

2.2. Послеуборочная обработка и хранение зерна и семян

- 2.2.1. Состав зерновой массы
- 2.2.2. Физические свойства зерновых масс
- 2.2.3. Самосогревание зерновых масс при хранении
- 2.2.4. Схема послеуборочной обработки зерна
- 2.2.5. Очистка зерна и семян от примесей
- 2.2.6. Сушка зерна и семян
- 2.2.7. Активное вентилирование зерна
- 2.2.8. Способы хранения зерна
- 2.2.9. Режимы хранения зерна
- 2.2.10. Типы зернохранилищ и требования, предъявляемые к ним
- 2.2.11. Размещение зерна и семян в хранилищах

2.2.1. Состав зерновой массы

Зерно и семена различных культур принято называть зерновой массой. Любая зерновая масса состоит из зерен основной культуры, составляющих как по объему, так и по количеству основу всякой зерновой массы, примесей, микроорганизмов. Кроме указанных постоянных компонентов в отдельных партиях зерна могут присутствовать насекомые и клещи. В связи с этим при хранении и обработке любой зерновой массы ее следует рассматривать, прежде всего, как комплекс живых организмов.

Влияние на состояние и качество зерновой массы в той или иной степени может оказывать каждая группа данных организмов при условии проявления их жизнедеятельности.

В партиях зерна продовольственного, кормового и технического назначения всегда содержится то или иное количество примесей и менее ценных зерен основной культуры. Количество примесей, выявленных в партии зерна, выраженное в процентах от ее массы, называют засоренностью.

Все примеси отрицательно сказываются на качестве продуктов, получаемых из зерна, уменьшают выход продукта при переработке. Многие примеси отрицательно влияют на сохранность зерновых масс. Семена сорных растений, попадающие в зерновую массу в период уборки, могут вызывать самосогревание, так как содержат влаги на 10...20% больше чем зерно основной культуры. При транспортировке и перемещении зерновых масс в результате толчков, встряхиваний и падений легкие примеси, щуплые зерна, семена сорных растений перемещаются к поверхности, а тяжелые уходят вниз, в связи с чем происходит самосортирование. В результате в зерновой массе образуются неоднородные по физиологической активности и скважистости участки.

Примеси подразделяют на две группы: сорную и зерновую. В основу такого деления положено неравнозначное влияние примесей на качество продуктов, вырабатываемых из данной партии зерна. Сорная примесь может быть органического и неорганического происхождения. Она резко отличается по химическому составу от основного зерна. К сорной примеси относят: минеральную примесь; органическую примесь; семена диких и культурных растений; вредную примесь; зерно основной культуры с явно испорченным ядром (загнившие, заплесневевшие, обуглившиеся, поджаренные), полностью изъеденные вредителями и от которых осталась одна оболочка.

К зерновой относят примесь, которая в меньшей степени отличается по химическому составу от основного зерна и поэтому менее отрицательно влияет на качество продуктов переработки зерна и его кормовые достоинства. Часть этой примеси может быть оставлена в зерновой массе, подготовленной для переработки или на фуражные цели. В состав зерновой примеси входит примесь неполноценных зерен основной культуры (битые и изъеденные, в количестве 50% их массы, давленные, щуплые (сильно недоразвитые, сморщенные), незрелые (с зеленоватым оттенком), легко деформирующиеся при надавливании, проросшие (с

вышедшими за пределы покровов корешками или ростками), поврежденные самосогреванием или сушкой) и зерна других культурных растений, которые по химическому составу и по использованию близки к зернам основной культуры. Например в пшенице к этой фракции относят зерна ржи, ячменя, в ячмене – пшеницы и др.

В партиях масличных культур термин «зерновая примесь» заменен термином «масличная примесь», в партиях эфиромасличных – соответственно «эфиромасличная примесь».

Зерновая масса как живой организм также помимо основного зерна и примесей включает в себя насекомых-вредителей, клещей и микроорганизмы, особенности развития которых рассмотрены в предыдущей теме.

Насекомые-вредители и клещи, входящие в зерновую массу и являющиеся ее компонентом, наносят большой ущерб, уменьшая массу продукции и ухудшая ее качество. При сильной зараженности вредители снижают всхожесть зерна, ухудшают его мукомольные свойства и пищевую ценность, засоряют зерновую массу, повышая ее температуру и влажность.

Микроорганизмы, особенно плесневые грибы, развиваясь на зерне губительно действуют на зародыш и резко ухудшают качества зерна в целом.

2.2.2. Физические свойства зерновых масс

Присутствие в зерновой массе различных компонентов придает ей специфические свойства, которые необходимо учитывать при обработке и хранении. Независимо от культуры все партии зерна обладают следующими физическими свойствами: сыпучестью, самосортированием, скважистостью, плотностью, сорбционными, а также теплофизическими и массообменными свойствами.

Сыпучесть – это способность зерновой массы перемещаться по какой-либо поверхности, расположенной под углом к горизонту. Обычно сыпучесть зерновой массы характеризуют углом трения или углом естественного откоса. Под углом трения понимают наименьший угол, при котором зерновая масса начинает скользить по какой-либо поверхности. При скольжении зерна по зерну его называют углом естественного откоса.

Самосортирование – способность зерновой массы терять однородность при перемещении и в свободном падении. Всякое перемещение зерновой массы сопровождается неравномерным расслоением входящих в нее компонентов по отдельным участкам насыпи. Это создает предпосылки для возникновения в зерновой массе нежелательных явлений – самосогревания, слеживания, развития микроорганизмов и вредителей. Таким образом, самосортирование зерновой массы ухудшает условия ее хранения и переработки.

Скважистость – промежутки между твердыми частицами в зерновой массе, заполненные воздухом. Скважистость основных полевых культур колеблется в широких пределах – от 35 до 80 %. Наличие скважин в зерновой массе влияет на многие физические и физиологические процессы, протекающие в ней.

Плотность зерна – это масса зерен в единице объема. Она колеблется у различных культур от 325...440 кг/м³ для подсолнечника до 730...840 кг/м³ для пшеницы. Плотность суммарно отражает несколько свойств зерна: массу 1000 зерен, структуру, химический состав, соотношение анатомических частей, стекловидность и др.

Сорбционные свойства – это способность поглощать из окружающей среды пары различных веществ или газы и выделять их.

Теплоемкость – количество теплоты, требующееся для нагревания зерна на 1⁰С, выражается удельной теплоемкостью С [Дж/(кг* К)]. Теплоемкость зерна почти вдвое больше теплоемкости воздуха и значительно меньше теплоемкости воды. С увеличением влажности зерна его теплоемкость возрастает. Теплоемкость учитывают при сушке зерна, так как расход теплоты зависит от его исходной влажности.

Теплопроводность характеризует теплопроводящую способность зерна и выражается коэффициентом теплопроводности. Теплопроводность зерновой массы низкая, что обусловлено

ее органическим составом и присутствием воздуха. С увеличением влажности зерновой массы теплопроводность возрастает, но все же остается низкой.

Температуропроводность – скорость изменения температуры зерновой массы, т. е. скорость ее нагрева или охлаждения, m^2/c .

Термовлагопроводность – это перемещение влаги в зерновой массе, обусловленное разницей температур. В результате термовлагопроводности влага в зерновой массе перемещается в направлении теплового потока от более нагретых слоев к менее нагретым (рис. 8).

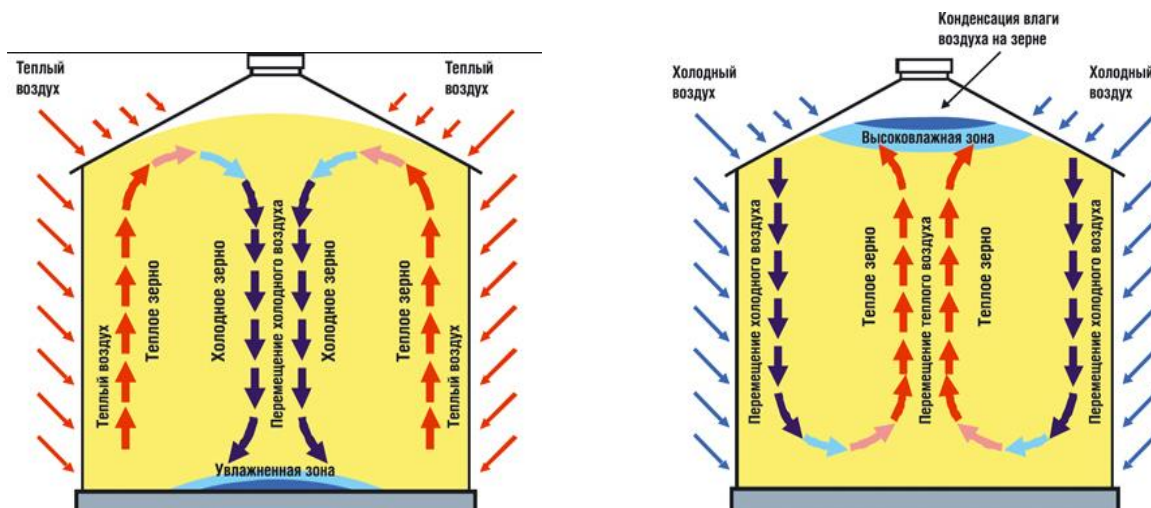


Рис. 8. Явление термовлагопроводности

2.2.3. Самосогревание зерновых масс при хранении

Самосогревание – повышение температуры зерновой массы вследствие протекающих в ней физиологических процессов и низкой теплопроводности. При этом температура зерновой массы может повышаться до $55...65\text{ }^{\circ}\text{C}$ и даже до $70...75\text{ }^{\circ}\text{C}$, что приводит к значительному ухудшению качества зерна.

Самосогревание – комплексное явление, которое возникает в результате активной жизнедеятельности зерна основной культуры, семян сорных растений, микроорганизмов, насекомых и клещей.

Интенсивность самосогревания зависит от нескольких факторов.

Состояние зерновой массы – зависит от исходной влажности, температуры, физиологической активности и состава микрофлоры.

Самосогревание чаще всего наблюдается в партиях зерна, заложенных на хранение во влажном и сыром состоянии и хранящихся при температуре выше 10° . Так, при температуре $10...15^{\circ}\text{C}$ начальные стадии самосогревания развиваются очень медленно, а ниже $8...10\text{ }^{\circ}\text{C}$ оно обычно не возникает.

После достижения максимальной температуры самосогревания ($60...65\text{ }^{\circ}\text{C}$) начинается медленное естественное охлаждение зерновой массы из-за гибели всех живых компонентов под действием высоких температур. Однако зерно и семена к этому времени полностью утрачивают пищевые, кормовые и посевные качества. Самосогревание в зерновой массе само по себе не прекращается раньше, чем будет достигнута максимальная температура.

Физиологическая активность зерновой массы. Партии свежубранного зерна, не прошедшие послеуборочного дозревания, а также незрелое, проросшее зерно характеризуются повышенной физиологической активностью. Они менее устойчивы при хранении и в них раньше возникает самосогревание.

Ненадлежащее состояние зернохранилищ и их нерациональная конструкция: чем лучше гидроизолировано зернохранилище и менее теплопроводны его стены, пол и крыша, тем меньше опасность возникновения самосогревания.

В зависимости от состояния зерновой массы и условий хранения самосогревание может возникнуть в различных ее частях. В практике хранения зерна различают следующие виды самосогревания: гнездовое, пластовое и сплошное.

Гнездовое самосогревание может возникнуть в любом участке при нарушении основных правил размещения зерна и ухода за ним. Причинами возникновения гнездового самосогревания могут быть увлажнение какого-то участка зерновой массы в результате неисправности крыши или плохой гидроизоляции стен хранилища; засыпка в одно хранилище зерна с различной влажностью и образование очага с повышенной влажностью; образование участка с повышенным содержанием примесей, пыли и микроорганизмов; скопление насекомых и клещей в одном участке насыпи.

Пластовое самосогревание может возникнуть при увлажнении отдельных слоев насыпи. Различают самосогревание верховое, низовое, вертикально-пластовое.

Верховое самосогревание встречается при хранении зерновой массы в периоды наибольшего перепада температур зерна и атмосферного воздуха, т.е. поздней осенью и весной.

Низовое самосогревание развивается в нижнем слое насыпи на расстоянии 20...50 см от пола. Оно возникает в складах ранней осенью при засыпке теплого зерна с повышенной влажностью на холодный пол.

Вертикально-пластовое самосогревание характеризуется образованием вертикального греющегося пласта в зерновой массе, хранящейся в складах и силосах. Причина этого самосогревания – неравномерный обогрев или охлаждение стен хранилища или их увлажнение.

Сплошное самосогревание – это повышение температуры во всей зерновой массе за исключением строго ограниченных периферийных участков. Оно обычно бывает следствием других видов самосогревания и появляется при хранении зерна с высокой влажностью и значительным содержанием примесей.

2.2.4. Схема послеуборочной обработки зерна

Послеуборочная обработка – это комплекс взаимосвязанных технологических транспортных операций по приемке, очистке, сушке и активному вентилированию зерна. В настоящее время широкое распространение получила обработка зерна в потоке, которая представляет собой систему операций, проводимых в определенной последовательности и выполняемых одна за другой. При этом можно совмещать самые разнообразные операции обработки зерна в зависимости от особенностей культуры, исходного качества, метеорологических условий, целевого назначения и материально-технической базы предприятия.

При организации поточной обработки предусматривают соблюдение условий: круглосуточную бесперебойную приемку зерна; полную сохранность зерна в процессе послеуборочной обработки; формирование партий зерна по качеству в соответствии с целевым назначением; минимальный расход топлива и электроэнергии; сокращение затрат труда.

Для обработки зерна в потоке созданы технологические линии, состоящие из комплекса машин и сооружений, связанных между собой в заданной последовательности подъемно-транспортными механизмами.

Схема приемки и обработки зерна в потоке может включать следующие операции:

- определение качества (влажность, засоренность)
- взвешивание
- разгрузка
- предварительная очистка (удаление грубых примесей)
- временное хранение с активным вентилированием
- сушка
- первичная очистка (доведение зерна до заготовительных кондиций)

Для семенных партий дополнительно:

- вторичная очистка (доведение зерна до посевных кондиций)
- специальная очистка (удаление трудноотделимых примесей)
- пневмосортирование

Необходимость каждой операции устанавливают исходя из качества поступающего зерна и его назначения. Поскольку каждая технологическая линия имеет определенную пропускную способность, а фактическое поступление зерна может быть более или менее интенсивным, то для равномерной загрузки линий их оборудуют накопительными емкостями. При использовании накопительных емкостей их оборудуют установками для активного вентилирования и охлаждения зерна. При разработке схем послеуборочной обработки зерна руководствуются: объемами и сроками приемки, обработки, хранения и отпуска зерна; техническими нормами производительности оборудования расхода энергии; режимами очистки, сушки и активного вентилирования.

2.2.5. Очистка зерна и семян от примесей

Присутствие в зерновой массе примесей значительно ухудшает качество хранящегося зерна, так как они, как правило, обладают повышенной влажностью и обсеменены патогенными микроорганизмами. Очистка зерна преследует следующие цели: повышение семенных качеств; улучшение условий хранения; снижение транспортных расходов на перевозку; снижение зараженности вредителями хлебных запасов; создание благоприятных условий для сушки. Очистка зерна считается эффективной, если содержание сорной примеси после нее составляет не более 2 %, зерновой – не более 5 и вредной – не более 0,2 %.

Зерно очищают по следующим признакам: аэродинамическим свойствам; ширине и толщине зерна; длине зерна; плотности зерна; по форме и состоянию поверхности зерна; по металломагнитным свойствам. Если указанные свойства зерна и примесей различны, то их можно очень легко разделить на соответствующих зерноочистительных машинах. Если примеси по физико-механическим свойствам сходны с зерном основной культуры, то их называют трудноотделимыми. Полностью очистить зерно от трудноотделимых примесей сложно.

Зерна основной культуры и между собой имеют некоторые различия по всем показателям, поэтому зерно можно сортировать на фракции на специальных сортировочных машинах, в которых также используют различие физико-механических свойств зерна. Операции разделения зерна в сортировочной машине можно проводить последовательно, параллельно или комбинированно. Перед очисткой любой партии зерна необходимо предварительно проверить состав примесей. С учетом этого составляют схему очистки и определяют режим работы машин. Регулировку зерноочистительных машин и правильность их работы проверяют путем отбора и анализа проб зерна и отходов.

Все зерноочистительные машины делятся на стационарные и передвижные. По назначению все зерноочистительные машины подразделяют на машины для предварительной очистки зерна (ворохоочистители), машины для первичной и вторичной очистки и сортирования зерна, специальные машины для дополнительной обработки семян, универсальные (рис. 9).

В процессе очистки зерна и семян необходимо максимально удалять все примеси при минимальном уносе полноценных зерен в отходы, следить за соблюдением заданного режима работы машины, исключить дополнительное травмирование семян основной культуры, не допускать смешивания зерна и семян разных культур или различных сортов одной культуры, формировать отходы по категориям их дальнейшего использования.



Рис. 9. Машины для очистки зерна:

предварительной



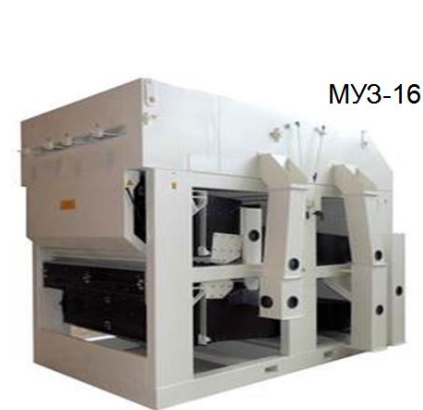
первичной



вторичной



специальной



универсальные

2.2.6. Сушка зерна и семян

Зерно сушат для понижения его влажности до кондиционной, при которой его можно хранить длительное время без порчи и потерь. Все способы сушки зерна и семян основаны на их сорбционных свойствах. Кроме того, сушка зерна характеризуется важной особенностью: зерно – живой организм, и в процессе сушки его жизнедеятельность должна быть полностью сохранена. Чтобы правильно выбрать способ и определить оптимальный режим сушки, необходимо знать структуру, химический состав и основные технологические свойства зерна.

Влагодатная способность зерна различных культур неодинакова. Так зерно гречихи обладает большей влагодатной способностью, чем зерно пшеницы, овса, ячменя и ржи, которые, в свою очередь, отдают влагу легче, чем зерно кукурузы. Самой низкой влагодатной способностью обладают семена бобовых – в 5...7 раз ниже, чем зерно пшеницы.

В зависимости от того, как передается теплота зерну, различают следующие способы сушки: конвективный, кондуктивный (контактный), радиационный (естественная и искусственная), электрический (токами высокой частоты), молекулярный (сублимационный – замораживание и выпаривание льда). Способы сушки зерна могут сочетаться между собой.

При *конвективном* способе теплота передается зерну конвекцией от движущегося газообразного теплоносителя – агента сушки. Агент сушки – это нагретый воздух или его смесь с газообразными продуктами сгорания топлива. Агент сушки не только передает теплоту материалу, но также поглощает и уносит испаренную из него влагу. Направление движения агента сушки может совпадать с направлением движения зерна (прямоток), иметь противоположное направление (противоток) или быть перпендикулярным ему (перекрестный ток).

Кондуктивным называют способ сушки, при котором зерно соприкасается с нагретой поверхностью и получает теплоту непосредственно от нее путем кондукции (теплопроводности).

При *радиационном* способе сушки теплота к зерну подводится в виде лучистой энергии. Радиационную сушку можно подразделить на естественную (солнечными лучами) и искусственную (инфракрасными лучами).

Сублимационную (или молекулярную) сушку осуществляют в условиях глубокого вакуума. При этом объект сушки вначале охлаждают, в результате чего влага замораживается и выходит на поверхность в виде кристалликов льда. В дальнейшем при подводе тепла лед испаряется, т. е. непосредственно превращается в водяные пары, минуя жидкую фазу. Структура материала при этом полностью сохраняется.

При сушке *токами высокой частоты* влага из зерна испаряется за счет теплоты, возникающей в результате внутреннего трения частиц в поле высокой частоты. При этом материал нагревается в течение нескольких секунд равномерно по всей толщине.

Наибольшее распространение получила сушка зерна в специальных зерносушилках, к которым предъявляют определенные требования.

1. Зерносушилки должны обеспечивать полное сохранение и улучшение качества зерна. Нагрев и сушка должны происходить равномерно при надежном контроле температуры и влажности. Механическое травмирование зерна и его унос с отработавшим агентом сушки должны быть исключены.

2. Сушка зерна с различной начальной влажностью должна происходить одновременно, что позволяет формировать партии поступающего зерна не по влажности, а по признакам, определяющим его пищевые и технологические свойства.

3. Зерносушилки должны обеспечивать термическое обеззараживание зерна и эффективное охлаждение просушенного зерна.

4. Они должны быть оснащены системой автоматического контроля и регулирования процесса сушки.

Зерносушилки классифицируют по разным признакам, важнейшие из которых: способ подвода теплоты к зерну; состояние зернового слоя; конструкция сушильной шахты; режим и принцип работы. В большинстве современных зерносушилок используют конвективный

метод сушки при различном состоянии зернового слоя – неподвижном, движущемся, псевдо-взвешенном или взвешенном.

Используют и кондуктивный способ подвода теплоты, например, в сушилках с рециркуляцией зерна, в которых теплота, подведенная к зерну конвективным путем, перераспределяется в результате конвективного теплообмена. Это осуществляется смешиванием рециркулирующего нагретого сухого зерна с холодным и влажным свежим зерном.

По режиму и особенностям принципа работы сушилки подразделяют на: периодически действующие (в таких сушилках зерно загружают в сушильную шахту, высушивают, а затем полностью выгружают); непрерывно действующие (в них зерно в процессе сушки перемещается от места загрузки к месту выгрузки); прямоточные, в которых зерно проходит через сушильную шахту один раз; рециркуляционные (в таких сушилках часть просушенного зерна возвращается и смешивается со свежим, поступающим на сушку зерном).

По конструктивным особенностям сушильных камер различают сушилки напольные, барабанные (устаревшая конструкция), шахтные, колонковые (рис. 10).



Рис. 10. Типы зерносушилок:
а – напольная, б – барабанная, в – шахтная, г – колонковая

Шахта – наиболее распространенная конструкция зерносушильной камеры. Внутри шахты размещают короба, через которые подводят свежий и отводят отработавший агент сушки. Внизу шахты устанавливают выпускное устройство, с помощью которого регулируют время пребывания зерна в шахте (рис. 11).

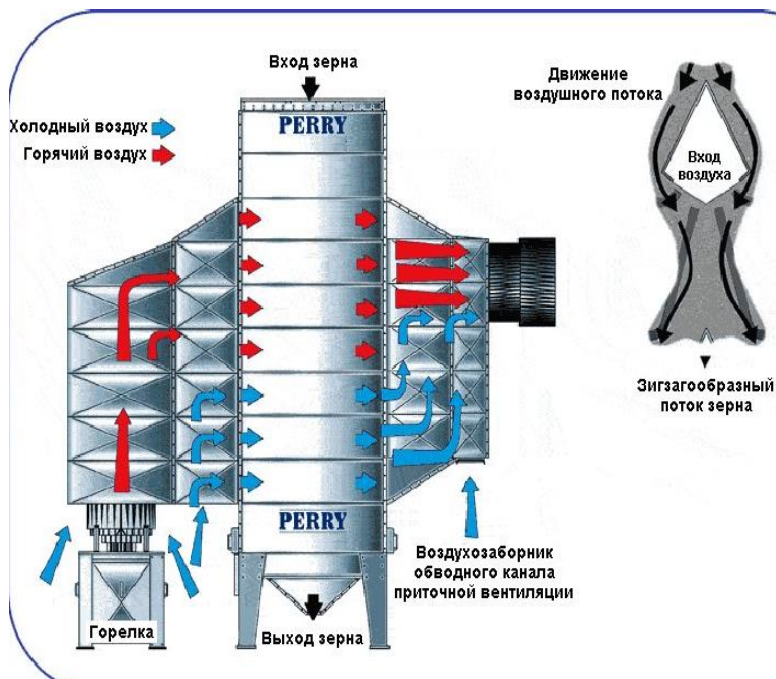


Рис. 11. Принцип работы шахтной сушилки

Поскольку важнейшим показателем правильности технологического процесса сушки является температура нагрева зерна, то ее проверяют систематически. Температура не должна превышать предельно допустимые нормы. Другой важный показатель работы сушилок – сьем влаги. С этой целью проверяют влажность зерна до и после сушки. Данные всех наблюдений заносят в журнал учета работы зерносушилок.

Съем влаги за один проход через зерносушилку не должен превышать 6 % для большинства злаковых и 3...4 % для бобовых, а также кукурузы, риса, проса и гречихи. При несоблюдении этого требования зерна повреждаются.

2.2.7. Активное вентилирование зерна

Активным вентилированием называют принудительное продувание зерновой массы воздухом без ее перемещения, что возможно благодаря скважистости зерновой массы. В зависимости от назначения различают несколько видов вентилирования:

Профилактическое вентилирование предназначено для предотвращения самосогревания зерна. Его проводят периодически, используя преимущественно ночное время суток и временное похолодание.

Вентилирование для охлаждения зерна проводят для снижения температуры до 0...+10 °С, при которой физиологические и микробиологические процессы в зерновой массе затормаживаются, а вредители впадают в анабиоз.

Вентилирование для промораживания зерна проводят для понижения его температуры ниже 0 °С. В замороженном зерне активность физиологических и биохимических процессов снижается до минимума, а жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей хлебных запасов приостанавливается. При температуре -4... -5 °С вредители впадают в состояние глубокого ооченения, а при длительном воздействии отрицательных температур – погибают. При охлаждении зерна до -15 °С большинство клещей и других насекомых погибает в течение суток. Таким образом, вентилирование для промораживания может быть использовано для обработки зараженного зерна.

Вентилирование для сушки зерна и семян применяют, если по каким-либо причинам затруднена сушка в зерносушилках. Например, во избежание травмирования зерна бобовых культур его часто сушат в насыпи вентилированием.

Вентилирование для ликвидации самосогревания зерна

Для *прогрева* семян их вентилируют теплым весенним или слегка подогретым воздухом.

Для аэрации межзерновых пространств. В процессе хранения в результате дыхания семян кроме теплоты и влаги выделяется углекислый газ. Семена как живые организмы могут погибнуть в бескислородной среде. Активное вентилирование освежает межзерновое пространство, обогащает его кислородом и тем самым позволяет сохранить жизнеспособность семян.

Если в зерновой массе наблюдается активное развитие вредителей хлебных запасов, то для их уничтожения проводят *фумигацию*, продувая через зерновую массу с помощью вентилирования различные фумиганты.

Для удаления фумигантов проводят *дегазацию*, т. е. в течение определенного времени зерно обрабатывают чистым атмосферным воздухом.

Активное вентилирование зерна не подогретым атмосферным воздухом проводят при кратковременной консервации зерна перед сушкой на зерносушилках, при длительном хранении для предупреждения самосогревания. При этом стойкость зерна повышается в результате охлаждения и некоторого подсушивания. Кратковременная консервация зерна перед сушкой на зерносушилках обеспечивается главным образом путем его охлаждения. Цель этого приема – обеспечить сохранность зерна до его сушки и уменьшить потребное число зерносушилок, что в конечном счете позволяет снизить капитальные затраты и стоимость обработки зерна. В период уборки на току поступает большое количество влажного зерна. Его необходимо сразу же просушить или законсервировать. Устанавливать на току такое число зерносушилок, которое обеспечило бы немедленную сушку всего поступающего на ток зерна, экономически нецелесообразно, так как продолжительность их работы составила бы всего лишь несколько дней в году. Таким образом, для обеспечения рентабельной работы зерносушилок следует правильно сочетать сушку свежубранного зерна с надежным методом его консервации, а именно с активным вентилированием.

Для охлаждения зерна наружным воздухом в процессе активного вентилирования необходимо, чтобы температура воздуха была ниже температуры зерна. Организуя работу на установках для вентилирования, следует учитывать колебания температуры воздуха в течение суток. В то же время следует учитывать и то, что в процессе охлаждения зерна более холодным атмосферным воздухом происходит не только тепло-, но и влагообмен между воздухом и зерном. Содержание влаги в зерне всегда стремится прийти в соответствие с количеством влаги в окружающей среде – равновесной влажности. Вентилировать зерно независимо от его влажности и относительной влажности воздуха рекомендуется лишь в том случае, если наружный воздух холоднее зерна в ясную погоду на 4 °С, а в дождливую и туманную – на 8 °С. Во всех остальных случаях необходимо учитывать влажность зерна и относительную влажность воздуха и проверять целесообразность активного вентилирования. Следует иметь в виду, что только определенная интенсивность продувания зернового слоя обеспечивает сохранение семенных и продовольственных качеств зерна.

С наступлением морозов зерно можно охладить до отрицательных температур. Однако при этом следует учитывать, что низкая температура задерживает процесс физиологического дозревания зерна, а при влажности свыше 23 % приводит к снижению посевных качеств, поэтому влажное семенное зерно не рекомендуется охлаждать до температуры ниже +2...+5 °С.

Активное вентилирование можно применять также и для сушки зерна. Более эффективна сушка зерна подогретым воздухом. В этом случае сушку можно проводить независимо от погодных условий и значительно сократить время. Воздух обычно подгревают на 10...15 °С, но его температура не должна превышать +30...+35 °С, так как более высокие температуры приводят к пересушиванию зерна в нижних слоях насыпи. Указанная степень подгрева вполне достаточна для того, чтобы проводить сушку зерна в сырую погоду при относительной влажности воздуха 100 %.

Сушку активным вентилированием наиболее целесообразно применять для зерна, которое подвержено растрескиванию в зерносушилках, а именно семян кормовых бобов, сои, гороха, люпина, кукурузы. С учетом того, что мягкие режимы сушки благоприятно влияют на послеуборочное дозревание семян и способствуют улучшению их посевных качеств, следует использовать метод активного вентилирования для сушки семенного зерна.

Для активного вентилирования зерна используются различные установки: стационарные (СВУ), телескопические (ТВУ), напольные сушилки, аэрожелоба, бункеры активного вентилирования различной конструкции и др. (рис. 12). Современные зерноочистительно-

сушильные комплексы и зернохранилища изначально имеют оборудование для активного вентилирования (бункеры для сырого зерна, вентилируемые силоса и т.п.).

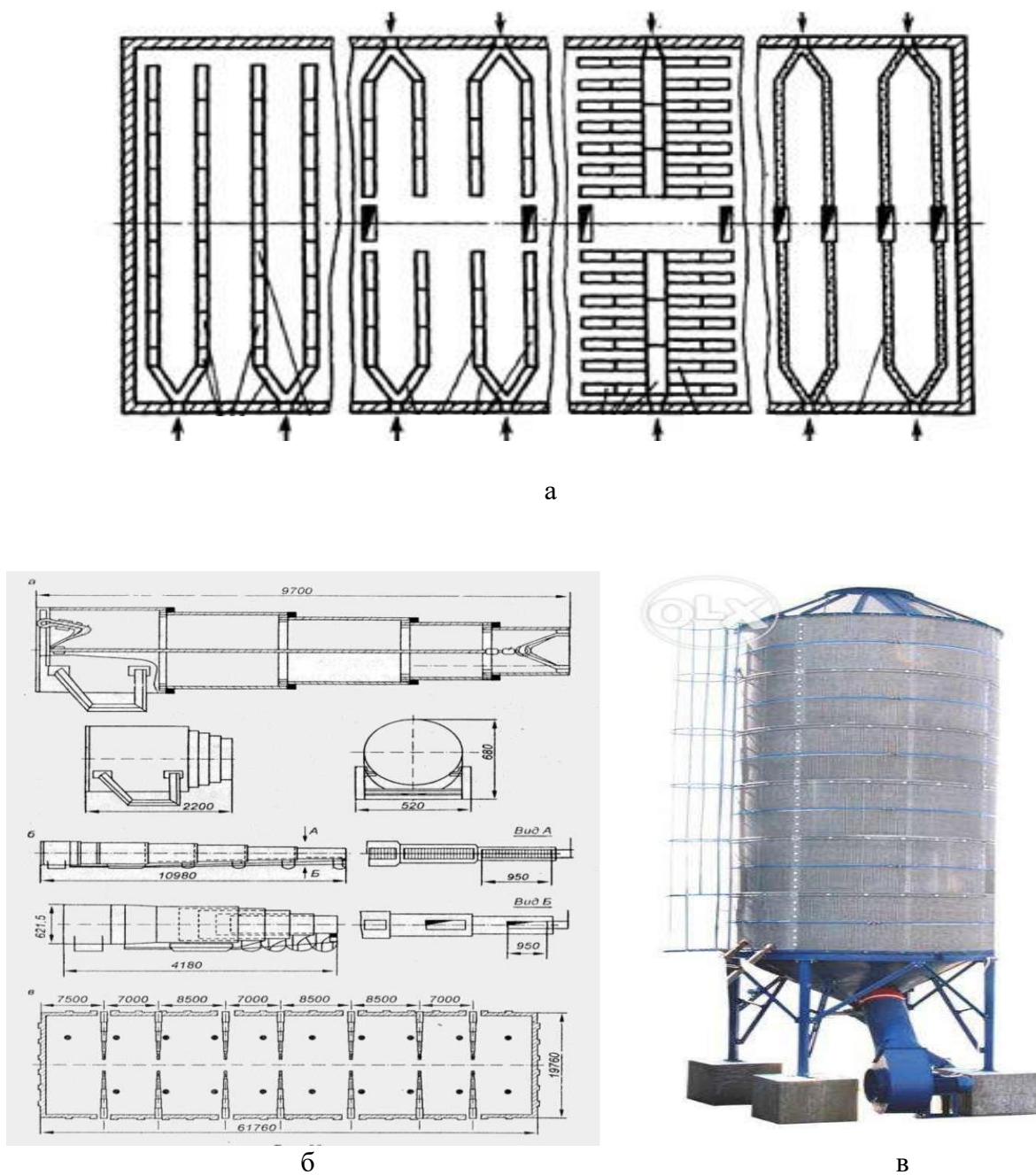


Рис. 12. Установки активного вентилирования:
 а – стационарные; б – телескопические; в – бункер активного вентилирования

2.2.8. Способы хранения зерна

Хранение зерна может быть временным (краткосрочным) и длительным (долгосрочным). Первое исчисляется в сутках или месяцах (1...3), второе длится от нескольких месяцев до нескольких лет.

Хорошая сыпучесть зерновой массы позволяет хранить ее в различных емкостях, начиная от мешка и заканчивая большими силосами. Содержание в мешках называется хранением в

таре, а размещение в больших хранилищах – хранение насыпью (это основной способ хранения зерна).

Хранение в таре применяют лишь для некоторых партий посевного материала (элитные семена и семена первой репродукции). Также в таре хранят семена, обладающие хрупкой структурой (фасоль), содержащие эфирные масла, а также мелкосемянные культуры. Обязательно хранят в таре калиброванные и протравленные семена кукурузы. Основные виды тары для зерна – тканевые и бумажные мешки.

Хранение зерна насыпью позволяет полнее использовать площадь и объем хранилища, имеется больше возможностей для механизированного перемещения зерновых масс, облегчается борьба с вредителями, удобнее организовывать наблюдение, отпадают дополнительные расходы на тару. Хранение насыпью может быть напольным, закромным или силосным в зависимости от конструкции хранилища (рис. 13). **Напольные зернохранилища** – это одноэтажные здания с механизмами для разгрузки и выгрузки зерна. Напольные зернохранилища строят с горизонтальными или наклонными полами. **Закромные зернохранилища** используют для хранения нескольких партий или сортов зерна. **Силосом** называется емкость для хранения зерна, высота которого более чем в 1,5 раза превышает диаметр.



Рис. 13. Способы хранения зерна насыпью:
а – напольное; б – закромное; в – силосное

При невозможности быстрого размещения зерна в хранилище (в период уборки) его хранят на открытых площадках в бунтах – насыпях удлиненной или конусообразной формы. Бунты зерна могут храниться как в открытом, так и в укрытом состоянии. Укрывать целесообразно только бунты с сухим и охлажденным зерном.

Способ хранения зерна и семян в значительной степени определяет конструктивные особенности зернохранилищ. Все они должны обеспечивать надежную сохранность зерновой массы, не допуская количественные потери и снижение качества. Для этого в каждом хозяйстве перед уборкой урожая, его обработкой и размещением необходимо провести определенные профилактические мероприятия. К ним относят тщательную механическую очистку всех объектов с последующим уничтожением (лучше всего сжиганием) сметок и отходов. Используемые отходы должны быть обеззаражены и размещены на хранение в отдельном месте. Все объекты обследуют на зараженность и проводят их дезинсекцию (уничтожение насекомых-вредителей). Перед дезинсекцией хранилища обязательно очищают с использованием промышленных пылесосов. При этом очищают стены, перегородки, полы, окна, двери, щиты и т.д. В складах со стационарными установками для активного вентилирования зерна и аэрожелобами очищают каналы и решетки этих установок. Одновременно со складами очищают все связанные с ними помещения и линии для обработки зерна. Очистку элеваторов и зерносушилок начинают с верхних этажей.

Хранилища обрабатывают средствами влажной, аэрозольной или газовой дезинсекции с использованием разрешенных препаратов. Особое внимание при подготовке хранилищ к приемке зерна нового урожая должно быть уделено дератизации, т. е. борьбе с грызунами.

2.2.9. Режимы хранения зерна

Режимы хранения направлены на снижение до минимума интенсивности физиологических процессов в самом зерне и предотвращение развития микроорганизмов и вредителей.

Хранение зерновых масс в сухом состоянии. Этот режим, базирующийся на принципе ксероанабиоза, основан на том, что в зерне с влажностью до критической все физиологические процессы протекают очень медленно и практически не имеют значения. Объясняется это отсутствием свободной воды, которая могла бы принимать участие в процессе обмена веществ в клетках зерна. Отсутствие свободной воды не дает возможности развиваться и микроорганизмам. В сухой зерновой массе из-за недостатка влаги прекращается также развитие клещей и в значительной степени замедляется жизнедеятельность многих насекомых. Это основной режим хранения зерна любого целевого назначения в течение нескольких лет (4...5).

Зерновая масса всех злаковых и бобовых культур влажностью 12...14 % находится в состоянии анабиоза. Значение критической влажности масличных культур колеблется в зависимости от содержания жира. Для хранения семян подсолнечника с содержанием жира 20...30 % требуется влажность 10...12 %, для высокомасличных сортов (40...50 % жира) – 6...8 %, для рапса – 8...10 %.

Хранение в сухом состоянии – необходимое условие для поддержания высокой жизнеспособности посевного материала всех культур.

Партии сухого зерна и семян можно успешно перевозить любым транспортом и на любые расстояния. Основной причиной порчи сухого зерна может быть развитие насекомых – вредителей, некоторые виды которых способны существовать в зерне с влажностью ниже критической, поэтому целесообразно охлаждать и сухие зерновые массы. Хранение зерновых масс в сухом состоянии не исключает также необходимости систематического наблюдения и ухода за ними.

Хранение зерна в охлажденном состоянии. Этот режим основан на принципе термоанабиоза, т.е. на пониженных температурах хранения, которые позволяют резко снизить жизнедеятельность зерновых масс. В практической деятельности могут возникнуть также случаи, когда влажное зерно и не нужно сушить, поскольку оно вскоре будет использовано по назначению. Хранению зерновых масс в охлажденном состоянии способствует их плохая теплопроводность. Благодаря этому зерно в охлажденном состоянии можно хранить в течение всего года.

Консервирующее действие на зерновую массу оказывает температура +5...+10°C. При этом зерно с температурой всей насыпи 0...+10 °C считают охлажденным в первой степени, а с температурой ниже 0 °C – во второй. Охлаждение зерна до 0 °C или небольшой минусовой температуры (минус 5 °C) также обеспечивает его сохранность. Более значительное охлаждение или промораживание может вызвать снижение всхожести зерна с повышенной влажностью.

В нашей стране зерно охлаждают главным образом холодным атмосферным воздухом. Начинают применять и искусственный холод. Наиболее совершенный и экономически выгодный метод охлаждения зерна – активное вентилирование.

С наступлением весеннего потепления во всех зернохранилищах принимают меры, обеспечивающие сохранение в зерновой массе низких температур. В складах с началом потепления следует закрывать окна, двери, а также вентиляционные каналы. Переходить на летние режимы хранения нужно постепенно, так как возможна конденсация водяных паров в верхних слоях насыпи, которая может привести к самосогреванию зерновой массы.

На каждом предприятии обязательно необходимо составлять план по переводу зерна на зимнее хранение. В этом плане определяют очередность обработки партий в зависимости от их состояния, намеченных сроков хранения и целевого назначения.

Хранение зерна без доступа воздуха. Этот способ хранения основан на принципе аноксианабиоза, т.е. на отсутствии кислорода в межзерновом пространстве и над зерновой массой. Возможность хранения зерна в бескислородной среде основана на потреблении кислорода всеми его живыми компонентами. Отсутствие кислорода снижает интенсивность дыхания

зерна. В этих условиях почти полностью прекращается жизнедеятельность аэробных микроорганизмов, не развиваются насекомые и клещи, а зерно и семена сорняков переходят на анаэробное дыхание и теряют жизнеспособность. Поэтому такой режим не рекомендуется для семенного зерна.

Зерновая масса влажностью до критической при хранении в бескислородной среде сохраняет свои мукомольные, хлебопекарные, пищевые и кормовые свойства. Анаэробные условия хранения зерна влажностью выше критической приводят к снижению его качества.

Безкислородные условия хранения достигаются несколькими методами.

1. Естественное накопление углекислого газа и потеря кислорода вследствие дыхания (самоконсервация). Интенсивность дыхания зерна уменьшается со снижением содержания в воздухе кислорода и постепенно полностью прекращается. Условия для самоконсервации: влажность зерна не менее 20 %, температура не ниже 18 °С, герметизация.

2. Введение в зерновую массу различных инертных газов – азота, диоксида углерода, их смеси. В данном случае с самого начала прекращаются дыхание зерна и любая аэробная жизнедеятельность.

3. Создание в зерновой массе вакуума. Однако при этом возникает проблема сооружения газонепроницаемых хранилищ для больших количеств зерна. Для этих целей чаще всего используют металлические силосы различной вместимости.

Химическая консервация зерна – направленное замедление или прекращение жизненных функций отдельных компонентов зерновой массы при хранении путем обработки ее различными химическими средствами.

Химическая консервация зерна позволяет предохранить его от развития вредителей, подавить жизнедеятельность микрофлоры в зерновой массе повышенной влажности, ликвидировать самосогревание зерна.

Для химической консервации зерна повышенной влажности применяют органические кислоты: пропионовую, муравьиную, бензойную, уксусную, сорбиновую и др. Их добавляют во влажное зерно в чистом виде или в определенном сочетании. В качестве консерванта влажного зерна также применяют метабисульфит натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Он защищает зерно от плесневения, прорастания и самосогревания в течение 40...80 сут. Этот препарат постепенно разлагается с образованием SO_2 , чем и объясняется его консервирующее действие.

Для консервации влажного кормового зерна (не менее 20 %) также применяют аммиак и мочевины. При разложении мочевины также выделяется аммиак. Зерно, обработанное мочевиной или аммиаком, приобретает коричневую окраску вследствие потемнения оболочек, однако на кормовых достоинствах это не отражается.

Возможности применения указанных консервантов ограничиваются их использованием только для кормового зерна, причем только для жвачных животных.

Применение того или иного режима хранения зависит от климатических условий местности, типа зернохранилища и его вместимости, технических возможностей предприятия, целевого назначения партий хранимого зерна, качества партий зерна, экономической целесообразности применения того или иного режима или отдельного технологического приема. Все эти условия должны быть обязательно учтены. Наилучшие результаты получают при комплексном использовании режимов, например хранение сухой зерновой массы при низких температурах.

2.2.10. Типы зернохранилищ и требования, предъявляемые к ним

Зернохранилища разделяют на временные и стационарные. К временным хранилищам относятся:

а) асфальтированная площадка, служащая для временного размещения свежесобранного зерна и семян перед зерновым складом, на ней проводят и предварительную очистку зерна на передвижных машинах типа ОВС-25А и др.;

б) бунт – временное сооружение на асфальтированной площадке со стенами из щитов, мешков и т. д. с укрытием сверху брезентом (рис. 14);



Рис. 14. Бунты

в) навес, имеющий асфальтированный или бетонный пол и крышу, но у него отсутствуют стены;

г) механизированный ток – площадка для временного хранения свежесобранного зерна с комплексом зерноочистительных и сушильных машин.

Стационарные зернохранилища по способу хранения бывают напольные (зерносклады), закромные (бункерные) и силосные.

Напольные зернохранилища – это одноэтажные здания с механизмами для разгрузки и выгрузки зерна (рис. 13 а). Напольные зернохранилища строят с горизонтальными или наклонными полами.

Закромные зернохранилища используют для хранения нескольких партий или сортов зерна (рис. 13 б).

Силосом называется емкость для хранения зерна, высота которого более чем в 1,5 раза превышает диаметр (рис. 13 в).

Существуют и некоторые другие виды зернохранилищ.

Пакгауз – склад железнодорожного типа с полом на уровне пола вагонов (рис. 15). Пакгауз предназначен для приемки, хранения и отгрузки любых штучных и насыпных грузов.



Рис. 15. Пакгауз

Вентилируемый бункер – специальное металлическое зернохранилище небольшой вместимости, предназначенное для приемки, обработки (вентилирования, сушки) и хранения свежесобранного зерна и семян (рис. 12 в).

Металлический силос-зернохранилище значительной вместимости с плоским и наклонным полом. Его используют в единичных экземплярах и в виде батарей (рис. 16).



а



б

Рис. 16. Батареи силосов: а – с плоским дном; б – с конусным дном.

Элеватор – комплекс для приемки, обработки, хранения и отпуска зерна различных культур при полной механизации всех работ и дистанционном контроле за состоянием хранящегося зерна (рис. 17).



а



б

Рис. 17. Элеватор: а – с железобетонными силосами; б – с металлическими силосами.

Способ хранения зерна и семян в значительной степени определяет конструктивные особенности зернохранилищ. Все они должны обеспечивать надежную сохранность зерновой массы, не допуская количественные потери и снижение качества.

С учетом этого к хранилищам предъявляют ряд требований технологического и экономического характера:

1) достаточная емкость, позволяющая размещать на хранение весь урожай зерновых культур в оптимальных условиях и режимах хранения, а также переходящие остатки от урожаев предшествующих лет;

2) прочность, способность выдерживать давление зерновых масс, не допуская каких-либо деформаций стен зернохранилищ;

3) защищенность от проникновения влаги как от атмосферных осадков, так и от грунтовых вод;

4) защищенность от вредителей хлебных запасов (отсутствие в стенах и полу щелей, углублений и т. п.);

5) низкая теплопроводность стен, зерно не должно нагреваться от солнечных лучей и подвергаться резким изменениям температуры.

6) максимальная механизация всех операций;

7) наличие отлаженного весового хозяйства;

8) наличие комплекса зерноочистительных машин и зерносушильного оборудования, полностью соответствующих объему хранения, и быть экономически оправданным;

9) приспособленность для проведения активного вентилирования зерна и газации (иметь газонепроницаемые стены, полы и потолки);

10) наличие аспирационных установок для улавливания пыли;

11) возможность размещения различных партий зерна;

12) наличие подъездных путей;

13) пожаробезопасность;

14) наличие условий для определения качества зерна.

В каждом хозяйстве перед уборкой урожая, его обработкой и размещением необходимо провести определенные профилактические мероприятия. К ним относят тщательную механическую очистку всех объектов с последующим уничтожением (лучше всего сжиганием) сметок и отходов. Используемые отходы должны быть обеззаражены и размещены на хранение в отдельном месте.

Все объекты обследуют на зараженность и проводят их дезинсекцию. Перед дезинсекцией хранилища обязательно очищают с использованием промышленных пылесосов. При этом очищают стены, перегородки, полы, окна, двери, щиты и т.д. В складах со стационарными установками для активного вентилирования зерна и аэрожелобами очищают каналы и решетки этих установок. Одновременно со складами очищают связанные с ними помещения и линии для обработки зерна. Очистку элеваторов и зерносушилок начинают с верхних этажей.

Кузова автомашин и деревянный инвентарь промывают 15%-ным раствором каустической соды или кипятком. Тару можно прогреть в специальной камере при температуре выше 70 °С. Склады обрабатывают средствами влажной, аэрозольной или газовой дезинсекции с использованием разрешенных препаратов. При влажной дезинсекции используют такие соединения как фастак, альтерр, простор, актеллик и др. Особое внимание обращают на тщательность обработки объектов, так как средства влажной дезинсекции эффективны только при непосредственном контакте с вредителями. Для аэрозольной обработки хранилищ используют специальные дымовые шашки. Аэрозоли готовят также с применением специальных аэрозольных генераторов. Газацию хранилищ можно проводить только при условии их достаточной герметичности. Для обеззараживания крупных и достаточно герметичных зернохранилищ применяют квикфос, фостоксин, фоском. Газовую дезинсекцию должны проводить только подготовленные специалисты.

Особое внимание при подготовке хранилищ к приемке зерна нового урожая должно быть уделено дератизации, т. е. борьбе с грызунами.

2.2.11. Размещение зерна и семян в хранилищах

Поступающие на хранение партии зерна и семян, как правило, имеют существенные различия по видовому и сортовому составу, состоянию влажности, количеству и составу примесей, целевому назначению, типовому составу и т. д. Неоднородные партии зерна в хранении представляют определенные трудности. Для выравнивания качественных показателей такие партии подвергаются дополнительной подработке – очистке, сушке, что позволяет формировать однородную по качеству партию зерна и обеспечивать ее надежную сохранность.

Основные критерии дифференцированного размещения зерна на хранение.

Целевое назначение зерна. Семенное, продовольственное и фуражное зерно хранят отдельно. Пивоваренный ячмень хранят отдельно от кормового. Недопустимо смешивать партии зерна пшеницы, подвергнутого сушке, с зерном такого же качества, но не прошедшего сушку. Предусматривают раздельное хранение партий мукомольного зерна с разными технологическими свойствами и показателями качества, что дает возможность составлять помольные партии по рецептуре, устанавливаемой на данном перерабатывающем предприятии. Поэтому мягкую пшеницу размещают на хранение с учетом типа, подтипа, стекловидности по трем группам: свыше 60 %, от 40 до 60, менее 40 %; по натуре: свыше 750 г/л; от 750 до 690 г/л; по содержанию клейковины: до 20 % от 20 до 25 и свыше 25 %; с учетом качества клейковины (I и II групп).

Ботанические особенности. С учетом ботанических признаков зерна и маслосемян определяется возможность их использования в мукомольной, крупяной, макаронной, пивоваренной, крахмало-паточной, спиртовой и масло-жировой отраслях перерабатывающей промышленности страны. До отгрузки зерна на перерабатывающие предприятия его хранят раздельно по *типам и подтипам*, чтобы на мелькомбинате была возможность составить оптимальную помольную партию с учетом всех качественных признаков, заложенных в товарном типе зерна.

Сортовые показатели качества семян. Используются при размещении зерна, предназначенного в качестве посевного материала. В обязательном порядке учитывают сортовые признаки (сорт, категорию сортовой чистоты и т. д.) и посевные (всхожесть, массу 1000 семян и т. д.) качества семян.

Влажность зерновой массы. Определяет возможность длительного хранения зерна с учетом прохождения в нем физиологических процессов и возможности возникновения в ней таких негативных явлений, как самосогревание, интенсивное развитие микрофлоры, прежде всего плесневых грибов, и т. д.

С учетом состояния зерна по влажности его размещают отдельными партиями: сухое, средней сухости, влажное и сырое с интервалами по влажности в 4–6 %. Влажное и сырое зерно целесообразно засыпать невысоким слоем на временное хранение в хранилищах, прилегающих к установкам для активного вентилирования и зерносушилкам. При невозможности

разместить на временное хранение влажное и сырое зерно, подлежащее обработке, на установках активного вентилирования высоту насыпи устанавливают для влажного зерна не более 2 м, для сырого – 1 м, Недопустимо засыпать сырое зерно на хранение в силосы элеваторов.

Примеси в зерновой массе. После проведения лабораторных анализов качества сорных партий зерна его размещают на временное хранение вблизи с зерноочистительными машинами.

Качество зерна продовольственной пшеницы. Продовольственное зерно пшеницы сильных сортов, отвечающее по качеству требованиям действующего стандарта, с содержанием клейковины 28 % (2-го класса) размещают отдельно от зерна с содержанием клейковины 32 % и выше (1-го и высшего классов). Зерно твердой пшеницы размещают раздельно по классам.

Зараженность зерновой массы насекомыми и клещами. В целях предотвращения распространения вредителей в зернохранилищах и прилегающей к нему территории поступающее на хранение зараженное зерно размещают в складах, изолированных от других. В зернохранилищах, приспособленных для обеззараживания зерна путем обработки контактным инсектоакарицидами, проводится фумигация зерна бромистым метилом или фосфином.

Прочие признаки. Как правило, к ним относят признаки, характерные только для отдельных партий зерна, имеющие в зерновой массе какие-либо дефектные зерна: проросшие, горько-полынные, поврежденные клопом-черепашкой, морозобойные, головневые, с несвойственным запахом, с наличием проросших зерен (свыше 3 %), а также засоренные вредными (головней, спорыньей, горчаком-софорой, угрицей, вязелем и др.) и трудноотделимыми (костром, татарской гречихой и др.) примесями, пораженные болезнями (фузариоз и т. п.).

Отдельно размещают продовольственное зерно, предназначенное для выработки продуктов детского питания. Такое зерно выращивают без применения пестицидов и оно является экологически чистым.

Не допускается объединение и хранение совместно партий зерна урожая текущего года с зерном урожая прошлых лет; зерна, подвергшегося самосогреванию, со здоровым зерном.

Высота насыпи сухого зерна, прошедшего очистку и период послеуборочного дозревания, практически не ограничена и регламентируется только конструктивными особенностями зернохранилища.

Периодичность наблюдения за хранящимся зерном зависит, в первую очередь, от его состояния по влажности (табл. 28). Современное оснащение хранилищ позволяет вести контроль состояния зерна непрерывно.

Таблица 28. Периодичность проведения контроля состояния зерна при хранении

Состояние семян по влажности	Семена нового урожая в течение трех мес.	Семена с температурой, °С		
		0 и ниже	от 0 до 10	выше 10
Сухое (до 14,0 %)	один раз в 3 дня	один раз в 15 дней	один раз в 10 дней	один раз в 10 дней
Средней сухости (14,1–15,5 %)	один раз в 2 дня	один раз в 10 дней	один раз в 5 дней	один раз в 5 дней
Влажное (15,6–17 %)	ежедневно	один раз в 7 дней	один раз в 5 дней	ежедневно