сухое и средней сухости зерно риса размещают на хранение в складах или в силосах элеваторов, оснащенных установками активного вентилирования. Влажное зерно размещают на временное хранение (до последующей послеуборочной обработки) в складах, оборудованных установками активного вентилирования естественным или искусственно охлажденным воздухом; срок формирования таких партий до обработки не должен превышать 5 сут. Срок формирования партий сырого зерна до обработки (очистка в потоке от грубых и легких примесей, сушка) не должен превышать 1 сут.

Особенности размещения семян подсолнечника. Формирование партий семян подсолнечника до обработки производится по влажности и содержанию сорной и масличной примесей (табл. 8.1).

Семена подсолнечника (партия 1) размещают в складах с активным вентилированием насыпью высотой не более 3 м; при содержании сорной примеси свыше 3 % направляют на очистку.

Срок формирования семян подсолнечника в партию 2 не должен превышать 1 сут до сушки, с предшествующей ей очисткой от грубых и легких примесей.

Семена партии 3 подлежат первоочередной очистке (от грубых и легких примесей) и сушке в потоке. При оснащении поточных линий рециркуляционными зерносушилками, допускается объединение партий 2 и 3.

Таблица 8.1 — **Формирование партий семян подсолнечника до обработки**

Показатель	Партия 1	Партия 2	Партия 3
Влажность, %	≤8	≤8	>8...12
Содержание, %:			
сорной примеси	≤3	>3...10*	>3...10
масличной примеси	≤7	≤7	≤7

* Партия семян с содержанием сорной примеси свыше 3 до 10 % может быть отнесена к партии 1 только после очистки.

Семена высокомасличных сортов размещают отдельно от рядовых различных сортов, которые допускается размещать совместно. Также отдельно размещаются и обрабатываются партии дефектных семян и с содержанием масличной примеси сверх ограничительных кондиций.

Партии семян подсолнечника, закладываемые на длительное хранение, подлежат размещению в склады, оснащенные установками активного вентилирования. Во избежание случаев возгорания и взрывов категорически запрещается хранение семян подсолнечника в силосах элеваторов и складах силосного типа.

Особенности размещения семян рапса. Формирование отдельно размещаемых партий семян рапса производится по классам (1-й и 2-й классы соответственно пищевого и технического назначения), а также (до обработки) по влажности и содержанию сорной примеси (табл. 8.2).

Таблица 8.2 — **Формирование партий семян рапса**

Показатель	Партия 1	Партия 2
Влажность, %	≤8	>8...15
Содержание, %:		
сорной и масличной примесей (в сумме)	≤15	≤15
в т.ч. сорной примеси	≤5	≤5

Семена рапса партии 1 размещают в складах с активным вентилированием, насыпью высотой не более 3 м.

Срок формирования семян рапса в партию 2 не должен превышать 1

сут до сушки с предшествующей ей очисткой от грубых и легких примесей.

Семена рапса размещают на длительное хранение в сухом и охлажденном состоянии в склады, оснащенные установками активного вентилирования. Для этого с учетом высокой сыпучести (вернее, текучести) рапса склады тщательно герметизируют, заделывают все отверстия в дверных проемах, места примыкания вентиляционных каналов к полу зерносклада закрывают полотнами из решетчатого полотна с отверстиями диаметром 0,8...1,0 мм.

Особенности размещения кукурузы в початках. Формирование однородных партий кукурузы в початках осуществляется по классам и типовому составу. Кукурузу в початках в зависимости от влажности размещают на временное хранение отдельно (табл. 8.3).

Таблица 8.3 — Место и условия размещения кукурузы в початках при влажности (%)

≤16,0	>16...20	>20...25	>25
В обычных зерноскладах или под навесами насыпью высотой до 3,5 м	В складах или под навесами с применением вертикальных воздухораспределительных труб и горизонтальных каналов насыпью высотой до 3 м	На специально подготовленных площадках с применением вертикальных воздухораспределительных труб и горизонтальных каналов насыпью высотой до 2,5 м	На специально подготовленных площадках с применением вертикальных воздухораспределительных труб и горизонтальных каналов насыпью высотой до 1,5 м

При размещении кукурузы в початках в хранилищах, не оборудованных установками активного вентилирования, а также под навесами и на специально подготовленных площадках устраивают каналы и устанавливают решетки и трубы на расстоянии 1,5...2,5 м друг от друга для пассивного вентилирования.

Особенности размещения проса. Поступающее на предприятия просо размещают, обрабатывают и хранят отдельно по классам и типовому составу, состояниям влажности и засоренности.

При возможности обработки партий влажного и сырого зерна проса на технологических линиях, оснащенных рециркуляционными зерносушилками, допускается формирование партий без деления по влажности и содержанию сорной примеси.

Партии проса до обработки размещают в складах, оборудованных установками активного вентилирования. Категорически запрещается размещение сырого и влажного зерна проса в силосах элеватора.

Особенности размещения зерна по особо учитываемым признакам. Зерно, принимаемое по особо учитываемым признакам — морозобойное, головневое, фузариозное, поврежденное клопом-черепашкой, зараженное клещами, с несвойственным ему запахом, с наличием проросших зерен (свыше 5 %), а также засоренное вредными (головня, спорынья, угрица, горчак ползучий, софора лисохвостная, вязель разноцветный и др.) и трудноотделимыми примесями (овсюг, татарская гречиха, костер, галька и др.), с содержанием

пестицидов выше допустимых норм, размещают и обрабатывают отдельно.

Партии зерна с содержанием проросших зерен свыше ограничительных кондиций, прошедшие послеуборочную обработку, размещают преимущественно в склады, оборудованные установками активного вентилирования с высотой насыпи, установленной для зерна нормального качества.

Партии зерна пшеницы, ячменя, ржи, овса и проса с содержанием проросших зерен свыше ограничительных кондиций во влажном и сыром состоянии перед размещением в зернохранилище подлежат первоочередной очистке (от грубых и легких примесей) и сушке в потоке.

8.3 Особенности приемки, размещения, хранения и обработки семенного зерна

8.3.1 Причины снижения посевных качеств семян при хранении и обработке

Посевные качества семян оценивают по следующим показателям: жизнеспособности, энергии прорастания и всхожести. Наиболее важным из них для оценки семенных достоинств является показатель «всхожесть». Различают всхожесть лабораторную и полевую, которую оценивают по результатам прорастания семян в реальных полевых условиях — в почве, населенной микроорганизмами.

Теоретические основы хранения зерна позволяют сформулировать основные причины снижения всхожести семян, вызванные условиями уборки, а также нарушением режимов его обработки, временного и длительного хранения. Среди них: отравление продуктами своего дыхания; активное развитие микроорганизмов; развитие клещей и насекомых; самосогревание; действие низких (отрицательных) температур; действие высоких температур (при сушке); травмирование семян при перемещениях и обработке; неправильное применение средств химической дезинсекции; превышение допустимых сроков хранения.

Отравление продуктами своего дыхания. Интенсивное дыхание семян повышенной влажности сопровождается, как следует из п. 2.2, накоплением в межзерновом пространстве диоксида углерода и развитием в клетках семян анаэробного дыхания. Выделяющийся при этом этанол (этиловый спирт) оказывает губительное воздействие на клетки зародыша, и семена быстро теряют всхожесть. Сухие семена (с малой интенсивностью дыхания) по этой причине всхожести не теряют даже при длительном хранении, и тем не менее их следует размещать на хранение в хранилища, оснащенные установками активного вентилирования.

Активное развитие микроорганизмов. Создание благоприятных условий для активного развития микроорганизмов в период уборки и последующего хранения семян неизбежно приводит к снижению и даже полной потере ими всхожести. Решающая роль в этом принадлежит грибам — основным представителям поверхностной и субэпидермальной микрофлоры, таким, как *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Fusarium*, различным представителям из родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Следовательно, защита семян от микроор-

ганизмов — важнейшее мероприятие, позволяющее сохранить всхожесть семян не только лабораторную, но и полевую.

Развитие клещей и насекомых. Закладываемые на хранение партии семян не должны быть зараженными вредителями хлебных запасов, так как развитие в зерновой массе насекомых и клещей всегда сопровождается снижением всхожести; такие партии семян подлежат обязательному обеззараживанию.

Самосогревание. Самосогревание уже на начальных стадиях развития частично снижает лабораторную и существенно полевую всхожесть семян. Систематический контроль состояния зерновых масс и своевременное принятие действенных мер позволяет предотвратить это негативное явление.

Действие низких (отрицательных) температур. Семена, содержащие влагу, обладающую свойствами обычной воды, подвержены отрицательному действию температур ниже 0 °С. Например, семена влажностью 20...22 % в течение короткого времени теряют всхожесть уже при температурах –5...–10 °С. В то же время, семена всех культур влажностью ниже критической сохраняют всхожесть в течение длительного периода хранения при температурах –20...–25 °С. И тем не менее переохлаждение не только семян, но и зерна продовольственного и кормового назначения нежелательно; оно приводит к значительным перепадам температур в весенний период и негативным последствиям явления термо- и влагопроводности.

Действие высоких температур (при сушке). Использование режимов сушки с нагревом семян выше допустимых температур, определяемых их термоустойчивостью, может привести не только к частичной (в результате перегрева отдельных слоев зерна), но и к полной потере всхожести семян. Правильно же проведенная сушка способствует обеззараживанию поверхности семян от микроорганизмов и повышению их полевой всхожести.

Травмирование семян при перемещениях и обработке. Обработка семенного материала с целью доведения его до лучших посевных кондиций и повышения устойчивости при несоблюдении режимов хранения может травмировать семена и тем самым понизить их всхожесть. Это может происходить не только при непосредственной обработке, например, в зерноочистительных машинах, но и при всех перемещениях, связанных с приемкой, обработкой и закладкой семян на хранение. Поэтому перемещение должно быть минимальным (лучше всего в потоке), а рабочие органы и режимы работы обрабатывающего технологического оборудования и транспортирующих машин подобраны с учетом предупреждения (или минимального) травмирования семян.

Неправильное применение средств химической дезинсекции. Многие химические препараты, используемые для борьбы с вредителями хлебных запасов (например, пропионовая кислота, метилбромид, хлорпикрин), снижают всхожесть семян. Поэтому для химической дезинсекции следует использовать препараты, которые не оказывают отрицательного влияния на всхожесть семян.

Превышение допустимых сроков хранения. Закладываемые на хра-

нение семена характеризуются определенной долговечностью. Превышение допустимых сроков хранения может привести к полной потере всхожести семян. Продолжительность безопасного (для всхожести) хранения семян зависит от их влажности и температуры. Например, партии семян, влажность которых лишь на 1...1,5 % ниже критической, следует реализовать (во избежание снижения их всхожести) в течение одного года. Для более длительного хранения (в течение нескольких лет) необходимо, чтобы влажность семян была минимум на 2 % ниже критической. Дополнительное важное условие — температура семян при хранении должна быть в пределах от 0 до 5...10 °С.

8.3.2 Подготовка к приемке свежесобранных семян

В преддверии поступления свежесобранных сортовых и гибридных семян составляют план их размещения по семеноводческим хозяйствам с учетом объемов закупок по культурам, сортам (гибридам), репродукции, категории сортовой чистоты, классам семенного стандарта, влажности и содержания примесей. Далее подготавливают необходимое количество щитов, мешков, этикеток, пломб, а также бланков для оформления операций с сортовыми и гибридными семенами. До начала уборки получают акты апробации сортовых посевов по всем семеноводческим хозяйствам, с которыми заключены договоры закупки.

Выделенные для приемки и размещения семян склады должны быть оборудованы средствами активного вентилирования, своевременно отремонтированы, обеззаражены, иметь закрома (отсеки) и отвечать всем санитарным и техническим требованиям.

8.3.3 Размещение семян

В соответствии с действующей Инструкцией о порядке приемки, размещения, обработки и хранения семян, поступающие семена должны сопровождаться сортовыми документами установленной формы (аттестатом на семена — для семян элиты всех культур; свидетельством на семена — для семян всех классов, I и последующих репродукций; свидетельством — на гибридные семена кукурузы; сортовым удостоверением — на семена I и последующих репродукций, не отвечающие нормам семенных стандартов по чистоте и влажности).

Приемка семян осуществляется по действующему стандарту — ГОСТ «Семена сельскохозяйственных культур. Правила приемки и методы отбора проб». После проведения в установленном порядке анализа лаборатория предприятия направляет их в хранилище в соответствии с планом размещения.

Порядок размещения семян по влажности и содержанию сорной примеси до обработки аналогичен установленному для продовольственного и кормового зерна.

В процессе приемки для рационального размещения допускается объединять (с составлением акта) мелкие партии идентичных семян II и последующих репродукций, поступивших от разных хозяйств. При этом процент

сортовой чистоты объединенной партии показывают по низшему показателю, а посевные качества семян — по данным анализа проб, отобранных от объединенных партий.

Отдельно от незараженных и незасоренных семян размещают: семена, пораженные пыльной головней свыше 0 до 0,002 % и свыше 0,002 до 0,5 %; семена с примесью головневых мешочков или рожков спорыньи в допустимых пределах; семена гороха с примесью пелюшки, чечевицы и плоской вики в допустимых пределах; семена, зараженные клещом.

Семена элиты зерновых (кроме кукурузы) и масличных культур следует хранить в мешках с внутренними и наружными этикетками, семена мелко-семянных культур — в двойных мешках. Протравленные семена кукурузы следует хранить в крафт-мешках или в ламинированных мешках открытого или закрытого типа. Для хранения протравленных семян кукурузы выделяются склады, расположенные отдельно от складов с продовольственным и кормовым зерном. Семена I, II и последующих репродукций хранят, как правило, насыпью с вывешиванием соответствующего ярлыка. Допустимая высота штабеля и насыпи при хранении в складах сухих семян приведена в приложениях 12 и 13. При хранении в силосах высота насыпи должна быть не более 12 м.

Временное хранение нуждающихся в сушке семян (влажностью до 17 %) допускается только в складах, оборудованных установками для активного вентилирования. При влажности выше 17 % партии сортовых семян должны быть высушены в потоке при приемке.

В целях предотвращения смешивания или засорения не допускается складировать в смежных закромах или штабелях семена двух сортов одноименной культуры, а также семена трудноотделимых друг от друга культур, например ржи и пшеницы, пшеницы и ячменя, пшеницы и риса и т.д.. Смежные закрома с различными культурами не догружают до верха минимум на 15 см. При размещении нескольких партий сортовых семян в зерновых складах, не имеющих отсеков, можно использовать хлебные щиты. При этом временные отсеки, образованные хлебными щитами, обязательно должны быть отделены друг от друга проходами шириной не менее 1 м; в складах, оборудованных установками для активного вентилирования (или аэрожелобами), щиты размещают с условием обеспечения работы этих установок.

Для предотвращения травмирования семян при транспортных операциях, связанных с их приемкой и размещением на хранение (а также при обработке), не следует применять скоростные норрии, транспортеры шнековые и с погружными скребками, многократные перемещения семян норями и другими транспортными механизмами. Для снижения скорости падения семян при перемещении на ленточных конвейерах и самотеках рекомендуется использовать мягкие (изготовленные из брезента, мешковины и т.д.) рукава.

8.3.4 Обработка семян и обеспечение их сохранности

Принципиальная технологическая схема обработки и хранения семян. Партии семян, не разделенные на классы по влажности и чистоте под-

вергаются послеуборочной обработке, которая состоит из следующих основных технологических приемов и операций: отбор проб; взвешивание; разгрузка транспорта; предварительная очистка на ворохоочистителях (или воздушно-ситовых сепараторах); временное хранение семян в накопительных емкостях (бункерах, складах), оборудованных установками активного вентилирования с целью формирования партий для сушки или закладки их на хранение; сушка на зерносушилках или установках активного вентилирования (с подогревом либо без подогрева атмосферного воздуха); очистка семян от примесей до норм 1-го класса стандартов на семена или, в крайнем случае, при наличии трудноотделимых сорняков до норм 2-го класса (по чистоте); обеззараживание партий семян от вредителей; хранение семян в охлажденном (до низких положительных температур) состоянии; протравливание; отпуск семян.

Очистка семян. На первом этапе обработки, поступившие на предприятие свежееубранные семена подвергают предварительной очистке от органических и минеральных примесей (остатков соломы, колосьев, стеблей растений, комочков земли и др.) для создания нормальных условий для временного хранения семян и последующей их обработки. Для этого используют ворохоочистители, скальператоры, специализированные пневмосепараторы.

Второй этап очистки проводят для удаления зерновой примеси и семян сорных растений (1-я и 2-я операции), а также с целью фракционирования, т.е. разделения обрабатываемых семян на фракции, отличающиеся посевным качеством, составом, содержанием невыделенных примесей по определенным признакам (3-я операция). При этом 1-ю и 2-ю операции проводят на воздушно-ситовых сепараторах, а 3-ю — на ситовых либо пневмосепараторах.

Третий этап сепарирования (окончательную очистку) семян проводят с целью доведения их до высших кондиций по чистоте. Она включает триерование и сортирование по плотности последовательно на цилиндрических триерах, зерноситовеечных машинах (концентраторах), пневматических сортировальных столах.

Первоочередной очистке подвергают партии семян: с высокой влажностью и засоренностью; зараженные вредителями и болезнями; подлежащие сушке; имеющие признаки снижения качества. При этом в первую очередь очищают семена высших репродукций и категорий, а затем — низших. Второй и третий этапы сепарирования семян зерновых культур осуществляют при влажности не более 14,5%.

Особенности и режимы очистки семян различных культур детально описаны в действующей Инструкции о порядке приемки, размещения, обработки и хранения семян.

Сушка семян. На хлебоприемных предприятиях и элеваторах для сушки семян используются преимущественно шахтные прямоточные зерносушилki типов ДСП, СЗШ, ВТИ, а при их отсутствии — рециркуляционные зерносушилki с нагревом зерна в падающем слое типов «Целинная», РД-25, РД-2×25. Семена пшеницы, ячменя, гороха, подсолнечника, клещевины мож-

но просушить в камерных сушилках, предназначенных для сушки семенной кукурузы в початках. Для сушки семян рапса используются передвижные зерносушилки К4-УС2А, шахтные М-819, бункера активного вентилирования БВ-25 (ОБВ-100), напольные сушилки с применением металлической сетки с размером ячейки 0,7 мм и воздухоподогревателя ВПТ-600. Особенности и режимы сушки семян различных культур детально освещены в действующей Инструкции о порядке приемки, размещения, обработки и хранения семян.

Активное вентилирование семян. Осуществляется как с целью охлаждения, так и с целью их сушки в складах, оборудованных стационарными и переносными вентиляционными установками, аэрожелобами, а также в вентилируемых бункерах. Порядок размещения семян при вентилировании соблюдают в соответствии с действующей Инструкцией о порядке приемки, размещения, обработки и хранения семян, а режимы вентилирования устанавливают в соответствии с действующей Инструкцией по активному вентилированию зерна и маслосемян (техника и технология).

Охлаждать семена атмосферным воздухом следует в сухую и холодную погоду, в наиболее холодные часы суток при температуре воздуха ниже температуры семян не менее чем на 5 °С. Партии семян, не прошедшие послеуборочное дозревание (с пониженной энергией прорастания) и предназначенные на посев текущего года, не следует охлаждать ниже 15 °С. Эти партии в дневное время суток вентилируют теплым воздухом с целью ускорения процессов послеуборочного дозревания.

С наступлением морозов температуру хранящихся семян понижают до низких положительных температур (не ниже 0 °С). Перед отпуском таких семян на посев их рекомендуется вентилировать сухим теплым или подогретым до 25...30 °С воздухом в течение нескольких (до 5) суток.

При обнаружении в семенах вредителей хлебных запасов (насекомых и клещей) и невозможности проведения химической дезинсекции проводят вентилирование с целью охлаждения семян до температуры ниже 15 °С.

С целью сушки вентилируют атмосферным воздухом с относительной влажностью не выше 55...65 % семена пшеницы, ржи, ячменя, риса, гороха, сои, кукурузы влажностью не более 17 %, рапса — 13 %, подсолнечника — 10 %. Сушку заканчивают, когда влажность основных культур в поверхностном слое насыпи достигает 14...15 %, подсолнечника — 6...7, кукурузы, сои, проса — 12...13 %.

Защита семян от насекомых и клещей. Закладываемые на длительное хранение семена должны быть здоровыми и незараженными насекомыми и клещами.

Перед закладкой семян на хранение насыпью их в профилактических целях рекомендуется обработать в потоке опрыскиванием одним из пестицидов контактного действия, исходя из нормы расхода по действующему веществу (г / т): карбофос — 15, волатон — 5, метатион — 10, актеллик — 10, смесь перметрина и актеллика — 5,5 (с содержанием компонентов в смеси, соответственно 2 и 3,5 г / т). Поверхность насыпи уже заложенных на хране-

ние незараженных семян в профилактических целях можно обработать карбофосом при помощи генератора тумана пестицидов. Норма расхода карбофоса при этом составляет $0,2 \text{ г/м}^3$ по действующему веществу на объем надзернового пространства.

Незараженные партии затаренных семян в профилактических целях обрабатывают опрыскиванием или аэрозолями. Зараженные вредителями партии сначала фумигируют, а после дегазации обрабатывают карбофосом с целью защиты от повторного заражения. При обработке опрыскиванием карбофос применяют в виде водной эмульсии при норме расхода $0,3 \text{ г}$ по действующему веществу на 1 м^2 поверхности штабеля (расход рабочей жидкости 50 мл/м^2); при обработке аэрозольным способом — $0,2 \text{ г/м}^3$ (из расчета на весь объем склада). Опрыскиванием обрабатывают всю наружную поверхность штабелей, а также проходы между ними, стены склада и столбы. Штабели после обработки не перекладывают.

Профилактическую обработку инсектицидами свободных семеновохранилищ, тары, инвентаря, оборудования и территорий проводят так же, как и обработку объектов для хранения и переработки зерна продовольственного и кормового назначения.

В случае обнаружения в семенах насекомых и клещей, производят обеззараживание: в насыпи — фумигантами и инсектицидами контактного действия (обработкой в потоке); в таре — фумигантами. Среди фумигантов допускается применять препараты: генерирующие фосфин — для семян зерновых культур; металилхлорид — для семян зерновых, бобовых культур и подсолнечника; метилбромид — для семян гороха и кормовых бобов. Среди пестицидов контактного действия используют карбофос, волатон, метатион, актеллик или смесь его с перметрином.

Выбор пестицида и способа его применения, а также все работы по обеззараживанию осуществляют работники специализированных экспедиций по защите хлебопродуктов.

Протравливание семян. Отгружаемые для посева семена протравливают в соответствии с действующей нормативно-технической документацией — Инструкцией по протравливанию семян сельскохозяйственных культур пленкообразующими составами, Списком химических и биологических средств борьбы с вредителями, методическими указаниями «Протравливание семян сельскохозяйственных культур пленкообразующими составами и препаратами», рекомендациями «Защита зерновых культур от головневых болезней и кормовых гнилей», Рекомендациями по протравливанию семян сельскохозяйственных культур.

8.4 Особенности хранения и обработки отдельных зерновых культур

8.4.1 Особенности хранения и обработки зерна риса

Свежеубранное зерно риса имеет ряд специфических особенностей. Среди них: повышенная влажность и температура в период уборки (и заку-

пок); высокая интенсивность дыхания свежееубранного сырого и влажного зерна, которая является результатом не только повышенной влажности и температуры, но и незавершенности процесса послеуборочного дозревания. Последствия этих особенностей проявляются в виде быстрого самосогревания и пожелтения зерен риса. И, наконец, третья специфическая особенность — хрупкость зерновок и повышенная подверженность трещинообразованию при воздействии органов транспортирующих машин и технологического оборудования (в процессе послеуборочной обработки).

Учет этих особенностей зерна риса, как объекта послеуборочной обработки и хранения позволяет сократить его потери до минимума и обеспечить поставку на крупозаводы сырья высокого качества.

Первичную очистку и обеспыливание зерна риса в потоке (до сушки) проводят на ворохоочистителях (или других воздушно-ситовых машинах), аспирационных колонках.

Для сушки зерна риса используются шахтные прямоточные сушилки, рециркуляционные сушилки с нагревом зерна в камерах с падающим слоем, шахтные рециркуляционные зерносушилки (без дополнительных устройств для нагрева зерна). Снижение влажности зерна риса за один пропуск в шахтных прямоточных сушилках допускается не более 3 %, а в рециркуляционных — не более 10 %.

Повторную (после сушки) очистку зерна риса проводят на сепараторах типа БЦС, БЛС, БИС.

Режимы вентилирования зерна риса в складах до обработки, а также режимы сушки и повторной очистки устанавливаются с учетом Инструкции по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы.

8.4.2 Особенности хранения и обработки семян масличных культур (и сои)

Масличные культуры в отличие от зерновых культур имеют свои характерные особенности, от которых зависят режимы хранения и обработки семян.

Первая характерная особенность. Высокое содержание жира, который, в отличие от белков и крахмала, не способен связывать и удерживать влагу. В результате, даже при общей невысокой влажности семян концентрация влаги в частях семени, содержащих белки и углеводы, может быть очень высокая и тем выше, чем больше содержание жира. Следствием этого, т.е. неравномерного распределения влаги в анатомических частях отдельных семян, является то, что интенсивность биохимических превращений, в первую очередь дыхание, определяется, как следует из п.п. 2.3, не общей влажностью семян масличных культур, а влажностью лишь их гидрофильной части. Именно поэтому, для семян масличных культур, при наличии тех же состояний влажности, установлена пониженная влажность (приложение 11).

Вторая характерная особенность. Дыхание семян происходит в основном за счет жира, который при окислении выделяет больше теплоты, чем окисляющиеся при дыхании углеводы.

Третья характерная особенность. Большинство масличных культур убирают в поздние сроки, когда количество осадков увеличивается, в результате чего на хлебоприемные предприятия часто поступают семена повышенной влажности. Быстро протекающее в таких семенах самосогревание резко снижает их качество, ядро темнеет, жиры прогорают, и качество вырабатываемого масла значительно снижается.

Четвертая характерная особенность. В результате неравномерного созревания, например в корзинках подсолнечника, семена характеризуются существенной невыравненностью по влажности.

Пятая характерная особенность. Наличие в масличных семенах шелушенных и битых семян, которые относят к масличной примеси и которые строго ограничивают при приемке, приводит к тому, что семена быстро плесневеют, в первую очередь зародыш. Жир быстро прогоркает из-за быстрого доступа к нему воздуха (кислорода) вследствие отсутствия плодовой оболочки (лузги).

Несомненно и то, что при хранении масличных культур существенную роль играют и микроорганизмы, для многих из которых жиры являются благоприятной питательной средой.

Именно с учетом этих особенностей, делающих, в совокупности свежесобранные партии масличных семян весьма неустойчивыми при хранении, выбор режимов их вентилирования (до обработки), очистки и сушки следует устанавливать в соответствии с Инструкцией по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы.

8.4.3 Особенности хранения и обработки зерна кукурузы в початках

Значительная часть свежесобранного зерна кукурузы поступает на хлебоприемные предприятия в початках и, как правило, с высокой влажностью, особенно стержня. Более того, каждая партия содержит початки не только с зернами различной спелости, но и поврежденные плесенью. Другими специфическими особенностями, существенно влияющими на устойчивость початков кукурузы при хранении, являются: соотношение массы зерна и стержня, зародыша и остальной части зерновки (масса зародыша составляет до 8...15 % массы зерна); гигроскопические свойства отдельных составных частей початка и зерна (повышенной гигроскопичностью отличаются стержень, нити, обертки и зародыш); высокие скважистость и теплопроводность насыпей кукурузы. Наличие в початках большого запаса легкоусвояемых микроорганизмами химических соединений, особенно в недозрелых зернах, приводит к тому, что початки кукурузы легко плесневеют, особенно при повышенных значениях температуры и влажности. Плесени быстро развиваются на початках уже при влажности выше 16 %. Причем, на зерне плесени начинают развиваться сначала снаружи зародыша в виде скопления тел желтовато-зеленого цвета, затем проникают под плодовую и семенную оболочки и быстро поражают весь зародыш, образуя темную порошкообразную массу. При механическом повреждении оболочек, отпотевании и увлажнении насыпи создаются благоприятные условия для развития плесени.

Основным способом обеспечения сохранности кукурузы является ее сушка до устойчивого при хранении состояния, т.е. до влажности зерна, равной 13,5 %. Активное вентилирование с целью сушки применяют лишь при условии поступления кукурузы в початках влажностью не более 18 %, да и то при благоприятных погодных условиях. Поэтому рекомендуется всю поступающую на предприятие кукурузу обмолачивать и подвергать обработке в день ее приемки. Это в наибольшей степени распространяется также на партии кукурузы — греющиеся и содержащие недоразвитые или пораженные микроорганизмами початки. Их направляют на обмолот, первичную очистку (в ворохоочистителях или скальператорах) и сушку в первую очередь.

Кукурузу обмолачивают при соблюдении нижеприведенных режимов (табл. 8.4)

Таблица 8.4 — Рекомендуемые режимы обмолота кукурузы

Марка молотилки	Влажность зерна в початках, %	Скорость вращения молотильного барабана	
		м/с	мин ⁻¹
МКП-У	16...23	5,7	430
	>23...26	7,7	580
	>26	11,7	875
МКП-12	14...23	4,0...6,0	300...450
	>23...27	6,1...8,5	455..640
МКП-30С	>27...33	8,6...13,0	645...975
	>33...37	13,1...14,6	980...1100

При обмолоте следует обращать внимание на количество остающегося на стержнях зерна (не должно превышать 1,2 % массы стержней) и количество битых зерен (не должно превышать 2,5 % массы намолоченного зерна).

При активном вентилировании с целью охлаждения и сушки кукурузы в початках руководствуются рекомендациями Инструкции по активному вентилированию, при сушке обмолоченного зерна в шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилках — рекомендациями Инструкций по хранению и сушке, при очистке обмолоченного и просушенного зерна кукурузы в воздушно-ситовых сепараторах — рекомендациями Инструкции по очистке.

8.4.4 Особенности хранения и обработки зерна проса

Повышенная влажность поступающих на предприятия партий проса может стать причиной увеличения содержания в них испорченных и проросших зерен, которые очень трудно, а иногда и невозможно выделить в зерноочистительных машинах. Весьма нестойки в хранении и партии проса с высоким содержанием ошелушенных (поврежденных) зерновок. При повышенной влажности эти зерновки быстрее, чем целые, повреждаются микроорганизмами. В них значительно быстрее протекают гидролитический и окислительный процессы, сопровождаемые распадом жира и появлением прогорклого вкуса.

С учетом этого сушку и очистку зерна проса следует при наличии воз-

возможности проводить в потоке по мере поступления. При этом приоритет отдается партиям влажного и сырого зерна — они подлежат сушке в шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилках, в т.ч. с нагревом зерна в камерах с падающим слоем, в течение суток с момента поступления на предприятие. Зерно при наличии испорченных и поврежденных зерен до 3,5 %, перед закладкой на хранение рекомендуется высушивать до влажности 12 %. Для партий зерна проса влажностью 13 %, при температуре в насыпи не выше 20 °С, рекомендуемые сроки хранения составляют: при содержании испорченных и поврежденных зерен до 1,5 % — не более 8 месяцев, до 3,5 % — не более 6 месяцев.

Режимы вентилирования партий проса перед обработкой устанавливаются в зависимости от содержания испорченных и поврежденных зерен в соответствии с рекомендациями Инструкции по хранению. Режимы сушки проса в зерносушилках устанавливают также в соответствии с этой же Инструкцией.

Очистку проса проводят преимущественно на сепараторах А1-БЦС-100, БИС-100 и типа БЛС; режимы воздушной обработки зерна в них устанавливают с учетом максимального извлечения испорченных зерен.

8.5 Особенности размещения и хранения муки и крупы

8.5.1 Размещение муки и крупы

Поступающая на хранение затаренная в мешки продукция (мука и крупа) размещается по складам (и секциям складов) с учетом ее видового и сортового состава и условий сохранности качества продукции. При этом мука и крупа, поступающие на склады хлебоприемных предприятий, реализационных и хлебных баз, должны укладываться в штабеля повагонно; поступающие из выбойного отделения мельниц и крупозаводов в склад — должны укладываться в штабеля по датам выработки, посменно, повагонно — массой не более 70 т (при выработке менее 70 т в смену разрешается укладывать в один вагонный штабель продукцию смежных смен). Размещать муку и крупу в складах вместе с зерном, отходами, отрубями, комбикормами, тарой, оборудованием и материалами запрещается. Также запрещается хранить в одном складе продукцию зараженную вредителями хлебных запасов и незараженную.

Для осуществления операций по приемке и отпуску муки и крупы ширина прохода для погрузочно-разгрузочных работ должна быть не менее 1,25 м (при использовании ленточных конвейеров) и до 3,8 м (при использовании электропогрузчиков). Для обеспечения нормальных условий с целью наблюдения за состоянием продукции в процессе хранения между штабелями и около стен оставляют проходы шириной 0,7 м.

Мешки с продукцией принято укладывать в штабеля «тройником» ровно по отвесу (при ручном способе допускается укладка мешков «пятериком»). Как исключение, муку и крупу, для обеспечения сохранности которых необходимо усиленное проветривание (трудно дегазируемые, с повышенной

влажностью при поступлении), укладывают «четвериком». При «сквозной» укладке мешки располагают следующим образом: два мешка первого ряда кладут параллельно с небольшим зазором между ними, следующую пару второго ряда мешков кладут на первую поперек, а третью пару — на вторую, как первую, и т.д. Мешки всех рядов кладут на ребро. Высота штабеля при «сквозной» укладке не должна превышать шести рядов. При формировании штабеля обычной укладки с помощью электропогрузчика пакеты укладывают в два яруса на поддонах; при использовании ленточных транспортеров допускается сплошная укладка мешков. Высота укладки штабеля муки и крупы стандартной влажности равна 16 (по количеству рядов мешков по высоте) при массе мешка 50 кг и 12 при массе мешка свыше 50 до 70 кг включительно.

При бестарном способе хранения вырабатываемую на мукомольном заводе муку через автоматические весы направляют аэрозольтранспортерами или аэрожелобами на хранение в специальные установки бестарного хранения вместимостью от 150 до 1500 т, в которых мука может храниться без тары до 10 сут, после чего шнековыми, цепными или аэрозольтранспортерами она отгружается в бункера авто- или вагонов-муковозов.

8.5.2 Хранение муки и крупы

Для сохранения качества продукции (муки и крупы) в штабелях проводят ее охлаждение вентилированием (проветриванием) складов. С этой же целью штабеля периодически перекалывают, для чего мешки из нижних рядов укладывают на верхние. Для каждой партии устанавливают сроки перекалки в зависимости от качества и состояния продукции, продолжительности хранения и высоты укладки.

При определении целесообразности вентилирования (проветривания) следует пользоваться таблицей равновесной влажности круп (приложение 15).

Для предупреждения заражения продукции вредителями хлебных запасов после укладки муки или крупы штабеля в профилактических целях подвергают опрыскиванию водным раствором карбофоса. При обнаружении вредителей хлебных запасов в поступающей или хранящейся муке и крупе такую продукцию подвергают обеззараживанию (в соответствии с действующей Инструкцией), подработке и реализуют в первую очередь.

Оптимальными для обеспечения сохранности муки и крупы считаются следующие условия: относительная влажность воздуха до 70 % и температура не более 10 °С (при наступлении весеннего потепления окна и двери держат закрытыми, открывая их в случае крайней необходимости).

При обнаружении в штабеле мешков со слежавшейся или подмоченной продукцией или заплесневевших, штабель перекалывают, снижают его высоту, выделяют подмоченные или заплесневевшие мешки, продукцию из них пересыпают в чистые мешки, а в необходимых случаях просеивают для отделения образовавшихся корок и комьев и реализуют в первую очередь в установленном порядке.

Штабеля с продукцией, имеющие повышенную температуру, немедленно разбирают и выделяют мешки с греющейся мукой или крупой. Для охлаждения эти мешки вскрывают и устанавливают на некотором расстоянии друг от друга, а склад проветривают. После охлаждения мешки укладывают сквозным штабелем высотой не более шести рядов.

Очередность отпуска муки и крупы устанавливают с учетом качественного состояния продукции, даты выбоа и условий хранения. В первую очередь реализуют муку и крупу, нестойкую в хранении.

8.6 Особенности приемки, размещения

и хранения комбикормов

8.6.1 Приемка, размещение и хранение сырья

Комбикормовые предприятия составляют и ежемесячно корректируют план приемки и размещения сырья с учетом планируемого объема поступления, фактического наличия складской емкости, требований пожаро-и взрывобезопасности, рационального использования вместимости хранилищ и оборудования для разгрузки, максимальной механизации работ, других факторов.

Сырье в складах и элеваторах размещают с учетом обеспечения его сохранности, минимального перемещения в процессе хранения и возможности подачи в производство любого вида сырья, требуемого для выработки продукции по заданному рецепту. Зерновое и гранулированное сырье, обладающее хорошей сыпучестью, размещают преимущественно в силосах элеваторов. Трудносыпучие виды сырья размещают в напольных складах или металлических бункерах (силосах) небольшой вместимости.

Допустимые сроки непрерывного хранения отдельных видов трудносыпучего сырья в бункерах и силосах приведены ниже.

<i>Сырье</i>	<i>Сроки непрерывного хранения, сут*</i>
Отруби, мучка	12...15
Жмых, шрот	8...11
Мука мясокостная, мясная, рыбная, дрожжи кормовые	8...10
Мука известняковая, фосфаты кормовые	17...20

* Минимальные сроки — для сырья с наибольшей влажностью, установленной в действующих стандартах, максимальные — для сырья с влажностью на 2...3 % ниже стандартных предельных значений; при влажности на 2...3 % выше стандартных предельных значений, сроки непрерывного хранения сокращают в 2 раза.

По истечении допустимых сроков хранения осуществляют перекачку сырья в другие силосы, для чего на предприятии должны быть специальные линии для перекачки.

Рассыпные корма травяные, мука хвойная, витаминная из древесной зелени, кормовая из виноградных выжимок поступают в таре и хранятся в

напольных складах в этой же таре в штабелях до подачи в производство.

Премиксы, поступающие в таре, хранят затаренными до подачи в производство (возможны их растаривание при приемке и последующее хранение в бункерах). Премиксы, перевозимые бестарным способом, хранят в бункерах. С целью предотвращения самосортирования премиксов, высота бункеров не должна превышать 5 м. Использование силосов для бестарного хранения премиксов возможно при условии оснащения их устройствами для предотвращения самосортирования при загрузке.

Запасы сырья, необходимые для обеспечения ритмичной и бесперебойной работы предприятия, устанавливаются в соответствии с Нормами технологического проектирования комбикормовых предприятий.

8.6.2 Размещение и хранение комбикормов

Готовая продукция комбикормовых предприятий (в рассыпном, гранулированном виде и в виде крупки из гранул) хранится в силосах и складах напольного хранения. При этом хранилища должны обеспечить раздельное хранение каждого вида комбикормов по рецептам и отпуск их потребителям без смешивания. При хранении рассыпных комбикормов в силосах рекомендуется оставлять 1...2 силоса свободными, чтобы иметь возможность перемещать продукцию с целью проведения профилактических мероприятий; при хранении затаренных комбикормов в складах, рекомендуется оставлять 10...15 % площади пола свободной (в т.ч. в качестве резервной, а также для проходов между штабелями и между стенами склада и штабелями, для проведения внутрискладских операций и проветривания).

При хранении комбикормов, поступающих насыпью, а также затаренными в мешки или мягкие контейнеры, учитывают их назначение и рецептуру, вид и качество использованных компонентов (видов сырья), условия окружающей среды, состояние хранилищ, другие факторы.

Рекомендуются следующие нормы высоты укладки незатаренных рассыпных комбикормов в складах напольного типа: при влажности комбикормов не выше 13 % — до 4 м, при влажности выше 13 % — до 2,5 м. При хранении затаренных комбикормов высота штабеля не должна превышать 14 рядов мешков, укладываемых вперевязку «тройником», либо «пятериком».

Допустимые сроки непрерывного хранения готовой продукции комбикормовых предприятий в силосах и бункерах: рассыпной комбикорм — до 20 сут, рассыпные белково-витаминные добавки — до 15 сут, рассыпные комбикорма, содержащие жир или мелассу, — до 1 сут. Гранулированные комбикорма допускается хранить в силосах непрерывно в течение срока, установленного в действующей нормативной документации, за исключением гранулированного комбикорма, имеющего температуру выше установленных ограничений, выгрузка его из силосов должна быть проведена через 5...6 сут.

Комбикорма, выработанные для животноводческих комплексов, при относительной влажности воздуха выше 85 % и температуре свыше 25 °С рекомендуется хранить: насыпью в складах напольного типа не более 15 сут, в силосных емкостях не более 20 сут. При более благоприятных условиях

внешней среды комбикорма допускается хранить не более 30 сут во всех типах складов (напольных и силосных). Перекачка продукции, хранящейся в силосах, позволяет увеличить срок ее хранения до 40 сут. Подобное профилактическое мероприятие с партией готовой продукции допускается проводить только один раз.

Для обеспечения сохранности качества комбикормов, хранящихся в складах напольного типа, складские помещения рекомендуется проветривать (открыванием дверей) в сухую погоду, когда температура наружного воздуха ниже температуры комбикормов. При наступлении устойчивой холодной погоды склады проветривают более длительное время, одновременно вентилируя не только склады, но и их подполье.

Штабеля с затаренными комбикормами, имеющими повышенную температуру (это особенно характерно для нижних рядов штабелей, хранящихся в складах с асфальтовыми полами, в период весеннего потепления, когда температура воздуха снаружи выше температуры воздуха внутри складов), немедленно разбирают, отделяют мешки с греющимися комбикормами и охлаждают их путем проветривания, при необходимости тару заменяют.

При обнаружении гнездового самосогревания в партии рассыпных комбикормов гнезда изымают (чтобы в оставшейся здоровой части партии не осталось греющихся комбикормов), а оставшуюся часть охлаждают путем перелопачивания или с использованием механизмов.

Максимальный срок хранения комбикормов до их использования указан в стандартах на каждый рецепт комбикорма.

После каждого освобождения хранилища или части его от комбикормов, его следует подвергнуть механической очистке от пыли и мусора. Полученные сметки должны подрабатываться. Профилактические мероприятия, а также дезинсекцию помещений, территории, тары и других объектов проводят согласно действующим Ветеринарно-санитарным правилам и Инструкции по борьбе с вредителями хлебных запасов.

8.7 Наблюдение за хранящимся зерном и продуктами его переработки

8.7.1 Контроль качества и состояния зерна (семян) при хранении

Состояние зерновой массы и ее качественная характеристика, нормируемая действующей нормативно-технической документацией, изменяются в зависимости от интенсивности протекающих в ней физиологических процессов и условий окружающей среды. Поэтому, чтобы предотвратить развитие нежелательных процессов в зерновой массе, обеспечить снижение потерь при хранении и издержек на обработку, организуют систематическое наблюдение за ней в течение всего периода хранения.

В число контролируемых при хранении зерновых масс показателей входят: температура, влажность и содержание примесей, зараженность, запах и цвет и др., а в партиях семенного зерна — еще его всхожесть и энергия прорастания.

Контроль качества и состояния продовольственного и кормового зерна при хранении. С момента поступления зерна на предприятие организуется систематический контроль за качеством и состоянием каждой партии.

Повышение в процессе хранения температуры зерна (важнейшего и наиболее чувствительного показателя состояния зерновой массы), не зависящее от изменения температуры атмосферного воздуха, указывает на активизацию процессов и на начало самосогревания.

Для измерения температуры зерна в элеваторах применяют электротермометрические установки дистанционного контроля температуры типов ДКТЭ, МАРС М-5 и др., а для измерения температуры зерна в складах — термошупы с техническими термометрами и индикатор температуры типа ИТЭ.

Увеличение влажности зерна в отдельных слоях насыпи может происходить по следующим причинам: в результате активизации дыхания зерна и других компонентов зерновой массы, в результате взаимодействия с воздухом окружающей среды, в результате явления термо- и теплопроводности. Поэтому, при обнаружении участков зерновой насыпи с повышенной влажностью принимают срочные меры по ее выравниванию.

Для экспрессного определения влажности зерна при размещении и послеуборочной обработке применяют влагомеры следующих марок: ВП-4, ВП-4М, типа «Колос-1», ЦВЗ-3, ИВЗ-М, «Фауна» и др. Более точно влажность зерна определяют стандартным методом высушивания.

Для наблюдения за температурой зерна в складах его поверхность условно делят на секции площадью примерно 200 м² каждая. При высоте насыпи в складах более 1,5 м, в каждой секции устанавливают три термоштанги на разных уровнях (верхнем — на глубине 0,3...0,5 м от поверхности, среднем и нижнем — у пола). При высоте насыпи семян не более 1,5 м температуру определяют в двух слоях: верхнем и нижнем. После каждого определения температуры семян термоштанги переставляют на расстояние 2 м друг от друга в шахматном порядке, изменяя уровень погружения штанги.

В силосах элеваторов, не оборудованных устройствами дистанционного контроля, температуру измеряют термоштангами на глубине 0,5, 1,5 и 3,0 м; в необходимых случаях для контроля качества и состояния зерно перемещают в свободные силосы (при их отсутствии действующей Инструкцией по хранению допускается выпуск из силоса не более 10 % зерна, которое затем возвращается в тот же силос), контролируя при этом температуру, влажность, запах, цвет зерна и зараженность вредителями.

При выявлении в выпускаемом из силоса зерне признаков зараженности вредителями, принимают меры, предотвращающие распространению вредителей через транспортное оборудование. В частности, после перемещения зараженного зерна конвейер должен быть прокручен на холостом ходу, а лента в это время очищена от налипшего сора и насекомых. Очистку лучше проводить в конце конвейера. Остатки зерна из башмаков норрии должны быть изъяты, а место около норрии обработано влажным способом. При образовании просыпей их следует немедленно убрать, а место и

окружающее пространство сразу же обработать карбофосом или дихлофосом. При принятии мер в отношении зараженного зерна руководствуются действующей Инструкцией по борьбе с вредителями.

Температуру зерна проверяют в сроки, приведенные в приложениях 16...19. В металлических силосах контроль температуры зерна в сухом состоянии при температуре выше 10 °С проводят 1 раз в 3 дня, при температуре зерна 10 °С и ниже — один раз в 7 дней. Сроки проверки устанавливают по наивысшей температуре, зафиксированной в отдельных слоях насыпи зерна.

Полный технический анализ зерна различных культур проводят: при закладке на хранение; после очистки, сушки, активного вентилирования; при хранении (1 раз в месяц по средней пробе, отобранной от однородной партии); перед отгрузкой.

При анализе на засоренность следует обращать внимание на появление ранее не встречавшихся компонентов, например, потемневших, изъеденных, заплесневевших и других зерен; их появление служит свидетельством развития микроорганизмов, вредителей, а также процесса самосогревания.

Изменение цвета и запаха, потеря блеска зерна при хранении являются предвестниками глубоких биохимических и технологических изменений. В частности, появление специфического спиртового запаха указывает на интенсивное дыхание зерновой массы, а возникновение запаха плесени свидетельствует об активном развитии микроорганизмов.

Во всех случаях принимают меры по прекращению нежелательных процессов: активно дышащее и греющееся зерно вентилируют с целью охлаждения, а зерно с запахом плесени (без повышения температуры) сушат в зерносушилках.

Проверку зерна на зараженность хлебными вредителями проводят: при температуре зерна 5 °С и ниже — 1 раз в месяц; при температуре выше 5 °С — 2 раза в месяц.

Состояние кукурузы в початках по влажности и зараженности вредителями определяют не реже 2 раз в месяц, а зараженность ее плесенью и бактериальными болезнями — в сроки, предусмотренные для измерения температуры (приложение 17), путем разламывания отдельных початков и определения зараженности зерна, особенно его зародыша.

Контроль качества и состояния семян при хранении. Обеспечение сохранности качества семян с момента их поступления на хлебоприемное предприятие связано с необходимостью систематического контроля за температурой и влажностью семян и окружающего воздуха, органолептически показателями качества (запахом и цветом семян), зараженностью и всхожестью. Контроль ведут по каждой отдельной партии (штабелю, силосу, складу и т.д.). При хранении в складах больших партий семян насыпью поверхность насыпи условно разбивают на секции (не более 50 м² каждая) и за каждой из них ведут наблюдения.

Температуру семян в складе определяют точно так же, как температуру продовольственного и кормового зерна. Температуру в емкостях силосного

типа измеряют установками дистанционного контроля, типа ДКТЭ, МАРС М-5 и др. Периодичность определения температуры устанавливают в зависимости от наивысшей температуры, обнаруженной в отдельных слоях насыпи семян (табл. 8.5).

При хранении семян, затаренных в мешки, измерения температуры проводят в соответствии с табл. 8.5, приравнивания их к сухим.

Повышение температуры семян, не связанное с повышением температуры атмосферного воздуха, является сигналом для немедленного охлаждения их или сушки; температуру таких семян контролируют ежедневно. Особенно это касается партий семян, которые по влажности не могут быть отнесены к тому иному классу.

Влажность семян, хранящихся насыпью в складах и силосах, контролируют не реже 2 раз в месяц, а также после каждого перемещения и обработки. Влажность определяют по образцам, изъятых из каждой секции склада в соответствии со стандартами на методы отбора образцов, а в силосе — в верхнем слое насыпи на глубине до 3 м.

Таблица 8.5 — Периодичность наблюдений за температурой семян

Состояние семян по влажности	Свежеубранные семена в течение 3 мес с момента поступления	Температура насыпи семян, °С		
		≤10	>10...20	>20
Сухие	1 раз в 3 дня	1 раз в 15 дней	1 раз в 10 дней	1 раз в 7 дней
Средней сухости	1 раз в 2 дня	1 раз в 10 дней	1 раз в 5 дней	1 раз в 3 дня
Влажные	Ежедневно	—	—	—

Проверку семян на зараженность насекомыми и клещами и определение органолептических показателей проводят в зависимости от температуры и влажности семян в сроки, приведенные в таблице 8.6.

Таблица 8.6 — Периодичность проверки семян на зараженность насекомыми и клещами

Состояние семян по влажности	Температура семян, °С		
	<5	5...10	>10
Сухое и средней сухости	1 раз в 20 дней	1 раз в 15 дней	1 раз в 10 дней
Влажное	1 раз в 15 дней	1 раз в 10 дней	1 раз в 5 дней

Всхожесть хранящихся семян проверяют не реже одного раз в 4 мес, а также перед обеззараживанием от насекомых и клещей (не ранее, чем за 15 сут) и после дегазации (спустя 15...30 дней).

8.7.2 Контроль качества муки и крупы при хранении

Систематический контроль условий хранения, состояния и качества хранящейся продукции устанавливают с момента поступления ее в склады. Контролю подлежат: температура, влажность, вкус, цвет и запах муки и крупы; зараженность вредителями муки и крупы, а также оборудования и помещений складов; температура и относительная влажность воздуха в помеще-

нии.

Температуру продукции измеряют при поступлении в склад, а затем при хранении с периодичностью по местным условиям; обычно 2 раза в месяц при температуре воздуха в складе выше 10 °С, и 1 раз в месяц при температуре ниже 10 °С. Температуру нестойкой в хранении продукции при температуре воздуха в складе выше 10 °С контролируют каждые 5 дней.

Температуру муки и крупы определяют спиртовыми термометрами в металлической оправе в нижнем, среднем и верхнем рядах штабеля (использование ртутных термометров, а также термометров без металлической оправы запрещается). Параметры воздуха проверяют на высоте 1,5 м от пола еженедельно, а при проветривании — ежедневно.

Каждый штабель в отдельности подвергают проверке путем осмотра, обращая особое внимание на возможное увлажнение и уплотнение муки и крупы в мешках нижних рядов штабеля.

Для определения влажности, вкуса, запаха, цвета и других показателей качества муки и крупы, а также зараженности вредителями хлебных запасов от каждого штабеля 1 раз в месяц отбирают среднюю пробу в соответствии с действующими стандартами и методиками. При необходимости, зараженность вредителями и органолептические показатели при температуре продукции выше 10 °С определяют два раза в месяц.

При отборе проб муки и крупы тщательно осматривают поверхность мешков (особенно со стороны горловины, где сшивка) в целях проверки их на зараженность вредителями. Одновременно проверяют наличие зараженности в сметках со стен, полов и других мест возможного скопления вредителей.

При определении качества продукции с длительными сроками хранения следует обращать внимание на изменение органолептических и других показателей качества (например, содержание пожелтевших зерен в рисовой крупе, испорченных ядер в пшене и др.).

Для предотвращения размножения грызунов проводят обследование складов и прилегающих территорий на наличие грызунов и принимают меры, руководствуясь Мероприятиями по борьбе с мышевидными грызунами.

8.7.3 Контроль качества комбикормов и зернового сырья при хранении

Контроль качества и состояния комбикормов, зернового сырья (зерна, мучки, отрубей, жмыхов, шротов и др.) осуществляют систематически с момента поступления их на хранение. При этом контролируют температуру, влажность, цвет (только для сырья) и запах, зараженность вредителями хлебных запасов комбикормов и сырья; токсичность жмыхов и шротов.

Температуру рассыпных комбикормов и хранящегося насыпью в складах сырья определяют термоштангами в трех слоях насыпи: верхнем, среднем и нижнем. Температуру затаренного сырья и комбикормов определяют в мешках на разной высоте термометрами, заключенными в металлическую оправу. Температуру комбикормов и зернового сырья в силосах измеряют

при помощи устройств дистанционного контроля температуры. Нестойкое в хранении сырье используют для производства продукции в первую очередь.

Температуру комбикормов измеряют при поступлении, а также в процессе хранения в сроки: при температуре комбикорма 10 °С и ниже — 1 раз в 15 дней; при температуре от 10 до 20 °С — не реже 1 раза в 7 дней; при температуре комбикормов выше 20 °С — не реже 1 раза в 3 дня.

Температуру хранящихся жмыхов и шротов контролируют ежедневно; при выявлении ухудшения состояния и неблагополучия в хранении проводят органолептическую оценку (цвет, запах) и проверяют их на токсичность.

Для определения запаха, а также проверки на зараженность вредителями от каждой партии хранящихся комбикормов отбирают образцы в следующие сроки: при температуре комбикорма 10 °С и ниже — 1 раз в 15 дней; при температуре выше 10 °С — 1 раз в 7 дней.

При отборе образцов из затаренных комбикормов тщательно осматривают поверхность мешков в целях проверки их на зараженность.

Запах и зараженность рассыпных комбикормов определяют по образцам, отобранным из каждой секции, силоса и штабеля.

Влажность комбикормов определяют при поступлении, а также при хранении по средним образцам, не реже 1 раза в 15 дней.

8.8 Учет зерна и зернопродуктов

Процессы послеуборочной обработки и переработки зерна, а также хранения зерна и зернопродуктов сопровождаются изменением их количественно-качественных показателей. Поэтому лишь в условиях хорошо налаженного на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях учета можно добиться успехов в борьбе с потерями, обеспечить сохранность количества и качества зерна и продуктов его переработки.

8.8.1 Оформление поступления зерна

Закупаемые хлебоприемными и зерноперерабатывающими предприятиями партии зернового и другого сырья (для комбикормовых заводов), а также принимаемого на ответственное хранение зерна семенного и продовольственного назначения могут доставляться различными видами транспорта: автомобильным (от зернопроизводителей), железнодорожным и водным.

Каждую партию зерна и семян масличных культур, поступившую на хлебоприемное предприятие, принимает заведующий складом или его помощник (или лицо, ответственное за хранение зерна) по количеству, установленному на исправных с действующим клеймом весах в присутствии представителя сдатчика (шофера или другого представителя хозяйства), и по качеству, определенному лабораторией предприятия.

Результаты взвешивания заносятся в соответствующие журналы: для автомобильных весов по форме № ЗПП-28; для железнодорожных весов по форме № ЗПП-29.

Если продукция упакована, то ее не взвешивают, а принимают по количеству мест стандартной массы при участии приемос-

датчика железной дороги (водного транспорта). Если в вагоне (судне) обнаружены россыпь или порванные мешки, то продукция в этих мешках взвешивается и принимается грузополучателем по фактической массе. Не позже следующего дня после обнаружения недостачи и перевески должен быть составлен коммерческий акт железнодорожного или водного транспорта.

При определении показателей качества зерна, лаборатория должна фиксировать результаты анализов в накладных (или реестрах накладных на однородные по качеству партии зерна), карточках анализа зерна, анализе-ордере, а также в журналах регистрации лабораторных анализов.

В случае разногласий по качеству в присутствии поставщика анализ повторяют, а при несогласии с повторным анализом, образцы в суточный срок направляют в лабораторию регионального управления Россельхознадзора или передают в размещенный на предприятии инспекционный пункт Россельхознадзора; решение Россельхознадзора является окончательным.

Каждая поступающая на предприятие партия зерна должна сопровождаться товарно-транспортной накладной, составленной по форме № 12. Если партии зерна поступают без накладных, то в присутствии ответственных за их доставку лиц составляется акт на каждую партию, в котором указываются данные о продавце и доставившем зерно транспортном средстве, вид зерновой культуры, расстояние доставки, масса партии зерна по путевому листу и фактическая масса.

На закупаемые партии зерна выписывается три экземпляра приемной квитанции по форме №ЗПП-10, два экземпляра которой подписывают руководитель, главный бухгалтер и таксатор (оценщик); первый подписанный экземпляр выдают поставщику, второй остается у покупателя (регистрируется в книге приемных квитанций по форме № 2), третий экземпляр (копию) передают в районный орган Госстатистики.

Приемка хлебопродуктов, поступивших железнодорожным (водным) транспортом, оформляется приемным актом по форме № 14, а хлебопродуктов, поступивших в порядке обмена и на ответственное хранение, — квитанцией по форме №ЗПП-13 (в трех экземплярах).

Импортное зерно, отгружаемое из морских портов в железнодорожные вагоны насыпью (вагоны должны быть опломбированы станцией припортовой железной дороги), принимает получатель в порядке, рассмотренном в соответствующем разделе.

Импортная продукция (мука, крупа) в мешках стандартной массой отгружается морским портом на железную дорогу с указанием в накладной количества мест и стандартной массы; такая продукция передается железной дорогой получателю на станции назначения по количеству мест без перевешивания, если не было поврежденных мешков; при наличии в мешках поврежденных мест и россыпей груз выдается при условии взвешивания только этих мешков и россыпей.

8.8.2 Приемка однородных по качеству партий зерна

Приемка в течение суток от одного поставщика однородных по качеству партий зерна, поступающих автомобильным транспортом, ведется по среднесуточным образцам с составлением реестра накладных по форме №ЗПП-3. На основании реестра в зависимости от назначения (закупка, или ответственное хранение) выписывают приемную квитанцию по форме №ЗПП-10 или №ЗПП-13.

При закупке зерна для регионального фонда в правом верхнем углу приемной квитанции делается пометка «В региональный фонд».

На обороте товарно-транспортных накладных (форма № 12 — Зерно), как правило, старший сменный лаборант указывает показатели влажности и зараженности поступающих партий зерна и номер зернохранилища, в котором должно быть размещено зерно, подписывает и направляет автомобиль на весы.

Для размещения зерна влажность каждой партии определяют на влагомере, поэтому эти данные заносят только в первый экземпляр товарно-транспортной накладной; для расчетов с поставщиком влажность определяют стандартным методом высушивания по среднесуточным образцам.

Весовщик получает от ответственного за доставку партии зерна (водителя или другого представителя поставщика) все экземпляры накладной и после взвешивания автомобиля с зерном заносит в журнал перевески грузов (форма №ЗПП-28) номер накладной, наименование поставщика, номер автомобиля, наименование культуры и массу брутто.

При наличии на предприятии одних автомобильных весов водителю или представителю поставщика вручают первый экземпляр накладной, куда вносят данные записи журнала по форме №ЗПП-28 и массу брутто (заверенные подписью весовщика), и автомобиль направляют на разгрузку в соответствующее зернохранилище; остальные экземпляры накладной остаются у весовщика, который после взвешивания разгруженного автомобиля вносит в накладную остальные весовые показатели (массу нетто и массу тары).

На предприятиях, где один весовщик обслуживает спаренные весы, ведут одну книгу журнала по форме №ЗПП-28 (причем, в двух экземплярах: каждый отдельно по четным и нечетным числам).

При наличии на предприятии двух (и более) автомобильных весов (въездных и выездных), водителю или представителю поставщика вручают все экземпляры накладной. После разгрузки автомобиля эти накладные передаются весовщику выездных весов.

Первые экземпляры накладных весовщик передает в бухгалтерию. По этим накладным таксатор (счетный работник) составляет реестры накладных (по форме №ЗПП-3) на принятое зерно по среднесуточным образцам, передает их заведующему лабораторией (начальнику ОТХК, или старшему сменному лаборанту), который заносит в них показатели качества среднесуточного

образца, заверяет реестры своей подписью, регистрирует в журнале регистрации лабораторных анализов по форме №ЗПП-49 и возвращает в бухгалтерию.

Таксатор на основании показателей лабораторного анализа, проверенной физической массы принятого зерна и других данных делает денежный расчет и передает реестры для проверки и подписи главному бухгалтеру. После проверки реестра и денежного расчета, выписывают приемную квитанцию. При составлении нескольких реестров на одну культуру выписывают одну квитанцию с указанием суммы всех реестров и всех номеров реестров.

Реестры составляют в двух экземплярах: первые экземпляры вместе с товарно-транспортными накладными прилагают к корешкам приемных квитанций и хранят в бухгалтерии предприятия, а вторые прикладывают к приемным квитанциям и выдают поставщикам зерна.

Копии приемных квитанций направляют в органы Госстатистики.

8.8.3 Приемка неоднородных по качеству и единичных партий зерна

При поступлении на предприятие от одного поставщика неоднородных по качеству партий зерна качество каждой партии зерна определяется лабораторией отдельно.

На обороте товарно-транспортных накладных лаборатория указывает все необходимые показатели качества и номер зернохранилища, в которое направлено зерно.

При отсутствии на обороте накладной некоторых необходимых показателей качества, их дописывают от руки и заверяют штампом лаборатории и подписью.

Определение массы поступившего зерна и оформление приемки производятся в том же порядке, что и при приемке зерна однородного качества.

На основании первых экземпляров товарно-транспортных накладных бухгалтерия предприятия составляет реестр по форме № ЗПП-4, по итогам которого определяются средневзвешенные показатели качества зерна, принятого от каждого поставщика отдельно. Реестры по форме № ЗПП-4 составляются в 2 экземплярах на каждого продавца и каждую принятую в течение дня культуру. Первые экземпляры реестров вместе с товарно-транспортными накладными прилагают к корешкам приемных квитанций и хранят в бухгалтерии предприятия, а вторые прикладывают к приемным квитанциям (по форме № ЗПП-10) и выдают поставщикам.

При поступлении на предприятия единичных партий зерна массу и качество последнего указывают на обороте товарно-транспортных накладных в том же порядке, что и при приемке неоднородного по качеству зерна. В этом случае реестры накладных не составляют, а поставщикам выдают приемные квитанции (по форме № ЗПП-10) по каждой накладной в отдельности.

8.8.4 Порядок предъявления претензий за расхождения в массе зерна и продукции

Расхождения в массе (по количеству мест) против товарно- транспортной накладной станции (пристани или порта, предприятия отправления) должны быть отражены:

в сопроводительной накладной шофера или сопровождающего груз лица и материально ответственного лица, принявшего этот груз;

на обороте накладной, заверенной штемпелем станции назначения и подписанной начальником станции (пристани, порта), или его заместителем, или по их поручению заведующим грузовым двором, недостачи в массе груза не должны превышать норм естественной убыли при железнодорожных и водных перевозках с учетом предельных норм расхождений показаний весов в процентах от массы нетто при получении груза;

в коммерческом акте, составляемом станцией железной дороги назначения (пристанью, портом), в котором должны быть перечислены недостачи в массе груза, превышающие нормы естественной убыли при железнодорожных и водных перевозках и нормы расхождения в процентах от массы нетто, а также недостачи мест с продукцией, упакованной в мешки стандартной массы.

Коммерческий акт подписывает начальник станции (его заместитель), заведующий грузовым двором (заведующий пакгаузом, старший приемосдатчик) и приемосдатчик станции, а также грузополучатель, если он участвовал в перевеске. Если при разгрузке вагонов и барж окажутся россыпи и сметки вследствие перевозки продукции в недоброкачественной таре, это должно быть указано в коммерческом акте. В этих случаях предприятию надлежит предъявить претензии на возмещение ущерба.

Недостачи в пределах норм естественной убыли при автомобильных, железнодорожных и водных перевозках списываются по распоряжению руководителя предприятия на основании: оформленных накладных при автомобильных перевозках; отметок на обороте железнодорожных или водных накладных или коммерческих актов. Претензии по недостачам, превышающим нормы естественной убыли, предъявляются виновной стороне в установленном порядке. Выявленные при поступлении в прямом железнодорожном и водном сообщении излишки грузов списываются предприятием отправления как перегруз. Излишки импортных зерна и продукции приходуются в установленном порядке предприятием — получателем.

Претензии за недостачи импортного зерна, прибывшего в неисправных вагонах или вагонах с неисправными пломбами припортовых станций железной дороги, удовлетворяются железными дорогами в порядке, установленном Уставом железных дорог и Правилами перевозки грузов.

Естественная убыль зерна, семян масличных культур и трав, а также продукции в таре при перевозках не должна превышать следующие предельно контрольные нормы (табл. 8.7).

При перевозке отрубей, зерноотходов, комбикормов и жмыхов естественная убыль не должна превышать нижеприведенные нормы (табл. 8.8).

При перевозках хлебных грузов как железнодорожным, так и водным транспортом указанные нормы естественной убыли исчисляются отдельно за протяжении перевозки по каждому виду транспорта. При этом, а также при перевозках по железнодорожным линиям разной колеи, указанные нормы повышаются: на 30 % за каждую перевалку с железной дороги на воду и обратно, на 30 % за каждую перегрузку из судна в судно, на 20 % за каждую перегрузку из вагона в вагон. Причем повышение нормы при перевалке или перегрузке груза относится по отношению к норме убыли, примененной при перевозке, предшествующей перевалке или перегрузке.

Таблица 8.7 — **Предельно контрольные нормы естественной убыли (%) зерна, семян масличных культур и трав при перевозках**

Расстояние перевозки	Вид транспорта			
	железнодорожный		морской и речной (в таре)	
	в вагонах общего назначения	в вагонах — зерновозах	зерновые грузы	мука, крупа и другая продукция
До 1000 км	0,09	0,03	0,08	0,09
От 1000 до 2000 км	0,13	0,04	0,13	0,13
Свыше 2000 км	0,18	0,06	0,16	0,17

Таблица 8.8 — **Предельно контрольные нормы естественной убыли (%) отрубей, зерноотходов, комбикормов и жмыхов при перевозках**

Перевозимая продукция	Вид транспорта		
	железнодорожный	морской	речной
Отруби и зерноотходы:			
насыпью	0,24	0,25	0,27
в таре	0,16	0,22	0,22
Рассыпные и гранулированные комбикорма (насыпью)	0,14	0,18	0,18
Жмыхи	0,04	0,22	0,24

Пример 8.1. Зерно перевезено по железной дороге на расстояние 2150 км, вначале по широкой колее (2000 км), а затем по узкой колее (150 км). Норма убыли при перевозках на расстояние 2150 км составила 0,18 %, а на расстояние 2000 км — 0,13 %. Следовательно, общая норма убыли при этой перевозке, с учетом перегрузки, будет равна $0,18 + (0,13 \cdot 20) / 100 = 0,21$ %.

Пример 9.2. Зерно перевезено вначале по железной дороге в вагонах-зерновозах на расстояние 1500 км, а затем речным транспортом на расстояние 650 км. Норма убыли при перевозке в вагонах-зерновозах на расстояние 1500 км, с учетом последующей перегрузки на водный транспорт, составляет $0,04 + (0,04 \cdot 30) / 100 = 0,05$ %. Норма убыли при перевозке водным транспортом на расстояние 650 км составляет 0,08%. Следовательно, общая норма убыли при этой перевозке будет равна $0,05 + 0,08 = 0,13$ %.

Детализированный перечень условий, достаточных для предъявления претензий и исков к перевозчикам (управлениям железных дорог или пароходств) за недостачи зерна и продукции, а также случаев, когда претензии грузополучателями не предъявляются, приведен в Методических рекоменда-

циях о порядке ведения учета и оформления операций с зерном и продуктами его переработки на предприятиях отрасли хлебопродуктов.

Размер недостачи, подлежащей взысканию с органов транспорта, определяется следующим образом:

если на станции назначения будет обнаружена недостача, превышающая установленные МПС и Госарбитражем нормы расхождения в показаниях весов, то из выявленной недостачи следует исключить норму естественной убыли;

если после исключения нормы естественной убыли останется недостача, не превышающая установленную норму расхождения весов, то такая недостача должна рассматриваться и списываться как результат расхождения в показаниях весов;

в противном случае расхождения в показаниях весов из недостачи исключаться не должны и вся недостача, превышающая норму естественной убыли, оформляется в установленном порядке актом, а стоимость недостачи взыскивается с органов транспорта.

Претензии к грузоотправителям за недостачи грузов предъявляются не позднее месячного срока со дня их получения. Лица, виновные в несвоевременном предъявлении претензий, привлекаются к дисциплинарной ответственности.

Размер недостачи грузов, претензия на которую предъявляется грузоотправителю, определяется как разность между массой, установленной на станции отправления, и массой, установленной на станции назначения, за вычетом недостачи в пределах норм естественной убыли при перевозках.

8.8.5 Порядок предъявления рекламаций за расхождения в качестве зерна и продукции

При выявлении лабораторией предприятия расхождений с качеством, указанным в сопроводительных документах на партию зерна, сверх допустимых отклонений (в пределах погрешности стандартных методов определения того или иного показателя качества или состояния зерна) отбирается средний образец массой не менее 2 кг и в надежной упаковке, опломбированной или опечатанной сургучной печатью, и вместе с актом отбора образца, копией удостоверения отправителя о качестве и карточки анализа получателя в суточный срок направляется для анализа в региональную лабораторию Россельхознадзора, или же предъявляется для этой же цели (в тот же срок) в размещенный на предприятии инспекционный пункт инспектору Россельхознадзора.

Лаборатория Россельхознадзора в установленном порядке дает заключение по образцу предприятия не позднее 3 сут с момента получения его, без учета выходных дней. Срок выдачи заключения может быть продлен до 5 сут в случае одновременного поступления более пяти образцов или необходимости проведения химических анализов.

В тех случаях, когда в момент прибытия зерна или семян масличных культур инспектор Россельхознадзора находится на предприятии, по тем

партиям, в которых лабораторией установлены расхождения в качестве сверх нормативно допустимых отклонений, лаборант предприятия под контролем этого инспектора проводит проверочные анализы.

При наличии расхождений в качестве сверх нормативно допустимых отклонений по партиям, поступившим в судах, отбор повторного образца и определение качества производятся с участием инспектора Россельхознадзора, а при его отсутствии повторный образец отбирается с участием заведующего лабораторией и направляется для анализа в региональную лабораторию Россельхознадзора.

При расхождении в качестве семян по влажности, сорной примеси и другим товарным показателям качества, сверх норм допустимых отклонений, аттестаты и свидетельства на семена сертификатами Россельхознадзора не заменяются, инспектор Россельхознадзора выдает удостоверение на анализ образца по форме № 4.

Акты-рекламации о расхождениях в качестве семян по влажности, сорной примеси и другим товарным показателям качества составляются и направляются отправителям в обычном порядке с приложением удостоверения Россельхознадзора на анализ образца.

При выявлении лабораторией предприятия расхождения в качестве поступившей муки или крупы с сопроводительными документами отправителя, сверх нормативно допустимых отклонений, для анализа и заключения о качестве продукции не позднее 3 сут после разгрузки приглашается инспектор Россельхознадзора.

Образцы зерна и продукции от партий, по которым составлены акты-рекламации, хранят в лабораториях предприятий - получателей в упаковке и в условиях, гарантирующих неизменность их качества, до окончательного рассмотрения претензий и опечатываются инспектором Россельхознадзора, выдавшим заключение о качестве.

На основании заключения Россельхознадзора, результаты которого являются обязательными для отправителя и получателя, предприятие составляет акт-рекламацию и в месячный срок направляет претензию отправителю вместе с актом-рекламацией, сертификатом или удостоверением Россельхознадзора на анализ образца.

Если ухудшение качества или порча зерна и продукции произошли в пути следования, об этом должен быть составлен коммерческий акт. Если порча произошла по вине органов транспорта (несвоевременная доставка груза, повреждение подвижного состава и др.), претензии о возмещении ущерба предъявляются к железной дороге или пароходству.

Если порча или ухудшение качества произошли в пути следования по вине отправителя, претензии на основании коммерческого акта предъявляются отправителю.

Поступающие от получателя рекламации на расхождения в качестве зерна и продукции регистрируются бухгалтерией поставщика в книге рекламаций. Руководитель предприятия-поставщика проводит проверку и принимает меры к правильному определению качества в дальнейшем. Предпри-

ятие-поставщик на основании акта-рекламации, подтвержденного анализом Россельхознадзора, вносит соответствующие исправления в книгу количественно-качественного учета.

В тех случаях, когда данные анализа качества зерна и продукции у предприятия - получателя отличаются от соответствующих показателей сертификатов Россельхознадзора (сверх нормативно допустимых отклонений), выданных при отгрузке, последние заменяются:

инспектором Россельхознадзора на предприятии-получателе в случае изменения их качества в пути следования, подтвержденного коммерческим актом (неисправность вагонов или судов, авария, нарушение сроков доставки грузов и др.);

региональным управлением Россельхознадзора во всех остальных случаях, когда нет оснований считать, что изменение качества произошло в пути следования;

При опротестовывании качественных удостоверений или сертификатов Россельхознадзора только по загрязненности вредителями хлебных запасов, новый документ о качестве не выдается, а на обороте качественного удостоверения или сертификата Россельхознадзора, поступивших с грузом, инспектором Россельхознадзора делается отметка о загрязненности, заверяется его подписью, печатью и составляется акт, который служит основанием для предъявления претензий отправителю.

При опротестовывании сертификата получателем образец от партии должен быть отобран инспектором Россельхознадзора в пункте получения продуктов, помещен в упаковку, гарантирующую неизменность качества, и в опечатанном виде передан получателю для отсылки в региональную лабораторию Россельхознадзора для анализа. Образец с опротестованным сертификатом, анализной карточкой лаборатории получателя и актом отбора должен быть отослан в Россельхознадзора в течение 24 часов после отбора.

Если инспектор Россельхознадзора не присутствовал при выгрузке продукции в таре, поступившей с сертификатами Россельхознадзора, образцы могут быть отобраны им не позднее 3 сут после разгрузки при наличии достоверных данных, подтверждающих, что продукция поступила в тех вагонах и судах, на которые выданы сертификаты, и что изменение в качестве произошло не после выгрузки.

При предъявлении претензий по качеству зернопродуктов, предприятие-получатель направляет предприятию-отправителю дубликат сертификата Россельхознадзора, выданного взамен опротестованного, а первый экземпляр оставляет у себя.

При смешанных железнодорожно-водных перевозках рекламации за расхождения в качестве могут предъявляться в тех случаях, когда зерно и продукция отгружались в вагоны одного отправителя, грузились в одно судно, при перегрузке в вагоны направлялись в один адрес и когда средневзвешенные показатели качества, установленные получателем во всех вагонах, имеют расхождения с данными отправителя сверх нормативно допустимых отклонений.

В тех случаях, когда грузы, поступившие в вагонах в перевалочные порты (пристани), отгружались разными отправителями либо при погрузке в судно обезличивались или из одного судна отправлялись по нескольким адресам, они принимаются по качеству, указанному в сертификатах Россельхознадзора в пункте перевалки, а при отсутствии сертификатов — по фактическому качеству, подтвержденному Россельхознадзора, без предъявления актов-рекламаций.

8.8.6. Оформление реализации зерна и продукции

Решение об отпуске (либо отгрузке) зерна и продукции руководство предприятия принимает самостоятельно, если речь идет о коммерческих ресурсах; либо по нарядам уполномоченных организаций, если речь идет о ресурсах регионального фонда.

Основанием для отпуска зерна и продукции определенного количества и качества служит приказ материально ответственному лицу предприятия, оформленный по форме № 16 и подписанный руководителем и главным бухгалтером (или другими, уполномоченными на то лицами).

При отпуске каждую партию зерна взвешивает весовщик предприятия-грузоотправителя на элеваторных, автомобильных, или вагонных весах, а при их отсутствии на предприятии — весовщик железной дороги совместно с грузоотправителем на вагонных весах станции отправления. Результаты взвешивания заносятся в товарно-транспортную накладную и удостоверяются их подписями. Если отпуск осуществляется на месте (в транспорт получателя), то масса груза определяется в присутствии получателя. Результаты взвешивания грузов на автомобильных и железнодорожных весах предприятия заносятся в соответствующие весовые журналы по формам № ЗПП-28 и № ЗПП-29.

При вывозе партий на автомобилях с прицепами, в журнале по форме № ЗПП-28 кроме номера автомобиля указывается также номер прицепа.

При отпуске продукции в мешках, масса груза определяется по количеству мест и их стандартной массе либо по массе, указанной поставщиком на каждом грузовом месте.

Качество отпускаемых партий зерна и продукции определяется лабораторией предприятия; результаты анализа заносятся в карточку анализа и в журнал (при отпуске партий зерна для местного снабжения показатели качества вносятся в товарно-транспортную накладную).

Приказ (по форме № 16) на отгрузку зерна и продукции в железнодорожный или водный транспорт действителен в течение 1 мес (если не последует изменений). Факт сдачи груза фиксируется станцией железной дороги или пристанью в грузовых квитанциях (железнодорожных и водных накладных), получив которые экспедитор предприятия в тот же день обязан передать материально ответственному лицу предприятия, отпустившему груз.

Распоряжение на перемещение зерна и продукции внутри предприятия оформляется накладной по форме № 19, подписанной руководителем пред-

приятия или его заместителем и заведующим лабораторией. При перемещении зерна и продукции в пределах одной территории предприятия (например, со склада на склад), масса определяется 1 раз в присутствии обоим материально ответственных лиц и подписывается ими обоими. Накладная (в которой лаборатория предприятия должна указать качество перемещаемого зерна и продукции) выписывается в двух экземплярах, каждый из которых передается соответствующим материально ответственным лицам.

Накладная, оформленная по форме № 19, действует только в течение суток.

8.8.7 Оформление очистки, сушки и других видов подработки зерна и продукции

Операции по очистке, сушке и другим видам подработки, осуществляемые на основании распоряжения руководителя предприятия (или его заместителя) и заведующего лабораторией, оформляются материально-ответственным лицом актом по форме № 34 (не позднее следующего дня после окончания соответствующей операции).

В распоряжении должны быть указаны масса зерна и продукции, подлежащих подработке, цель и способы их проведения, кондиции конечных показателей качества и срок окончания работы.

В акте (по форме № 34) должны быть указаны: поточная линия и оборудование, на которых производилась подработка; масса и качество зерна и продукции, до и после подработки; масса и качество полученных побочных продуктов и отходов. Качество зерна после очистки и сушки и качество побочных продуктов и отходов определяется лабораторией. Акт должен быть подписан материально ответственным лицом, заведующим лабораторией, проверен бухгалтером и утвержден руководителем предприятия.

При очистке и сушке зерна в потоке в актах (по форме № 34) следует указывать массу зерна до очистки и сушки, исходя из данных по приемке зерна на эту поточную линию (по лицевым счетам количественно-качественного учета).

Побочные продукты и отходы, полученные при очистке и перемещении зерна или при подработке муки и крупы, передаются в цех отходов по массе и качеству, определяемым отдельно по каждой подработанной партии зерна (продукции). Данные взвешивания побочных продуктов и отходов прикладываются к актам на подработку.

8.8.8 Количественно-качественный учет зерна и продукции

Операции количественно-качественного учета, осуществляемые предприятиями, предназначены для контроля сохранности и определения убыли зерна, продуктов его переработки, семян масличных культур и трав по культурам, а неоднородных по качеству партий — и по местам.

При этом партии зерна, семян масличных культур и трав, побочные продукты и продукция (кроме упакованной в мешки стандартной массой) учитываются с указанием массы, влажности и сорной примеси; кукурузы в початках — с указанием массы и средневзвешенной влажности початков;

продукции в стандартной упаковке — с указанием числа мест, массы и влажности. Учет отходов I, II и III категорий ведут только по массе. Учетные операции фиксируют в книгах количественно-качественного учета по форме № 36.

Дата	№		Откуда поступило, кому отпущено	Влажность	Сорная примесь	Приход				Расход				Остаток		Расписка зав. складом о сверке
	документа	анализа				количество мешков	масса	центнеро-проценты		количество мешков	масса	центнеро-проценты		количество мешков	масса	
								по влажности	по сорной примеси			по влажности	по сорной примеси			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Каждая партия отгруженных (отпущенных) зернопродуктов списывается по книгам количественно-качественного учета на основании расходных товарно-транспортных накладных, накладных на перемещение (форма № 19), ведомостей (форма № 20) железнодорожных и водных накладных и других документов, удостоверяющих качество (удостоверений о качестве, карточек анализа и др.).

Продукция в мешках стандартной массы, подвергавшаяся на предприятии подработке в связи с нарушением заводской упаковки или упаковки инопоставщика, отпускается потребителям по фактической массе и в связи с этим подлежит учету в книгах количественно-качественного учета по количеству мест, массе и влажности.

В книгах количественно-качественного учета на основании акта на подработку приходится фактическая масса продукции, полученная после подработки, с указанием ее влажности (определяется лабораторией).

После полного израсходования партии подработанной продукции, составляется акт зачистки, который рассматривается и утверждается в установленном порядке.

Убыль в массе зерна при обработке и хранении. Данный вид потерь массы имеет место при очистке, сушке и хранении в результате снижения сорной примеси и влажности зерна.

Размер убыли в массе зерна (и продуктов его переработки) за счет снижения влажности (%)

$$X_w = 100 (w_{\text{п}} - w_{\text{р}}) / (100 - w_{\text{р}}),$$

где $w_{\text{п}}$ — влажность зерна по приходу, %;

$w_{\text{р}}$ — влажность зерна по расходу, %.

Размер убыли в массе зерна от снижения сорной примеси определяется количеством побочных продуктов и отходов всех категорий, указанных в актах. Однако следует учитывать, что при очистке, вентилировании и других операциях, связанных с перемещением зерна, возможны неучитываемые потери сорной примеси, которые возникают в результате уноса воздухом ее

легких фракций. По этой причине разрешается дополнительно списывать массу зерна (сверх списанной по актам обработки) за счет снижения сорной примеси при сопоставлении показателей по приходу и расходу зерна с пересчетом (%) по формуле:

$$X_{с.п} = (a - b)(100 - X_w) / (100 - b),$$

где a, b — количество сорной примеси соответственно по приходу и расходу, %;

X_w — размер убыли массы зерна от снижения влажности, %.

Убыль в массе зерна, определенную по этой формуле, списывают в размере не более 0,2 % (списание сверх этого норматива производится, при наличии соответствующего обоснования, только с разрешения начальника Управления Россельхознадзора).

Пример 8.3 На хранение в силос была загружена партия зерна влажностью 14,00 %, и содержанием сорной примеси 1,00 %. В процессе хранения зерно подвергалось активному вентилированию с целью понижения температуры. При отгрузке влажность зерна данной партии была равна 13,90 %, а содержание сорной примеси — 0,95 %.

Размер убыли массы зерна за счет снижения влажности

$$X_w = 100 (w_{п} - w_{р}) / (100 - w_{р}) = 100 (14,00 - 13,90) / (100 - 13,90) = 0,12 \text{ \%}.$$

Дополнительное снижение массы зерна от снижения сорной примеси составляет

$$\begin{aligned} X_{с.п} &= (a - b)(100 - X_w) / (100 - b) = \\ &= (1,00 - 0,95)(100 - 0,12) / (100 - 0,95) = 0,05 \text{ \%}. \end{aligned}$$

Таким образом, фактическое значение убыли в массе зерна в результате снижения сорной примеси не превышает допустимой нормы (0,2) и подлежит списанию.

Естественная убыль в массе зерна и продуктов его переработки при хранении. Для определения потерь в массе за счет естественной убыли установлены и действуют с 1986 г. нормы естественной убыли, которые следует применять лишь в тех случаях, когда установлена фактическая недостача зерна и продуктов его переработки (приложение 20).

Указанные нормы зависят от продолжительности хранения, типа хранилища и способа хранения (насыпью, или в таре). Механические потери в качестве постоянного коэффициента включены в формулу расчета естественной убыли при хранении сроком до 3 мес. Биологические же потери рассчитываются пропорционально всему сроку хранения. Продолжительность хранения определяют по среднему сроку хранения. Причем, средний срок хранения до 3 мес исчисляют в днях, а свыше трех мес — в месяцах. При этом средний срок хранения в днях данной партии зерна, продукции и комбикормов определяется по форме № 36 путем деления суммы ежедневных остатков на массу по приходу данной партии (табл. 8.9), а для определения среднего срока хранения в месяцах среднее количество дней хранения делится на 30.

При среднем сроке хранения до 3 мес естественная убыль (%)

$$X = (X_n - X_m) 0,011n + X_m,$$

где X_n — норма убыли при хранении до 3 мес включительно, %;

X_M — норма механических потерь, %: для зерна и семян масличных культур при погрузке и разгрузке механизированным способом в складах — 0,044 %, в элеваторах — 0,03 %, для продукции в таре и кукурузы в початках — 0,014 %;

0,011 — коэффициент для пересчета нормы потерь, установленной при хранении в течение 3 мес, на 1 день хранения (1 / 90);

n — среднее количество дней хранения.

Таблица 8.9 — Расчет среднего срока хранения

Дата	Приход, кг	Расход, кг	Остаток, кг	Количество дней хранения	Сумма ежедневных остатков, ц
	П	Р	Ост = П – Р	Д	$\Sigma = (\text{Ост} \cdot \text{Д}) / 100$
20 августа	25 000	—	25 000	3	750
23 августа	75 000	12 500	87 500	8	7 000
31 августа	88 000	13 000	162 500	6	9 750
06 сентября	125 000	25 000	262 500	2	5 250
08 сентября	36 000	—	298 500	5	14 925
13 сентября	82 000	32 000	348 500	7	24 395
20 сентября	112 000	22 000	438 500	10	43 850
30 сентября	165 500	35 000	569 000	15	85 350
15 октября	—	69 000	500 000	—	—
Итого:	708 500	208 500	500 000	56	191 270

Средний срок хранения составляет $(191270 \cdot 100) / 708500 = 27$ дней

При среднем сроке хранения партии зерна и семян свыше 3 мес норма убыли X (%)

$$X = A + DB / C,$$

где A — норма убыли за предыдущий срок хранения, %;

D — разница между наивысшей нормой для данного промежуточного срока хранения и предыдущей нормой убыли, %;

B — разница между средним сроком хранения данной партии и сроком хранения, установленным для предыдущей нормы, мес.;

C — число месяцев хранения, к которому относится разница между нормами убыли.

Пример 8.4 По акту зачистки партии зерна пшеницы, заложенного на хранение (по приходу) массой 360 000 кг и хранившегося в складе насыпью со средним сроком хранения $n = 75$ дней, установлена недостача в количестве 200 кг. Норма убыли при хранении зерна пшеницы в складе в течение 3 мес $X_H = 0,07$, норма механических потерь при хранении в складе $X_M = 0,044$.

Допустимая норма убыли при среднем сроке хранения 75 дней

$$X = (0,07 - 0,044) \cdot 0,011 \cdot 75 + 0,044 = 0,065 \text{ \%}.$$

Масса зерна, подлежащего списанию,

$$M = 360\,000 \cdot 0,065 / 100 = 234 \text{ кг}.$$

Следовательно, недостача (200 кг) меньше допустимой нормы убыли (234 кг), и может быть списана.

Пример 8.5 По акту зачистки партии зерна пшеницы, хранившегося в складе

насыпью, в расходе значится 500 000 кг со средним сроком хранения 135 дней ($135 / 30 = 4,5$ мес). Предыдущая норма убыли $A = 0,07$ %, наивысшая норма убыли для данного промежуточного срока хранения (6 мес.) $0,09$ %.

Разница между наивысшей нормой для данного промежуточного срока хранения и предыдущей нормой убыли составляет $D = 0,09 - A = 0,09 - 0,07 = 0,02$ %. Разница между средним сроком хранения данной партии и сроком хранения, установленным для предыдущей нормы, $B = 4,5 - 3,0 = 1,5$ мес. Число месяцев хранения, к которому относится разница между нормами убыли, $C = 6 - 3 = 3$ мес.

Допустимая норма убыли

$$X = 0,07 + 0,02 \cdot 1,5 / 3 = 0,08 \text{ \%}.$$

Масса зерна, подлежащего списанию,

$$M = 500\,000 \cdot 0,08 / 100 = 400 \text{ кг}.$$

Пример 8.6 По акту зачистки партии зерна риса, хранившегося в элеваторе, в расходе значится 640 000 кг со средним сроком хранения 14,5 месяцев (1 год и 2,5 месяца).

При хранении зерна риса в течение года в элеваторе $A = 0,115$, норма убыли за каждый последующий год хранения $0,04$ %, норма убыли при хранении в течение 2,5 мес. сверх одного года составила $0,04 \cdot 2,5 / 12 = 0,008$ %. Следовательно, допустимая норма убыли

$$X = 0,115 + 0,008 = 0,123 \text{ \%}.$$

Масса зерна риса, подлежащего списанию,

$$640\,000 \cdot 0,123 / 100 = 787,2 \text{ кг}.$$

8.8.9 Оформление зачистки зерна и продукции

Зачистка зерна и продукции проводится комиссией в составе заместителя руководителя предприятия, заведующего лабораторией и главного бухгалтера при участии материально ответственного лица и оформляется актом зачистки по форме № 30 или по форме № 30а.

В тех случаях, когда при полном израсходовании партии зернопродуктов, или при проверке их наличия путем перевески не установлено излишков и недостач нет увлажнения или увеличения сорной примеси, а также когда повышение влажности или сорной примеси, по объяснению комиссии, не должно привести к увеличению массы, акты зачистки по форме № 30 не составляются. Комиссия по зачистке проверяет правильность количественных и качественных показателей по первичным документам и подсчетам в книге количественно-качественного учета (форма № 36), и результат проверки записывает в лицевой счет данной культуры.

Не реже 2 раз в год (на 1 июля и 1 ноября) комиссия по зачистке, по приказу руководителя предприятия производит сплошную проверку наличия продукции в мешках стандартной массы путем подсчета количества мест и массы.

Результаты текущей зачистки и инвентаризации оформляются актом инвентаризации по форме № 172 без составления акта зачистки. При этом списание убыли за счет снижения влажности и норм естественной убыли при хранении и перевозках не проводят.

Руководителю предприятия рекомендуется не реже 1 раза в месяц про-

изводить внезапную проверку отдельных складов и отдельных штабелей продукции в хранилищах с целью установления массы, правильности укладки и условий хранения.

При замене (в том числе в случае длительной болезни) материально ответственного лица обязательно производится перевеска зерна и продукции, а также подсчет мешков с продукцией стандартной массы, находящихся на его ответственном хранении, составляется приемо-сдаточный акт. Перевеска и пересчет производятся комиссией, назначаемой руководителем предприятия, в присутствии лица, сдающего и принимающего зерно и продукцию. Результаты перевески заносятся в ведомость отвесов, которую подписывают все лица, присутствовавшие при перевеске и несущие ответственность за правильность показания массы остатка. Комиссия по зачистке хранилищ должна проверить и подтвердить в присутствии материально ответственного лица, что зачищаемая партия зерна или продукции действительно израсходована полностью.

По окончании перевески или полного израсходования зерна и продукции комиссия по зачистке хранилищ в пятидневный срок устанавливает итоги (баланс) перевески на основании следующих документов:

книг количественно-качественного учета;

складских отчетов и первичных приходно-расходных документов — реестров накладных, перечней реестров накладных, анализов-ордеров, приходных квитанций, накладных, товарно-транспортных накладных на местный отпуск, железнодорожных и водных накладных на перемещение, актов на подработку зерна и зернопродуктов, актов на уничтожение недоброкачественных отходов и др.;

коммерческих актов и актов-рекламаций на расхождения по массе и качеству;

удостоверений о качестве, карточек анализа и журналов регистрации лабораторных анализов.

8.8.10 Порядок учета и списания потерь зерна и продукции

Убыль по оформленным актам зачистки списывается материально ответственными лицами по книгам складского учета (форма № ЗХС-37).

Недостачи зерна и продукции при железнодорожных, водных и автомобильных перевозках в пределах норм естественной убыли списываются на счет себестоимости выпускаемой продукции.

Недостачи сверх нормативов естественной убыли, возникшие по вине транспортных организаций, шоферов и сопровождавших груз лиц, списываются на счет виновных, а недостачи, за которые органы транспорта ответственности не несут, предприятия относят на грузоотправителей.

Зерно и продукция, отгруженные железнодорожным и водным транспортом и при этом недопоставленные к месту назначения, учитываются хлебоприемными предприятиями и регистрируются в счете № 41, субсчете «Товары в пути», а зерноперерабатывающими предприятиями — в счете № 10, субсчете «Сырье и материалы в пути», и принимаются меры к их розыску и

возвращению. По истечении срока доставки груза предприятия обязаны немедленно предъявить к органам транспорта претензии. В случае отклонения транспортной организацией претензии по мотиву передачи груза другой организации и оставления последней претензии без удовлетворения иск предъявляется одновременно к транспортной организации и к организации, получившей груз.

В случае, если стоимость недоставленных грузов не будет взыскана (оплачена), стоимость таких грузов списывается в убыток. Должностные лица, виновные в пропуске сроков исковой давности, привлекаются к ответственности.

8.8.11 Проверка количественно-качественного учета

При проведении инспекторами Россельхознадзора проверок предприятий в порядке, предусмотренном нормативными документами в части правильности определения качества зерна, продукции и отходов и отражения его в документах ведения количественно-качественного учета, своевременности составления актов зачистки, соблюдения санитарного состояния и др., предприятия обязаны предоставлять инспекторам Россельхознадзора все необходимые им отчетные данные, первичные документы, журналы и пр.

В случае выявления нарушений порядка в хранении зернопродуктов, определении их качества, ведении количественно-качественного учета или других нарушений руководитель, главный инженер, заведующий лабораторией (начальник ПТЛ) и главный бухгалтер предприятия обязаны выполнить предписание инспектора Россельхознадзора в установленный им срок.

Контрольные вопросы и задания

1. Дайте классификацию технологических линий по функциональному назначению и по производственному центру; опишите принципиальную схему технологического процесса приемки и обработки зерна на примере элеваторной технологической линии. 3. Опишите порядок составления на предприятии плана приемки и размещения зерна нового урожая. 4. По каким признакам формируют при приемке однородные партии зерна? 5. Каковы особенности размещения зерна пшеницы, риса; семян подсолнечника, рапса; кукурузы в початках, проса? 6. Назовите и охарактеризуйте возможные причины снижения посевных достоинств зерна при хранении и обработке. 7. Дайте перечень мероприятий по подготовке к приемке свежееубранных семян. 8. Каковы особенности размещения свежееубранных и обработанных семян? 9. Опишите принципиальную технологическую схему и сущность отдельных приемов и операций обработки и хранения семян. 10. Дайте характеристику принципиальных особенностей хранения и обработки зерна риса, семян масличных культур, кукурузы в початках, проса. 11. Опишите порядок размещения в хранилищах муки и крупы; каковы особенности их хранения? 12. Каковы особенности приемки, размещения и хранения сырья комбикормового производства? 13. Что следует учитывать при размещении и хранении комбикормов? 14. Дайте характеристику мероприятий по контро-

лю качества и состояния зерна (и семян) в процессе их хранения. 15. Опишите сущность мероприятий по контролю качественной сохранности муки и крупы. 16. Опишите сущность и порядок проведения мероприятий по контролю качества хранящихся комбикормов (и зернового сырья). 17. Опишите порядок оформления поступающих на предприятие партий зерна. 18. В чем особенности приемки однородных по качеству партий зерна? 19. В чем особенности приемки неоднородных по качеству и единичных партий зерна? 20. Какой порядок предъявления претензий за расхождения в массе зерна и продуктов его переработки? 30. Опишите порядок предъявления рекламаций за расхождения в качестве зерна и продуктов его переработки. 31. Опишите порядок оформления реализации зерна и продуктов его переработки. 32. Как оформляются операции по очистке, сушке и другим видам обработки зерна и продукции? 33. Опишите порядок проведения и оформления операций количественно-качественного учета зерна и продукции. 34. Каковы сроки (условия), порядок проведения и оформления зачистки зерна и продукции? 35. Опишите порядок учета и списания потерь зерна и продукции.

Приложения

Приложение 1 — Техническая характеристика вентилируемых бункеров

Показатели	Тип и марка бункера					
	БВ-6	БВ-12,5	БВ-25	БВ-50	СЗЦ-1,5	К-878
Вместимость бункера, м ³	8,5	17,5	35,0	70,0	1,5	38,0
Средняя масса загружаемого зерна (при насыпной плотности 700 кг/м ³)	6,0	12,5	25,0	50,0	1,3	32,5
Диаметр бункера, м	1,8	1,8	3,2	3,2	1,4	3,0
Габаритные размеры, мм:						
длина	3,5	3,5	4,5	4,5	1,5	5,1
ширина	3,5	3,5	4,5	4,5	1,5	3,2
высота	5,8	8,4	7,8	11,8	3,2	8,8
Расход воздуха, (м ³ /ч)·10 ⁻³	3,3	5,6	11,3	22,5	0,16	11,0
Установочная мощность, кВт:						
с электроподогревом воздуха на 6 °С	9,0	17,5	25,5	49,0	3,3	26,0
без подогрева воздуха	3,0	5,5	7,5	13,0	1,0	8,0
Масса, кг	800	1000	1500	2500	200	2400

Приложение 2 — Техническая характеристика установок для подогрева воздуха

Показатель	Воздухоподогреватель		Теплогенератор	Тепловентиляционный агрегат	
	ВПТ-400	ВПТ-600	ТГ-150	АЖТ-2	ТПЖ-50
Производительность:					
(кДж/ч) 10 ⁻³	1200...1600	1900...2500	600	1600	4000
(м ³ /ч) 10 ⁻³	25	40	8	45	50
Максимальный подогрев воздуха, °С	50	50	65	50	60
Мощность электродвигателя, кВт	10	22	4,5	20	25
Расход жидкого топлива, кг/ч	40	60	17	40	100

Приложение 3 — Примерные сроки безопасного хранения зерна, сут

Культура	Влажность зерна, %	Температура зерна, °С							
		30	25	20	15	10	5	0	-5
Пшеница, рожь, ячмень (по данным ВНИИЗ)	13	95	130	180	180	180	180	180	н. уст.
	14	30	37	78	170	180	180	180	то же
	15	13	18	33	75	180	180	180	«
	16	6	9	18	35	135	180	180	«
	17	1	3	12	20	75	180	180	«
	18	—	1	8	12	32	127	127	«
	19	—	—	4	8	18	70	70	«
	20	—	—	2	5	13	36	36	«
	21	—	—	—	3	10	26	26	«
	22	—	—	—	2	8	22	22	«
	23	—	—	—	1	6	20	20	«
	24	—	—	—	—	5	18	18	«
	25	—	—	—	—	3	17	17	«
	26	—	—	—	—	2	15	15	«
27	—	—	—	—	1	13	13	«	
28	—	—	—	—	—	12	12	«	
29	—	—	—	—	—	11	11	«	
30	—	—	—	—	—	10	10	«	
Рис (по данным ВЗИП)	14	н. уст.	110	120	120	120	120	120	120
	15	то же	50	94	120	120	120	120	120
	16	«	24	46	88	114	120	120	120
	17	«	12	20	37	84	104	120	120
	18	«	7	12	21	45	85	120	120
	19	«	4	7	14	21	45	95	120
	20	«	2	4	8	12	23	63	120
	21	«	1	2	4	8	14	32	86
	22	«	—	1	2	4	8	18	35
	23	«	—	—	1	3	5	10	20
Гречиха (по данным ВЗИП)	14	н. уст.	140	140	140	140	140	140	140
	15	то же	115	140	140	140	140	140	140
	16	«	55	105	—	140	140	140	140
	17	«	30	52	125	140	140	140	140
	18	«	20	30	76	140	140	140	140
	19	«	12	21	48	95	140	140	140
	20	«	8	15	26	57	123	140	140
	21	«	5	9	14	40	80	140	140
	22	«	4	6	10	26	53	120	140
	23	«	3	5	8	17	35	72	130
	24	«	2	3	6	12	25	50	82
25	«	1	2	4	9	20	39	60	
Просо (по данным ВЗИП)	14	11	25	45	90	120	120	120	120
	15	6	10	20	58	113	120	120	120
	16	3	9	10	28	65	120	120	120
	17	2	4	7	12	27	80	110	120
	18	1	3	4	7	16	40	83	120
	19	—	2	3	5	9	16	52	105

Культура	Влажность зерна, %	Температура зерна, °С							
		30	25	20	15	10	5	0	-5
	20	—	1	2	4	7	10	22	70
	21	—	—	1	3	5	8	13	35
	22	—	—	—	2	4	6	10	18
	23	—	—	—	1	3	4	7	15
	24	—	—	—	—	2	3	5	10
Овес (по данным ВНИИЗ)	14	14	26	57	75	90	90	90	90
	15*	4	10	30	50	90	90	90	90
	16	2	4	11	20	70	90	90	90
	17*	1	3	7	14	35	90	90	90
	18	—	1	4	8	20	70		н. уст.
	19*	—	—	2	6	15	46		то же
	20	—	—	1	3	10	26		«
	22	—	—	—	1	6	20		«
	24	—	—	—	—	4	16		«
	26	—	—	—	—	1	14		«
	28	—	—	—	—	—	11		«
	30	—	—	—	—	—	8		«
Кукуруза (по данным ВНИИЗ): в зерне	15	н. уст.	42	54	70	85	100	120	120
	16	то же	33	42	54	68	80	100	120
	17	«	23	30	40	50	60	77	100
	18	«	16	22	30	38	45	58	75
	19	«	10	14	20	28	33	44	53
	20	«	6	9	14	17	23	32	40
	21	«	4	7	10	13	18	26	33
	22	—	2	4	7	10	14	20	26
	23	—	1	3	5	8	12	17	20
	24	—	—	2	4	7	10	15	17
	25	—	—	1	3	6	9	13	16
	26	—	—	—	2	5	8	12	15
28	—	—	—	1	4	7	11	14	
30	—	—	—	—	3	6	10	13	
в початках	15	н. уст.	72	93	145	180	180	180	180
	16	то же	61	80	118	177	180	180	180
	17	«	50	68	94	142	180	180	180
	18	«	39	53	75	110	180	180	180
	19	«	30	42	60	81	120	180	180
	20	«	20	32	45	60	80	180	180
	21	«	14	25	36	48	64	120	180
	22	—	9	18	30	39	54	74	н. уст.
	23	—	4	14	24	31	46	61	то же
	24	—	3	11	20	28	40	54	«
	25	—	2	9	17	25	37	47	«
	26	—	1	8	15	22	34	43	«
28	—	—	6	10	17	27	38	«	
30	—	—	3	5	10	20	28	«	

Продолжение

Культура	Влажность зерна, %	Температура зерна, °С							
		30	25	20	15	10	5	0	-5
Семена сои (по данным ВЗИПП)	12	н. уст.		93	140	140	140	140	140
	13	то же		53	114	140	140	140	140
	14	«		29	65	122	140	140	140
	15	«		16	38	84	128	140	140
	16	«		12	21	58	104	129	140
	17	«		9	15	40	82	102	140
	18	«		8	12	28	63	83	129
	19	«		7	9	19	48	68	111
	20	«		6	8	15	36	58	95
	21	«		5	7	13	28	49	83
	23	«		3	5	9	17	36	64
	25	«		2	4	7	10	27	53
Семена сор- го (по дан- ным Кубанс- кого филиала ВНИИЗ)	15	н. уст.		4	9	20	70	н. уст.	
	17	то же		3	6	12	28	то же	
	20	«		2	3	5	10	«	
	22	—	—	1	2	4	6	«	
	25	—	—	—	1	2	3	«	
Семена под- солнечника (по данным ВНИИЗ)	8	20	30	50	90	90	90	90	90
	9	6	9	19	34	90	90	90	90
	10	—	2	7	14	37	90	90	90
	11	—	—	3	7	15	43	н. уст.	
	12	—	—	—	3	9	25	то же	
	13	—	—	—	1	6	21	«	
	14	—	—	—	—	5	18	«	
	15	—	—	—	—	н. уст.		«	
	16	—	—	—	—	то же		«	
	17	—	—	—	—	"		«	
18	—	—	—	—	"		«		

Примечания: н. уст. — не установлена;

Прочерки показывают, при каких сочетаниях температуры и влажности зерно следует обрабатывать немедленно;

*Данные получены методом интерполирования.

Приложение 5 — Равновесная влажность зерна различных культур, %

Температура зерна, °С	Относительная влажность воздуха, %														
	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0	80,0	85,0	90,0
Пшеница															
-10	9,1	9,8	10,5	11,1	11,6	12,2	12,7	13,2	13,7	14,5	15,3	16,1	17,1	19,1	21,7
0	8,7	9,4	10,1	10,7	11,2	11,8	12,3	12,9	13,5	14,2	15,0	15,8	16,7	18,6	21,2
10	8,3	9,0	9,6	10,3	10,9	11,5	12,0	12,6	13,3	14,0	14,7	15,5	16,3	18,1	20,5
20	7,8	8,5	9,2	10,0	10,7	11,3	11,8	12,4	13,1	13,7	14,3	15,1	16,0	17,7	20,0
30	7,4	8,1	8,8	9,5	10,2	10,8	11,4	11,9	12,5	13,2	14,0	14,8	15,7	17,2	19,3
Рожь и ячмень															
-10	9,2	10,0	10,8	11,4	11,9	12,4	12,9	13,5	14,1	15,1	16,1	17,4	18,7	20,5	22,4
0	8,9	9,7	10,4	11,0	11,6	12,2	12,7	13,3	13,9	14,8	15,7	17,0	18,3	20,1	21,9
10	8,6	9,3	10,0	10,7	11,3	11,9	12,5	13,1	13,7	14,6	15,5	16,7	17,9	19,6	21,4
20	8,3	8,9	9,5	10,2	10,9	11,6	12,2	12,8	13,5	14,3	15,2	16,3	17,4	19,1	20,8
30	7,8	8,4	9,0	9,7	10,4	10,9	11,5	12,1	12,8	13,5	14,3	15,4	16,5	18,4	20,3
Овес															
-10	8,4	8,9	9,6	10,3	11,0	11,8	12,3	12,7	13,3	14,4	15,6	17,1	18,5	19,8	21,1
0	7,8	8,4	9,1	9,8	10,5	11,2	11,8	12,3	12,9	14,0	15,5	16,6	17,9	19,3	20,7
10	7,2	7,9	8,6	9,3	10,0	10,6	11,8	11,9	12,5	13,6	14,8	16,1	17,3	18,8	20,3
20	6,7	7,4	8,2	8,8	9,4	10,1	10,7	11,3	12,0	13,2	14,4	15,6	16,8	18,3	19,9
30	6,2	7,1	7,9	8,3	8,7	9,2	9,8	10,7	11,6	12,7	13,8	15,0	16,2	17,6	19,0
Кукуруза															
-10	9,8	10,4	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,1	15,0	15,9	16,9	17,9	19,2	20,5
0	9,4	9,9	10,5	11,0	11,6	12,1	12,7	13,2	13,8	14,7	15,6	16,6	17,6	18,8	20,1
10	8,8	9,4	10,0	10,6	11,2	11,7	12,3	12,9	13,5	14,4	15,3	16,3	17,3	18,5	19,7
20	8,2	8,8	9,4	10,0	10,7	11,3	11,9	12,5	13,2	14,0	14,9	15,9	16,9	18,0	19,2
30	7,9	8,4	9,0	9,5	10,1	10,6	11,2	11,8	12,4	13,1	13,9	14,9	15,9	17,1	18,3

Температура зерна, °С	Относительная влажность воздуха, %														
	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0	80,0	85,0	90,0
	Просо														
-10	9,1	9,8	10,6	11,3	12,1	12,5	12,9	13,4	14,0	14,8	15,6	16,6	17,6	18,6	19,5
0	8,7	9,5	10,2	11,0	11,7	12,1	12,5	13,0	13,6	14,4	15,2	16,1	17,1	18,1	19,1
10	8,2	8,9	9,6	10,4	11,1	11,6	12,1	12,6	13,2	14,0	14,7	15,6	16,6	17,6	18,7
20	7,8	8,5	9,1	9,8	10,5	11,0	11,6	12,1	12,7	13,5	14,3	15,1	15,9	17,1	18,3
30	7,2	8,0	8,7	9,5	10,2	10,6	11,0	11,5	12,1	12,8	13,6	14,4	15,3	16,5	17,7
	Рис (нешелушенный)														
-10	8,6	9,4	10,3	10,9	11,5	12,2	12,8	13,3	13,7	14,3	14,9	16,0	17,3	18,6	20,0
0	8,2	9,0	9,8	10,5	11,1	11,7	12,3	12,8	13,3	13,9	14,5	15,5	16,6	17,9	19,2
10	7,9	8,6	9,5	10,1	10,7	11,2	11,8	12,3	12,9	13,5	14,1	15,0	15,9	17,2	18,4
20	7,5	8,3	9,1	9,7	10,3	10,8	11,3	11,9	12,5	13,1	13,7	14,5	15,2	16,4	17,6
30	7,1	7,8	8,5	9,3	10,0	10,4	10,9	11,4	11,9	12,5	13,1	13,9	14,7	15,9	17,1
	Соя														
-10	6,0	6,5	7,2	7,6	8,0	8,7	9,1	9,5	9,8	11,1	12,3	14,4	16,7	19,1	21,8
0	5,8	6,3	6,9	7,3	7,7	8,2	8,7	9,2	9,7	10,8	11,9	14,0	16,2	17,8	21,5
10	5,6	6,1	6,6	7,0	7,4	7,7	8,3	8,9	9,6	10,5	11,5	13,6	15,7	18,5	21,2
20	5,4	5,9	6,4	6,7	7,1	7,5	8,0	8,7	9,5	10,2	11,5	13,1	15,3	18,1	20,9
30	5,0	5,3	5,7	6,1	6,4	6,8	7,2	8,0	8,9	9,7	10,6	12,5	14,5	18,3	20,1
	Горох														
-10	9,5	10,2	11,0	11,7	12,5	13,2	13,7	14,2	14,7	15,5	16,3	17,2	18,1	20,4	22,7
0	9,1	9,8	10,4	11,3	12,1	12,8	13,3	13,9	14,5	15,2	16,0	16,8	17,7	19,0	22,2
10	8,7	9,4	10,0	10,9	11,8	12,5	13,0	13,6	14,3	14,0	15,7	16,5	17,3	19,4	21,5
20	8,2	8,9	9,5	10,6	11,6	12,3	12,8	13,4	14,1	14,7	15,3	16,1	17,0	19,0	21,0
30	7,8	8,5	9,2	10,1	11,1	11,8	12,4	12,9	13,5	14,2	15,0	15,8	16,7	18,5	20,3
	Семена подсолнечника														
-10	5,3	5,4	5,5	5,7	5,8	6,2	6,7	7,2	7,7	8,1	8,5	9,2	9,3	10,3	12,3
0	5,1	5,2	5,3	5,5	5,6	6,0	6,3	6,9	7,5	7,8	8,2	8,9	9,5	10,7	11,9
10	4,9	5,0	5,1	5,3	5,5	5,8	6,0	6,6	7,3	7,6	7,9	8,5	9,3	10,4	11,6
20	4,7	4,8	4,9	5,1	5,3	5,5	5,7	6,3	7,0	7,3	7,5	8,2	9,1	10,1	11,3
30	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,2	5,5	5,9	6,3	6,8	7,2	7,6	8,5	9,8	11,0

Приложение 6 — Техническая характеристика холодильных машин и установок, используемых для охлаждения воздуха

Показатели	Установка «Зерно-500»	Тип машины				
		KLA-40/7	KLA-50/7	KLA-40/2	KLA-50/2	XMB-1-30
Назначение	для элеваторов			для складов		
Марка компрессора	22ФУ-200	H ₂ -112/17-102	H ₂ -80/17-107/5	H ₂ -112/17-102	H ₂ -80/17-107/5	2ФБС-2ФУБС-12
Холодопроизводительность, кВт	232	44	51,3	44	51,3	21
Марка хладагента	R-22	R-12	R-22	R-12	R-22	R-12
Количество хладагента, кг	1000	40	40	40	40	35
Расход воздуха, (м ³ /ч)·10 ⁻³	6...20	3,0	4,6	3,0	4,6	3,2
Давление, кПа	0,6...2,7	7,25	7,8	1,96	2,3	2,16
Потребляемая мощность, кВт	250...260	38	39	28	29	22,5

Приложение 7 — Устойчивость насекомых и клещей к низким температурам

Вредитель	Продолжительность жизни в сутках (по наиболее устойчивым стадиям) при температуре, °С			
	0	-5	-10	-15
	Долгоносик:			
амбарный	67	26	14	1,0
рисовый	17	12	4	0,3
Малый хрущак:				
мучной	12	5	5	0,4
черный	19	5*	2	0,5**
Мукоед:				
рыжий	112	32	20	1,0
суринамский	22	13	3	1,0
Зерновой точильщик	17	10	1	0,3
Притворяшка-вор	219	164	36	17
Гороховая зерновка	404	260	130	6
Зерновая моль	25	9	2	2
Мельничная огневка	116	24	11	2
Мучной клещ:				
питающиеся стадии	486	18	7	1
яйца	368	168	57	1
Удлиненный клещ	85	24	21	1
Волосатый клещ:				
питающиеся стадии	50	18	8	3
гипопус	500	500	330	124

* при температуре -2,5 °С;

** при температуре -18 °С.

Приложение 8 — Характеристика некоторых инсектицидов, используемых для дезинсекции зерна и продуктов его переработки

Инсектицид		Способ применения				ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	МДУ, мг/кг	
Действующее вещество	Технический препарат	опрыскиванием	аэрозолями	фумигацией	в зерне		в муке и крупе	
Метилбромид CH_3Br (бесцветный газ, без запаха, сгущающийся в прозрачную жидкость при 4 °С)	Технический метилбромид: А — без одоранта; Б — с одорантом (0,2% хлорпикрина)	—	—	+	1,0	50	10	
Хлорпикрин CCl_3NO_2 (маслянистая жидкость желтоватого или буроватого цвета, с чрезвычайно резким запахом)	Технический хлорпикрин	+	—	+	не допускается	0,1	не допускается	
Металлхлорид $\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}$ (прозрачная жидкость желтоватого цвета со специфическим запахом)	Технический металлхлорид	—	—	+	0,3	3,5	не допускается	
Фосфин PH_3 (бесцветный газ с запахом гниющей рыбы, чеснока, или промышленного карбида)	Фостоксин (Г, ТБ); Магтоксин (Г, ТБ, ПД, Л); Делиция-газтоксин (ТБ); Термофос (ТБ)	—	—	+	0,1	0,1	0,01	
Карбофос $\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{O}_4\text{PS}_2$ (прозрачная жидкость желтовато-коричневого цвета со специфическим запахом)	Технический карбофос (50% КЭ)	+	+	—	0,5	3,0	1,0*	
ДДВФ $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_4\text{Cl}_2\text{P}$ (прозрачная маслянистая жидкость, бесцветная или желтого цвета, со слабым специфическим запахом)	Технический ДДВФ (50...55% КЭ)	+	+	—	0,2	0,3	не допускается	

Инсектицид		Технический препарат	Способ применения			ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	МДУ, мг/кг	
Действующее вещество	Технический препарат		опрыскиванием	аэрозольми	фумигацией		в зерне	в муке и крупе
Волатон C ₁₂ H ₁₃ N ₂ O ₃ SP (коричневая жидкость со специфическим запахом)	Технический волатон (50 % КЭ)		+	+	—	0,1	0,6	—
Метатион C ₉ H ₁₂ NO ₅ SP (желтая жидкость со специфическим запахом)	Технический метатион (50 % КЭ)		+	+	—	0,1	1,0	0,3
Актеллик C ₇ H ₁₉ N ₃ O ₃ SP (светлокоричневая жидкость со специфическим запахом)	Технический актеллик (50 % КЭ)		+	+	—	2,0	5,0	—
Трихлорметафос-3 C ₉ H ₁₀ O ₃ Cl ₃ SP (маслянистая бесцветная или желтоватая жидкость со специфическим резким запахом)	Технический трихлорметафос-3 (50 % КЭ)		+	—	—	0,3	0,5	—
Перметрин (синтетическое вещество — светлая маслянистая жидкость со слабым запахом)	Амбуш; Талкорд; Анометрин; Купекс; Купекс; Пермасект; Пертрин и др. (25 % КЭ)		+	—	—	0,5	0,1 (кукуруза, ячмень); 0,15**	—

Сокращения: ПДК — предельно допустимая концентрация; МДУ — максимально допустимый уровень; Г — гранулы; ТБ — таблетки; ПЛ — плиты; Л — ленты; КЭ — концентрат эмульсии

* В манной круле не допускается;

**МДУ по отношению к пшенице

Приложение 9 — Характеристика инсектицидов по объектам применения

Объект	Способ дезинсекции		
	опрыскиванием	аэрозолями	фумигацией
Склады пустые	Карбофос; ДДВФ; трихлорметафос-3; метатин; волатон; актеллик; хлорпикрин (смачивают развешенные мешки)	Карбофос; ДДВФ; метаглон; волатон; актеллик	Хлорпикрин; метилбромид; смесь метилбромид с хлорпикрином
			Метилбромид; хлорпикрин; металилхлорид; смесь метилбромид с хлорпикрином; препараты на основе фосфина (Г; ТБ; ПЛ; Л)
с зерном и продуктами его переработки	—	—	—
Силосы элеваторов пустые	—	Карбофос; ДДВФ; метаглон; волатон; актеллик	—
с зерном	—	—	Метилбромид; препараты на основе фосфина (Г; ТБ; ПЛ; Л) Метилбромид
Производственные помещения и оборудование элеваторов; СОБ, МОБ, зерносушилки	—	—	—
Производственные помещения и оборудование зерноперерабатывающих предприятий	—	—	Метилбромид; магтоксин (ПЛ, Л)
Зерно в потоке	Карбофос; ДДВФ; метаглон; волатон; актеллик; смесь перметрина и актеллика	—	—
Зернопродукты затаренные	Карбофос	Карбофос	—
Мешки, брезенты, щиты, инвентарь	—	—	Хлорпикрин; метилбромид
Территории	Карбофос; ДДВФ; трихлорметафос-3; метаглон; волатон; актеллик;	—	—
Транспортные средства (суда, вагоны и др.)	Карбофос; ДДВФ; трихлорметафос-3; актеллик; волатон; метаглон и др.	—	Метилбромид

**Приложение 10 — Характеристика родентицидов,
используемых для дератизации**

Родентицид		Действие	Смертельная доза (мг/кг) для	
действующее вещество	технический препарат		серой крысы	домовой мыши
Брофидакум $C_{31}H_{23}BrO_3$ (белое кристаллическое вещество)	Готовая брикетированная 0,005% приманка; 0,1%-ный порошковый и 0,25% жидкий концентрат для приготовления приманок	Снижает свертываемость крови, вызывает смертельные кровоизлияния. Смертелен даже при разовом применении приманки	0,27...0,65 (самцы)	0,4 (самцы)
Дифенакум $C_{31}H_{24}O_3$ (белое кристаллическое вещество)	Готовая брикетированная 0,005% приманка; 0,1%-ный порошковый и 0,25% жидкий концентрат для приготовления приманок	Снижает свертываемость крови, вызывает смертельные кровоизлияния. Активен против многих грызунов, в т.ч. устойчивых к зоокумарину	1,8 (самцы)	0,8
Зоокумарин $C_{19}H_{16}O_4$ (белый порошок без вкуса и почти без запаха)	0,5%-ный порошок с наполнителем — крахмалом	Снижает свертываемость крови, вызывает кровоизлияния и смертельные кровотечения	по 1 мг в течение нескольких дней; 12...15 мг при однократном приеме	
Ратиндан $C_{23}H_{16}O_3$ (кристаллический желтый порошок)	0,5%-ный порошок с окрашенным в голубоватый цвет наполнителем — маисовым крахмалом или тальком	Накапливаясь в организме, снижает свертываемость крови, вызывает смертельные кровоизлияния и гибель через 5...8 дней	3 % технического препарата от массы поедаемой приманки	
Фосфид цинка $C_{25}H_{22}ClNO_3$ (порошок темно-серого, почти черного цвета с запахом чеснока)	Добавляется к приманке в чистом виде, в количестве 3 % по массе	Кишечный яд. При действии соляной кислоты, входящей в состав желудочного сока, выделяет фосфористый водород PH_3 (фосфин), проникающий через стенки желудка в ткани и кровь, и воздействием на нервную систему вызывает быструю гибель грызунов	15...30	<0,5

Приложение 11 — Состояние зерновых, бобовых и масличных культур по влажности, засоренности сорной и зерновой примесями

Культура	Состояние									
	По влажности			По сорной примеси			По зерновой (масличной) примеси			
	сухое	средней сухости	влажное	сырое	чистое	средней чистоты	сорное	чистое	средней чистоты	сорное
	Зерновые культуры									
Пшеница яровая	≤14	>14...15,5	>15,5...17	>17	≤1	>1...3	>3	≤1	>1...5	>5
Пшеница озимая	≤14	>14...15,5	>15,5...17	>17	≤1	>1...3	>3	≤2	>2...7	>7
Рожь	≤14	>14...15,5	>15,5...17	>17	≤1	>1...2	>2	≤2	>2...4	>4
Ячмень	≤14	>14...15,5	>15,5...17	>17	≤2	>2...4	>4	≤2	>2...5	>5
Овес	≤14	>14...15,5	>15,5...17	>17	≤1	>1...3	>3	≤2	>2...4	>4
Просо	≤13,5	>13,5...15	>15...17	>17	≤1	>1...3	>3	≤1	>1...6	>6
Гречиха	≤14	>14...15,5	>15,5...17	>17	≤1	>1...3	>3	≤1	>1...3	>3
Кукуруза в зерне	≤14	>14...15,5	>15,5...17	>17	≤1	>1...3	>3	≤2	>2...5	>5
Кукуруза в початках	≤16	>16...18	>18...20	>20	≤1	>1...3	>3	≤2	>2...5	>5
Рис	≤14	>14...15,5	>15,5...17	>17	≤1	>1...3	>3	≤1	>1...3	>3
Сорго	≤13,5	>13,5...15	>15...17	>17	≤2	>2...3	>3	≤2	>2...7	>7
	Бобовые культуры									
Вика яровая	≤15	>15...17	>17...20	>20	≤1	>1...3	>3	≤3	>3...5	>5
Горох	≤14	>14...16	>16...20	>20	≤0,5	>0,5...1	>1	≤2	>2...3	>3
Чечевица	≤14	>14...17	>17...19	>19	≤1	>1...3	>3	≤2	>2...3,5	>3,5
Фасоль	≤16	>16...18	>18...20	>20	≤0,5	>0,5...1	>1	≤2	>2...3	>3
Чина	≤14	>14...16	>16...18	>18	≤2	>2...3	>3	≤8	>3...8	>8
Нут	≤14	>14...16	>16...18	>18	≤1	>1...3	>3	≤2	>2...4	>4

Культура	Состояние												
	По влажности				По сорной примеси				По зерновой (масличной) примеси				
	сухое	средней сухости	влажное	сырое	чистое	средней чистоты	сорное	чистое	средней чистоты	сорное	чистое	средней чистоты	сорное
Бобы кормовые	≤14	>14...16	>16...178	>18	≤1	>1...2	>2	≤2	>2...5	>5			
Соя	≤12	>12...14	>14...16	>16	≤2	>2...3	>3	≤6	>6...10	>10			
Арахис	≤8	>8...11	>11...13	>13	≤1	>1...3	>3	≤2	>2...6	>6			
Люпин кормовой	≤14	>14...16	>16...18	>18	≤1	>1...2	>2	≤2	>2...5	>5			
Масличные культуры													
Семя подсолнечное	≤7	>7...8	>8...9	>9	≤1	>1...5	>5	≤3	>3...7	>7			
Семя льняное	≤8	>8...10	>10...13	>13	≤2	>2...4	>4	≤3	>3...5	>5			
Горчица	≤10	>10...12	>12...14	>14	≤2	>2...5	>5	≤6	>6...10	>10			
Рапс	≤8	>8...10	>10...12	>12	≤1	>1...3	>3	≤3	>3...5	>5			
Клещевина	≤6	>6...7	>7...9	>9	-	-	-	-	-	-			
Рыжик	≤9	>9...11	>11...13	>13	≤2	>2...3	>3	≤6	>6...12	>12			
Сафлор	≤9	>9...11	>11...13	>13	≤2	>2...3	>3	≤4	>4...12	>12			
Семя сурепицы	≤9	>9...11	>11...13	>13	≤2	>2...3	>3	≤6	>6...12	>12			
Кунжут	≤8	>8...10	>10...12	>12	≤2	>2...3	>3	≤6	>6...12	>12			
Мак	≤10	>10...11	>11...12	>12	≤1	>1...3	>3	≤2	>2...12	>12			
Конопля	≤14	>11...12	>12...14	>14	Чистота (%)	чистое — > 98; средней чистоты — > 92...98;							
					сорное — < 92								

**Приложение 12 — Предельно допустимые сроки хранения зерна
в металлических силосах**

Культура	Допустимые сроки (мес) хранения при влажности (%) по зонам			
	≤13		>13...14	
	Южная зона*	Остальные районы производства и закупок (кроме Южной зоны)	Южная зона*	Остальные районы производства и закупок (кроме Южной зоны)
Пшеница	12	24	6	12
Ячмень	6	12	3	9
Кукуруза	8	9	3	6
Рис (зерно)	—	—	5**	7**

* В Южную зону входят Краснодарский и Ставропольский края, Нижнее Поволжье; в СНГ — Молдова, юг Казахстана и Украины, Среднеазиатские страны, страны Закавказья;

**Предельный срок реализации зерна риса в Южной зоне не позднее апреля, в остальных районах не позднее мая.

Приложение 13 — Допустимая высота насыпи семян при хранении в складах

Культура	Высота насыпи, м	Примечание
Пшеница, рожь, ячмень, овес, тритикале, горох	В соответствии с техническими возможностями хранилища	В хранилищах, оснащенных установками активного вентилирования
Рис, фасоль, чина	2,5	Для семян I и последующих репродукций
Просо	2,2	—
Гречиха, чечевица	2,0	Для семян II и последующих репродукций
Подсолнечник	1,5	Для семян, используемых для посева на кормовые цели
Лен масличный	1,5	Для семян низких репродукций
Горчица, рапс	1,5	Для семян II репродукции при посеве на зеленую массу
Соя	1,5	Для семян низких репродукций
Кормовые бобы	2,5	Для семян II и последующих репродукций
Люпин	2,5	В хранилищах, оборудованных активным вентилированием
	1,0	В хранилищах без активного вентилирования

**Приложение 14 — Допустимая высота штабеля при хранении семян
в сухом состоянии**

Культура	Высота штабеля (число рядов мешков)	Периодичность перекладки мешков, мес
Пшеница, рожь, ячмень, овес, тритикале	15	6
Рис, просо	8	6
Подсолнечник	12	4
Горчица, рапс, фасоль, чечевица, чина	6	4
Соя, горох, клеверина, люпин, гречиха, лен масличный	8	4
Бобы кормовые	10	4

Приложение 15 — Равновесная влажность круп

	Относительная влажность воздуха (%) при температуре (°C)																	
	10							20							30			
	30	40	50	60	70	80	30	40	50	60	70	80	30	40	50	60	70	80
<i>Пшенио шлифованное</i>	8,9	10,5	11,6	12,8	14,2	15,6	8,7	10,0	11,3	12,3	13,6	15,2	7,9	9,2	10,8	12,0	13,6	17,2
<i>Овсяная недробленая</i>	8,6	9,0	10,2	11,6	13,0	14,0	8,0	9,4	10,2	11,2	12,7	13,6	8,1	9,0	10,1	10,8	12,5	15,7
<i>Овсяные хлопья «Геркулес»</i>	8,4	9,0	10,4	11,4	12,5	13,6	8,0	9,4	10,2	11,1	12,0	13,2	7,9	8,9	10,0	10,7	11,8	15,5
<i>Горох колотый полнорванный</i>	9,0	10,2	11,6	12,4	14,4	16,6	8,7	9,9	11,2	12,2	14,2	15,8	8,2	8,6	10,8	11,9	14,0	17,8
<i>Горох целый полнорванный</i>	9,2	11,0	11,2	12,6	14,2	16,4	8,8	10,2	10,8	12,2	14,0	15,8	8,2	9,8	10,4	11,8	14,0	18,0
<i>Перловая</i>	8,6	9,6	11,4	12,4	14,2	15,5	8,4	9,2	10,8	11,9	13,8	15,2	7,6	8,8	10,2	11,6	13,6	17,4
<i>Ячневая</i>	8,6	10,0	11,2	12,6	14,3	15,8	8,4	9,8	10,8	12,2	14,1	15,4	7,8	8,8	10,4	12,0	13,0	18,4
<i>Кукурузная мелкая</i>	8,8	9,0	11,0	12,2	14,0	15,8	8,2	9,0	10,2	11,8	13,8	15,2	7,8	8,2	9,6	10,8	13,6	17,8
<i>Полтавская №1, 2</i>	3,9	9,3	11,0	12,4	14,2	16,0	8,2	9,2	10,6	11,9	13,9	15,8	8,0	8,6	9,8	11,4	13,6	17,6
<i>«Артек» и Полтавская №3, 4</i>	9,1	9,8	11,2	12,6	14,4	16,2	8,3	9,2	10,8	12,2	14,1	15,9	8,0	8,4	9,8	11,6	13,3	17,8
<i>Рис шлифованный</i>	10,7	11,2	12,6	13,4	14,9	16,7	10,0	10,9	11,8	12,7	14,2	16,4	9,5	10,4	11,4	12,2	13,8	18,4
<i>Рис дробленый</i>	11,2	11,8	13,4	14,2	15,7	17,4	10,5	11,5	12,4	13,5	14,4	17,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,6	18,4
<i>Гречневая ядрица б/р</i>	8,2	9,2	10,7	11,6	13,2	14,8	7,8	9,0	10,0	11,2	13,0	14,6	7,6	8,6	9,2	10,8	12,8	17,4
<i>Гречневая просел б/р</i>	8,6	9,2	10,6	11,6	13,2	15,0	8,2	9,4	10,2	11,4	13,0	14,8	7,4	8,6	9,4	11,0	12,6	17,8
<i>Манная М</i>	9,2	10,0	11,6	13,0	14,4	16,4	8,7	9,8	10,8	12,2	14,0	16,2	7,6	8,8	10,4	11,9	13,6	18,2

**Приложение 16 — Сроки контроля температуры зерна
(кроме риса, кукурузы, подсолнечника, рапса и проса)**

Состояние зерна по влажности	Свежеубранное зерно (в течение 3 мес с момента приема)	Прочее зерно температурой, °С		
		≤0	>0...10	≥10
Сухое и средней сухости	1 раз в 5 дней	1 раз в 15 дней	1 раз в 15 дней	1 раз в 15 дней
Влажное	ежедневно	1 раз в 15 дней	1 раз в 5 дней	1 раз в 2 дня
Сырое	ежедневно	—	—	—

Приложение 17 — Сроки контроля температуры зерна кукурузы, проса и риса

Состояние зерна по влажности	Свежеубранное зерно (в течение трех месяцев с момента приема)	Прочее зерно с температурой, °С	
		≤10	>10
Сухое	1 раз в 3 дня	1 раз в 15 дней	1 раз в 10 дней
Средней сухости	1 раз в 2 дня	1 раз в 10 дней	1 раз в 5 дней
Влажное	ежедневно	—	—
Сырое	ежедневно	—	—

Приложение 18 — Сроки контроля температуры кукурузы в початках

Влажность зерна, %	В складах		Под навесами и на площадках	
	≤10	>10	≤10	>10
≤20	1 раз в 11 дней	1 раз в 6 дней	1 раз в 11 дней	1 раз в 8 дней
>20...25	1 раз в 6 дней	1 раз в 4 дня	1 раз в 8 дней	1 раз в 4 дня
>25	—	—	1 раз в 3 дня	1 раз в 3 дня

Приложение 19 — Сроки контроля температуры семян подсолнечника, рапса и прочих мелкосеменных масличных культур

Состояние семян по влажности	Свежеубранные семена	Семена, прошедшие послеуборочную обработку, при температуре, °С		
		≤10	>10...20	>20...25
Сухое и средней сухости	1 раз в 3 дня	1 раз в 15 дней	1 раз в 10 дней	1 раз в 5 дней
Влажное	ежедневно	—	—	—
Сырое	ежедневно	—	—	—

Приложение 20 — Нормы естественной убыли зерна, продуктов его переработки, семян масличных культур и трав при хранении на предприятиях отрасли хлебопродуктов (% от хранимой массы)

Культура или продукция	Срок хранения	В элеваторах	В складах		На приспособленных для хранения площадках и в сапетках
			насыпью	в таре	
Пшеница, рожь, ячмень, полба	3 мес	0,045	0,07	0,04	0,12
	6 мес	0,055	0,09	0,06	0,16
	1 год	0,095	0,115	0,09	—
Овес	3 мес	0,055	0,09	0,05	0,15
	6 мес	0,065	0,125	0,07	0,20
	1 год	0,105	0,165	0,09	—
Рис-зерно	3 мес	0,045	0,08	0,05	—
	6 мес	0,075	0,145	0,07	—
	1 год	0,115	0,105	0,10	—
Гречиха	3 мес	0,055	0,08	0,05	—
	6 мес	0,075	0,11	0,07	—
	1 год	0,10	0,145	0,10	—
Просо, чумиза, сорго	3 мес	0,06	0,11	0,06	0,14
	6 мес	0,08	0,15	0,08	—
	1 год	0,13	0,19	0,10	—
Кукуруза в зерне	3 мес	0,075	0,13	0,07	0,18
	6 мес	0,115	0,165	0,10	0,22
	1 год	0,155	0,21	0,13	—
Кукуруза в початках	3 мес	—	0,25	—	0,45
	6 мес	—	0,30	—	0,55
	1 год	—	0,45	—	—
Горох, чечевица, бобы, фасоль, вика, соя	3 мес	0,045	0,07	0,04	—
	6 мес	0,06	0,09	0,06	—
	1 год	0,095	0,115	0,08	—
Подсолнечное семя	3 мес	0,13	0,20	0,12	0,24
	6 мес	0,175	0,25	0,15	—
	1 год	0,225	0,30	0,20	—
Прочие масличные культуры	3 мес	—	0,10	0,08	—
	6 мес	—	0,13	0,11	—
	1 год	—	0,17	0,14	—
Крупа и рис обрушенный	3 мес	—	—	0,04	—
	6 мес	—	—	0,06	—
	1 год	—	—	0,09	—
Мука	3 мес	—	—	0,05	—
	6 мес	—	—	0,07	—
	1 год	—	—	0,10	—

Продолжение

Культура или продукция	Срок хранения	В элева- торах	В складах		На приспособленных для хранения площадках и в сапетках
			насыпью	в таре	
Отруби и мучка	3 мес	—	0,20	0,12	—
	6 мес	—	0,25	0,16	—
	1 год	—	0,35	0,20	—
Комбикорма	До 1 мес	—	0,04	—	—
	за каж- дый по- следую- щий ме- сяц	—	0,01	—	—
Премиксы	3 мес	—	—	0,12	—
	6 мес	—	—	0,16	—
Семена трав:		—	—	—	—
клевер, люцерна, донник	от 3 до 6 мес	—	—	0,15	—
	Свыше 6 мес	—	—	0,20	—
тимopheевка, мятлик луговой, полевица белая	От 3 до 6 мес	—	—	0,14	—
	Свыше 6 мес	—	—	0,22	—
житняк, пырей бес- корневищный, овся- ница луговая, овся- ница красная, эспар- цет, сераделла и др.	От 3 до 6 мес	—	—	0,10	—
	Свыше 6 мес	—	—	0,15	—
суданская трава, могар	От 3 до 6 мес	—	—	0,15	—
	Свыше 6 мес	—	—	0,25	—
люпин	От 3 до 6 мес	—	—	0,18	—
	Свыше 6 мес	—	—	0,24	—

Примечания: 1. При хранении зерна и семян масличных культур до трех месяцев нормы естественной убыли применяются из расчета фактического количества дней хранения, а при хранении до шести месяцев и до одного года – из расчета фактического числа месяцев хранения;

2. При хранении зерна, продуктов его переработки и семян масличных культур более одного года за каждый последующий год хранения норма естественной убыли применяется в размере 0,04% с пересчетом, исходя из фактического числа месяцев хранения;

3. Норма убыли для зерносмеси устанавливается по основной культуре, содержащейся в смеси;

4. Указанные нормы естественной убыли при хранении продукции не распространяются на муку, крупу и семена зерновых, бобовых, масличных культур и кукурузу, принимаемые и отпускаемые по стандартному весу мешков.

Приложение 21 — Коэффициент $K_в$ пересчета массы просушенного зерна в плановые единицы в зависимости от влажности зерна до сушки w_0 и после сушки w_3

w_3 , %	w_0 , %																						
	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	
12,0	0,68	0,82	0,96	1,08	1,17	1,29	1,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13,0	—	0,60	0,74	0,87	1,00	1,08	1,15	1,24	1,34	1,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14,0	—	—	0,54	0,67	0,80	0,92	1,00	1,10	1,20	1,31	1,46	1,54	1,63	1,75	1,88	2,01	2,14	2,26	2,39	2,52	2,64	2,77	—
15,0	—	—	—	0,49	0,62	0,74	0,87	0,97	1,08	1,17	1,29	1,43	1,50	1,62	1,75	1,88	2,01	2,13	2,26	2,40	2,52	2,64	2,64
16,0	—	—	—	—	0,46	0,57	0,72	0,85	0,96	1,05	1,15	1,28	1,39	1,50	1,63	1,75	1,87	2,00	2,14	2,27	2,39	2,52	2,52
17,0	—	—	—	—	—	0,42	0,54	0,69	0,82	0,93	1,01	1,13	1,27	1,39	1,50	1,62	1,74	1,87	2,00	2,14	2,26	2,39	2,39
18,0	—	—	—	—	—	—	0,41	0,52	0,68	0,80	0,91	1,00	1,13	1,24	1,37	1,49	1,61	1,74	1,87	2,01	2,13	2,26	2,26
19,0	—	—	—	—	—	—	—	—	0,51	0,66	0,80	0,89	0,99	1,12	1,24	1,37	1,48	1,61	1,74	1,88	2,00	2,13	2,13
20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,65	0,78	0,88	0,99	1,12	1,24	1,37	1,48	1,61	1,74	1,87	2,00	2,00
21,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,64	0,77	0,87	0,97	1,10	1,22	1,37	1,49	1,63	1,74	1,87	1,87
22,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,62	0,76	0,86	0,97	1,10	1,22	1,37	1,49	1,62	1,75	1,75
23,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,75	0,85	0,97	1,10	1,22	1,37	1,49	1,62	1,62
24,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,62	0,74	0,85	0,97	1,10	1,22	1,37	1,49	1,49
25,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,62	0,74	0,85	0,97	1,10	1,22	1,37	1,37
26,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,74	0,85	0,97	1,10	1,22	1,37	1,37
27,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,74	0,85	0,97	1,10	1,22	1,22
28,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,74	0,85	0,97	1,10	1,10
29,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,74	0,85	0,97	0,97
30,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Атаназевич, В.И. Сушка зерна / В.И. Атаназевич. — М.: ДеЛи принт, 2007. — 480 с.
2. Афанасьев, В.А. Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов / В.А. Афанасьев. — Воронеж: ВГУ, 2002. — 296 с.
3. Боуманс, Г. Эффективная обработка и хранение зерна / Г. Боуманс; пер. с англ. В.И. Дашевского. — М.: Агропромиздат, 1991. — 608 с.
4. Вобликов Е.М. Технология элеваторной промышленности. — СПб.: Издательство "Лань", 2010. — 384 с.
5. Донченко, Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. — М.: Пищевая промышленность, 1999. — 352 с.
6. Егоров, Г.А. Управление технологическими свойствами зерна / Г.А. Егоров. — Воронеж: ВГУ, 2000. — 348 с.
7. Закладной, Г.А. Защита зерна и продуктов его переработки от вредителей / Г.А. Закладной. — М.: Колос, 1983. — 215 с.
8. Зверев, С.В. Физические свойства зерна и продуктов его переработки / С.В. Зверев, Н.С. Зверева. — М.: ДеЛи принт, 2007. — 176 с.
9. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович; 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989. — 368 с.
10. Кузнецова, Л.М. Количественно-качественный учёт зерна и зернопродуктов / Л.М. Кузнецова, Г.П. Черкасова. — М.: ДеЛи принт, 2011. — 260 с.
11. Лебедев, В.Б. Промышленная обработка и хранение семян / В.Б. Лебедев. — М.: Агропромиздат, 1991. — 255 с.
12. Малин, Н.И. Справочник по сушке зерна / Н.И. Малин. — М.: Колос, 1986. — 159 с.
13. Малин, Н.И. Энергосберегающая сушка зерна / Н.И. Малин. — М.: КолосС, 2004. — 240 с.
14. Малин, Н.И. Технология хранения зерна / Н.И. Малин. — М.: КолосС, 2005. — 278 с.
15. Мельник, Б.Е. Производство зернового сырья на элеваторах / Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Н.И. Малин. — М.: Колос, 1996. — 496 с.
16. Налеев, О.Н. Сушка и хранение зерна риса / О.Н. Налеев, В.А. Резчиков. — М.: Агропромиздат, 1989. — 168 с.
17. Обработка и хранение зерна / Пер. с нем. А.М. Мазурицкого; под ред. А.Е. Юкиша. — М.: Агропромиздат, 1985. — 320 с.
18. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов и др. — Ростов-н/Д: МарТ, 2001. — 240 с.
19. Резчиков В.А., Налеев О.Н., Савченко С.В. Технология зерносушения: учебник / В.А. Резчиков, О.Н. Налеев, С.В. Савченко; под ред. В.А. Резчикова. — Алматы: Изд. Алм.ГУ, 2000. — 363 с.
20. Справочник – определитель карантинных и других опасных вредителей сырья, продуктов запаса и посевного материала / Я.Б. Мордкович, Е.А. Соколов; под ред. В.В. Поповича. — М.: Колос, 1999. — 384 с.

21. Справочник по торговле зерном. Часть 2 / Под ред. В.Е. Петриченко. — М.: Лабиринт, 1999. С. 252...271.
22. Торжинская, Л.Р. Технохимический контроль хлебопродуктов / Л.Р. Торжинская, В.А. Яковенко; 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1986. — 399 с.
23. Трисвятский, Л.А. Хранение зерна: учебник / Л.А. Трисвятский; 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
24. Фейденгольд, В.Б.. Лабораторное оборудование для контроля качества зерна и продуктов его переработки / В.Б. Фейденгольд, С.А. Темирбекова, О.Е. Бакуменко. — М.: ДеЛи плюс, 2014. — 248 с.
25. Физиолого-биохимические и технологические основы хранения и переработки риса-зерна / Н.И. Соседов, Л.В. Алексеева, И.Д. Береш и др. — М.: Колос, 1979. — 287 с.
26. Хранение комбикормов и их компонентов / Л.И. Карецкас, Н.Я. Феста, Т.И. Фетисова и др. — М.: Колос, 1982. — 222 с.
27. Хосни, Р.К. Зерно и зернопродукты / Р.К. Хосни. — М.: Профессия, 2006. — 330 с.
28. Юкиш, А.Е. Техника и технология хранения зерна / А.Е. Юкиш, О.А. Ильина. — М.: ДеЛи принт, 2009. — 718 с.
29. Юкиш, А.Е. Технология и организация хранения зерна / А.Е. Юкиш, О.А. Ильина, Г.Н. Ильичев. — М.: ДеЛи плюс, 2015. — 476 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
Раздел 1. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ	6
Глава 1. Теоретические основы хранения зерна семенного, продовольственного и фуражного назначения.	
Физические свойства зерновой массы	6
1.1. Основные задачи и значение технологии хранения зерна	6
1.2. Характеристика состава и свойств зерновой массы	13
1.2.1. Общие сведения	13
1.2.2. Факторы, определяющие состав и свойства зерна, поступающего в систему хранения	14
1.3. Физические свойства зерна и продуктов его переработки	16
1.4. Теплофизические свойства.....	22
1.5. Массообменные свойства	26
Контрольные вопросы и задания	31
Глава 2. Общая характеристика физиологических процессов, происходящих в зерновых массах. Жизнедеятельность зерна	33
2.1. Общая характеристика процессов, протекающих в зерне и семенах при хранении.....	33
2.2. Дыхание.....	34
2.3. Факторы, влияющие на интенсивность дыхания.....	36
2.4. Послеуборочное дозревание зерна.....	42
2.5. Прорастание зерна.....	43
Контрольные вопросы и задания	44
Глава 3. Физиологические процессы, приводящие к порче зерновых масс	45
3.1. Микроорганизмы зерновой массы.....	45
3.1.1. Происхождение микрофлоры зерновых масс.....	45
3.1.2. Классификация и характеристика микрофлоры зерновых масс.....	46
3.1.3. Условия жизнедеятельности микроорганизмов в зерновой массе.....	49
3.1.4. Изменение состава микроорганизмов при хранении зерновой массы.....	53
3.1.5. Воздействие микроорганизмов на зерновую массу.....	53
3.2. Вредители хлебных запасов.....	56
3.2.1. Общие сведения о вредителях.....	56
3.2.2. Насекомые.....	58
3.2.3. Паукообразные.....	73
3.2.4. Мышевидные грызуны.....	79

3.2.5. Птицы.....	79
3.3. Самосогревание и слеживание зерновых масс и продуктов переработки зерна при хранении.....	80
3.3.1. Особенности возникновения и протекания процесса самосогревания зерновых масс.....	80
3.3.2. Последствия самосогревания зерна.....	83
Контрольные вопросы и задания	84
Глава 4. Процессы, происходящие в муке, крупе и комбикормах при хранении	86
4.1. Характеристика процессов, происходящих при хранении муки.....	86
4.1.1. Дыхание (газообмен) муки.....	87
4.1.2. Созревание пшеничной муки.....	87
4.1.3. Перезревание пшеничной муки.....	88
4.1.4. Прогоркание муки.....	88
4.1.5. Развитие в муке клещей и насекомых.....	90
4.1.6. Плесневение муки.....	90
4.1.7. Прокисание муки.....	91
4.1.8. Самосогревание муки.....	91
4.1.9. Уплотнение и слеживание муки.....	91
4.1.10. Процессы, протекающие в муке из зерна отдельных культур.....	92
4.2. Характеристика процессов, происходящих при хранении крупы.....	93
4.3. Характеристика процессов, происходящих при хранении отрубей.....	94
4.4. Характеристика процессов, происходящих при хранении мучки.....	95
4.5. Характеристика процессов, происходящих при хранении комбикормов.....	96
Контрольные вопросы и задания	98
Глава 5. Характеристика режимов и способов хранения зерна и продуктов его переработки	99
5.1. Классификация и общая характеристика режимов и способов хранения.....	99
5.1.1. Режим хранения зерна и продуктов его переработки в сухом состоянии.....	100
5.1.2. Режим хранения зерна и продуктов его переработки в охлажденном состоянии.....	101
5.1.3. Режим хранения зерна и продуктов его переработки в бескислородной среде.....	105
5.2. Основные типы зернохранилищ (и продуктов переработки зерна)	106
5.3. Требования, предъявляемые к хранилищам.....	113

<i>Контрольные вопросы и задания</i>	114
Раздел 2. МЕРОПРИЯТИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ УСТОЙЧИВОСТЬ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ ПРИ ХРАНЕНИИ	116
Глава 6. Послеуборочная обработка зерна	116
6.1. Очистка зерна.....	116
6.2. Сушка зерна.....	117
6.2.1. Сущность и задачи сушки.....	117
6.2.2. Термоустойчивость зерна.....	119
6.2.3. Особенности сушки зерна при различном состоянии слоя и основные типы зерносушилок.....	120
6.2.4. Режимы сушки зерна	135
6.3. Активное вентилирование зерновых масс.....	136
6.3.1. Сущность и задачи вентилирования.....	136
6.3.2. Техника для активного вентилирования зерна	137
6.3.3. Прогнозирование продолжительности периода безопасного хранения свежесобранного зерна.....	148
6.3.4. Определение возможности вентилирования зерна.....	149
6.3.5. Расчет необходимого расхода воздуха и продолжительности вентилирования для снижения температуры зерна.....	150
6.3.6. Активное вентилирование зерна искусственно охлажденным воздухом.....	154
6.3.7. Активное вентилирование просушенного и неохлажденного в сушилке зерна.....	159
6.3.8. Активное вентилирование зерна подогретым воздухом..	160
6.4. Химическое консервирование зерна.....	164
6.4.1. Сущность и задачи химического консервирования.....	164
6.4.2. Основные консерванты для обработки зерновых масс...	165
6.4.3. Техника для химического консервирования зерна.....	169
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	173
Глава 7. Борьба с вредителями хлебных запасов	175
7.1. Вероятные объекты заражения и методы выявления их зараженности насекомыми и клещами.....	175
7.2. Сущность и классификация мер борьбы с вредителями.....	180
7.3. Профилактические меры борьбы с вредителями.....	180
7.4. Истребительные меры борьбы с вредителями.....	185
7.4.1. Обоснование целесообразности применения истреби- тельных мер.....	185
7.4.2. Классификация истребительных мер.....	189
7.4.3. Физико-механические способы дезинсекции.....	189
7.4.4. Химические способы дезинсекции.....	194
7.4.5. Альтернативный метод дезинсекции зерноперерабатывающих предприятий и хранилищ	199

7.4.6. Дератизация.....	200
7.5. Меры безопасности при проведении дезинсекции и дератизации.....	202
Контрольные вопросы и задания	205
Глава 8. Приемка и размещение зерна и продуктов его переработки в хранилищах. Учет зерна и зернопродуктов	206
8.1. Принципиальная технологическая схема приемки и обработки зерна.....	206
8.2. Приемка и размещение зерна в хранилищах.....	207
8.2.1. Подготовка к приемке свежесобранного зерна.....	207
8.2.2. Размещение зерна.....	210
8.3. Особенности приемки, размещения, хранения и обработки семенного зерна.....	213
8.3.1. Причины снижения посевных качеств семян при хранении и обработке.....	213
8.3.2. Подготовка к приемке свежесобранных семян.....	214
8.3.3. Размещение семян.....	214
8.3.4. Обработка семян и обеспечение их сохранности.....	215
8.4. Особенности хранения и обработки отдельных зерновых культур.....	218
8.4.1. Особенности хранения и обработки зерна риса.....	218
8.4.2. Особенности хранения и обработки семян масличных культур (и сои).....	219
8.4.3. Особенности хранения и обработки зерна кукурузы в початках.....	220
8.4.4. Особенности хранения и обработки зерна проса.....	221
8.5. Особенности размещения и хранения муки и крупы.....	222
8.5.1. Размещение муки и крупы.....	222
8.5.2. Хранение муки и крупы.....	223
8.6. Особенности приемки, размещения и хранения комбикормов.....	224
8.6.1. Приемка, размещение и хранение сырья.....	224
8.6.2. Размещение и хранение комбикормов.....	225
8.7. Наблюдение за хранящимся зерном и продуктами его переработки.....	226
8.7.1. Контроль качества и состояния зерна (и семян) при хранении.....	226
8.7.2. Контроль качества муки и крупы при хранении.....	229
8.7.3. Контроль качества комбикормов и зернового сырья при хранении.....	230
8.8. Учет зерна и зернопродуктов.....	231
8.8.1. Оформление поступления зерна.....	231
8.8.2. Приемка однородных по качеству партий зерна.....	233
8.8.3. Приемка неоднородных по качеству и	

единичных партий	234
8.8.4. Порядок предъявления претензий за расхождения в массе зерна и продукции.....	235
8.8.5. Порядок предъявления рекламаций за расхождения в качестве зерна и продукции.....	237
8.8.6. Оформление реализации зерна и продукции.....	240
8.8.7. Оформление очистки, сушки и других видов подработ- ки зерна и продукции.....	241
8.8.8. Количественно-качественный учет зерна и продукции...	241
8.8.9. Оформление зачистки зерна и продукции.....	245
8.8.10. Порядок учета и списания потерь зерна и продукции...	247
8.8.11. Проверка количественно-качественного учета.....	250
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	247
ПРИЛОЖЕНИЯ	249
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	269

Учебное издание

**Малин Николай Иванович
Бегеулов Марат Шагабанович**

**ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И ПРОДУКТОВ ЕГО
ПЕРЕРАБОТКИ**

Учебное пособие

Издано в авторской редакции

Корректурa авторов

Подписано в печать 27.08.2018 г. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 17.25. Уч. изд. л. 13.28

Тираж 500 экз. Зак. №435.

Отпечатано в типографии «Сервис Принт»
Москва, ул. Прянишникова 31А

