

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

В. В. Ваншин

# **ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

## **Часть 3. Прием, размещение и наблюдение за зерновыми продуктами при хранении**

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья



Оренбург  
2019

УДК 664.72 (075.8)  
ББК 36.821я73  
В 17

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Н.П. Владимиров

**Ваншин, В. В.**

В 17 Хранение зерна и пищевых продуктов. Часть 3. Прием, размещение и наблюдение за зерновыми продуктами при хранении [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Ваншин ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 121 с.  
ISBN 978-57410-2325-9

В учебном пособии изложен материал по организации приема, размещения и наблюдения за зерновыми продуктами при хранении. Описаны основные процессы подготовки зерновых продуктов к хранению. Изложены особенности хранения семян, муки, крупы и комбикормов. Подробно рассмотрены процессы, протекающие в зерновых продуктах при хранении.

Отдельно описаны процессы самосогревания и слеживания зерновых продуктов при хранении, причины их возникновения и методы их ликвидации.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, а также для студентов и аспирантов вузов пищевого профиля и работников системы хранения и переработки зерновых продуктов.

УДК 664.72 (075.8)  
ББК 36.821я73

ISBN 978-57410-2325-9

© Ваншин В. В., 2019  
© ОГУ, 2019

## Содержание

Введение .....	5
1 Технологические принципы организации приема, размещения и хранения продовольственного и семенного зерна.....	7
1.1 Особенности приема и размещения зерновых масс в хранилищах .....	7
1.2 Особенности размещения зерна в хранилищах.....	11
1.3 Особенности обработки свежееубранного зерна на технологических линиях хлебоприемных предприятий.....	14
1.4 Наблюдение за зерновыми массами при хранении.....	24
1.5 Отпуск зерновых продуктов, учет их количества и качества.....	32
1.6 Особенности хранения семян и причины снижения их качества при хранении .....	34
1.7 Техника и режимы хранения семян.....	39
2 Хранение продуктов переработки зерна.....	43
2.1 Общая характеристика процессов, протекающих в муке при хранении...	43
2.2 Процессы, протекающие в крупах при хранении .....	62
2.3 Технология хранения муки и крупы.....	65
2.4 Наблюдение и контроль за качеством муки и крупы при хранении.....	75
2.5 Особенности хранения комбикормов.....	78
2.6 Способы хранения комбикормов.....	82
3 Самосогревание и слеживание зерновых масс.....	92
3.1 Сущность явления самосогревания зерновой массы.....	92
3.2 Источники образования тепла в зерновой массе при хранении.....	93
3.3 Виды самосогревания зерновой массы .....	96
3.4 Условия, способствующие процессу самосогревания.....	101
3.5 Изменения качества и потери в массе зерна при самосогревании .....	106
3.6 Самосогревание свежееубранного зерна .....	111

3.7 Самосогревание зерновых масс с пониженной влажностью при длительном хранении.....	114
3.8 Слеживание зерновых масс при хранении.....	115
Список использованных источников .....	120

## Введение

Одной из основных задач, стоящих перед агропромышленным комплексом страны, является не только получение хорошего урожая, но и обеспечение его максимальной сохранности. Ведь хорошо известно, что неправильно организованное хранение зерновых продуктов ведет ежегодно к потерям от 10 % до 15 %, а в некоторых случаях и до 30 % валового сбора сырья и продуктов его переработки. А учитывая то, что заготовка зерновых продуктов осуществляется в короткие сроки, в течение летнего сезона, а потребление их протекает круглогодично, то от условий заготовки, размещения и хранения напрямую зависит дальнейшее качество получаемых из них продуктов и полуфабрикатов.

Поэтому, если в момент заготовки и хранения зерна будет нарушена технология и не соблюдены должным образом основные условия ее выполнения, то ни какие дополнительные технологические приемы не позволят вернуть ему первоначальные технологические свойства, полученные при выращивании. Эти нарушения повлекут за собой снижение ряда показателей зерна, будет снижение выхода продукции, а главное качество получаемых продуктов. Также из зерна с пониженным качеством невозможно будет получить большой ассортимент готовых продуктов, что особенно скажется на конкурентной способности производства. Такие изменения качества зерна, в первую очередь отразятся на экономике предприятия, которая является основой перспективности и стабильности его развития.

В настоящее время в системе хранения зерновых продуктов все больше внимания уделяется внедрению автоматизированных систем контроля качества не только хранящихся продуктов и процессов, протекающих в них, но и контролю поступающего сырья. Такая тенденция связана с интенсификацией процессов производства, где при поступлении в короткие сроки больших партий зерна осуществляется отбор большого количества проб, которые нужно не

только отобрать, но и подвергнуть тщательному анализу. Внедрение цифровых технологий позволяет быстро обрабатывать данные анализа и оперативно размещать на хранение или перерабатывать поступающие партии зерновых продуктов. Контроль и своевременное вмешательство в процессы, протекающие при хранении зерновых продуктов, является одним из основных залогов успешной работы предприятия. В связи с этим современные тенденции развития науки и техники требуют на производстве от специалистов умения пользоваться современным оборудованием, осуществлять контроль за электронной системой наблюдения и, в случае возникновения отклонений в системе хранения, уметь правильно организовать работу по их ликвидации. Эта работа возлагается на них от момента заготовок зерна до получения конечного продукта.

Одной из основных работ, определяющих успешное хранение зерновых продуктов, является правильно составленный алгоритм приема размещения и хранения заготавливаемых продуктов. Эта работа творческая, требующая не только теоретических знаний, но и хорошо развитого аналитического мышления, которое развивается в процессе выполнения практической работы.

Настоящее учебное пособие призвано помочь студентам в формировании компетенций для решения профессиональных задач, связанных с организацией хранения зерна и продуктов его переработки. В пособии изложены вопросы по приему, обработке и размещению зерна с учетом качественных и сортовых особенностей, а также целевого назначения. Описаны вопросы контроля и наблюдения за зерновыми продуктами при хранении. Отдельно рассмотрены вопросы хранения муки, крупы, комбикормов, семенных фондов и семян масличных.

Представленный в пособии учебный материал предусмотрен требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования и направлен на формирование соответствующих профессиональных компетенций.

# **1 Технологические принципы организации приема, размещения и хранения продовольственного и семенного зерна**

## **1.1 Особенности приема и размещения зерновых масс в хранилищах**

Ежегодно прием зерна нового урожая, поставляемого сельхозпроизводителями, осуществляется хлебоприемными предприятиями, размещенными по всей стране и объединяемыми в одну отрасль хлебопродуктов. В эту же отрасль входят и крупные предприятия, перерабатывающие зерно в муку, крупу и комбикорма. Назначение хлебоприемных предприятий не ограничивается приемом зерна от производителей. Оснащенные современным технологическим оборудованием они способны в короткие сроки, приводит зерновые продукты в состояние, стойкое для хранения, а также осуществляют целевую подготовку крупных партий зерна для их дальнейшего использования в производстве в соответствии с требованиями государственных стандартов и нормативов. Вся работа хлебоприемного предприятия, начиная с приема зерна от производителей и кончая отпуском его различным категориям потребителей, связана с оценкой качества каждой партии зерна и учетом изменений в массе. Поэтому исключительно большое значение в работе каждого хлебоприемного предприятия принадлежит отделу теххимического контроля (ОТХК) и его лаборатории, оснащенной необходимым оборудованием и укомплектованной квалифицированным инженерно-техническим персоналом.

В практике работы предприятий отрасли хлебопродуктов различают два вида приема зерна: закупка у сельхозпроизводителей; поступление от других предприятий отрасли хлебопродуктов.

Прием зерна у сельхозпроизводителей носит сезонный характер и в основном заканчивается одновременно с уборкой урожая или вскоре после его окончания. Прием зерна от других предприятий хлебопродуктов может быть в

течение всего года. Он происходит в связи с неизбежными перемещениями зерна по системе хранения для приближения к местам потребления, рационального использования зернохранилищ, проведения необходимых технологических приемов для повышения качества зерна и создания крупных, однородных по качеству партий.

Каждая партия зерна, поступающая на хлебоприемное предприятие, принимается с учетом ее массы и состояния по качеству. При внешнем осмотре и взятии выемок устанавливают однородность поступившего зерна и возможность отнесения его к одной определенной партии. Рассмотрим коротко условия и технику приема зерна.

**Прием зерна от сельхозпроизводителей.** На зерно, заготавливаемое предприятием, государством установлены базисные и ограничительные кондиции по влажности, содержанию сорной и зерновой примесей, зараженности вредителями, признакам свежести и для некоторых культур по объемной массе; эти кондиции по отдельным показателям качества (влажности, объемной массе) несколько различные для разных климатических зон страны. Зерно, поступающее от производителей, принимается, если оно соответствует базисным кондициям или имеет показатели качества не ниже тех, которые установлены ограничительными кондициями.

Хлебоприемные предприятия принимают зерно с отступлением от установленных ограничительных кондиций (кроме зерна с затхлым и солодовым запахом) только в исключительных случаях. При закупке такого зерна применяют установленные скидки с массы и цены. Кроме того, зерно с повышенной влажностью принимают с учетом производительности зерносушилок, чтобы не допустить порчи принятого зерна.

С целью определения соответствия качества зерна базисным или ограничительным кондициям и проведения правильных расчетов за зерно от каждой поступающей партии отбирают выемки, из которых составляют исходный и

средний образец для последующего анализа в лаборатории.

Отбор выемок, составление исходного и среднего образцов производят строго в соответствии со стандартом на методы отбора образцов и выделения навесок.

В случае поступления от сельхозпроизводителей однородных по качеству партий зерна или семян масличных культур для предотвращения задержки автомобильного транспорта на хлебоприемных предприятиях разрешается при согласии владельцев зерна производить оценку качества зерна по среднесуточным образцам.

Поступление партий зерна оформляют соответствующими документами (приемными квитанциями). От сельхозпроизводителей зерно доставляется с товарно-транспортными накладными, а сортовое зерно, кроме того, сопровождается документами, удостоверяющими сорт.

При этом работники лаборатории обязаны сверить показатели, указанные в документах, с показателями в актах апробации, ранее поступивших на хлебоприемное предприятие.

Работа хлебоприемного предприятия должна быть четкой и бесперебойной, что во многом зависит от качества и скорости работы лаборатории ОТХК. Работу лаборатории организуют таким образом, чтобы не было задержки автомобильного транспорта и большого скопления хлебосдатчиков.

**Прием зерна от других предприятий отрасли хлебопродуктов.** Зерно, поступающее на хлебоприемное предприятие по железной дороге, водным путем или автомобильным транспортом от других предприятий отрасли хлебопродуктов, во всех случаях подлежит приему. Время разгрузки транспортных средств (танкеров, вагонов, автомобилей) определяется особыми соглашениями между железной дорогой, пароходством, автотранспортными организациями, с одной стороны, и предприятием с другой. За несвоевременную разгрузку транспортных средств с предприятий взыскивается неустойка.

Партии зерна, поступающие с железной дороги или водного транспорта, сопровождаются качественными удостоверениями и накладными. Сортовое зерно сопровождается свидетельством на семена. Поступившее зерно в обязательном порядке взвешивают и проверяют по качеству. Полученную массу сравнивают с указанной в накладных, а определенные показатели качества с данными, приведенными в качественном удостоверении. При отклонениях в массе и качестве свыше установленных норм составляют акты и предъявляют рекламации поставщику и транспортным организациям. Каждая партия зерна, принимаемая на хлебоприемное предприятие или элеватор, сдается на хранение материально-ответственному лицу. Такими лицами являются заведующие механизированными линиями и элеваторами и их помощники.

Для обеспечения успешного хранения зерновых масс, как по технологическим качествам, так и по экономическим показателям важнейшим мероприятием является правильное размещение их в зернохранилищах в пределах каждого предприятия.

Оптимальное размещение зерновых масс на хранение возможно при условии соблюдения правил размещения. Такой подход к организации процесса приема зерновых масс позволит избежать излишнего их перемещения, эффективно провести их обработку, хорошо использовать емкость всех хранилищ, предотвратить потери в качестве и до минимума сократить потери в массе. Все это будет способствовать сокращению издержек при хранении и максимальному использованию партии зерна в дальнейшей переработке, так как качественное зерно позволит получить максимальный выход готовых изделий.

Правильно подготовленное зерно к хранению будет долго сохранять как технологические, так и биологические свойства. Более высокая долговечность зерна позволит удлинить срок его использования. А это значит, что такое зерно можно хранить в качестве резерва, как для хозяйственных нужд, так и для государственного резерва страны.

## 1.2 Особенности размещения зерна в хранилищах

При размещении зерновых масс в зернохранилищах в отрасли хлебопродуктов принято учитывать следующие положения: показатели качества каждой партии зерна и связанные с этим возможности использования ее по тому или иному назначению; устойчивость каждой партии зерна при различных условиях хранения.

Учитывая эти положения, зерно в хранилищах размещают с учетом следующих признаков.

**Ботанические признаки.** Ввиду того, что тип, подтип и сорт характеризуют совокупность ботанических и хозяйственных признаков зерна и, в частности, мукомольные и хлебопекарные его свойства, крупяные достоинства и много других показателей подобных этим. Зерно различных типов и сортов хранится отдельно и не смешивается до отгрузки его на перерабатывающие предприятия (мельницы, крупяные заводы, комбикормовые заводы) и на экспорт. Также зерно, которое планируется использовать в качестве посевного материала, хранится отдельно и не только по сортам, но и в пределах сорта по репродукциям, категориям сортовой чистоты и классам.

Если такой градации не проводить, то все усилия селекционных станций и семенных хозяйств, направленные на то, чтобы вывести сорта, дающие высокие, устойчивые урожаи, сведутся к нулю. Для хранения сортового зерна выделяют лучшие склады: это объясняется тем, что необходимо максимально сохранить сортовые особенности зерна и тем, что это один из самых дорогих зерновых продуктов, подвергаемых хранению. Разница в цене между товарным и семенным зерном может составлять до десяти раз и более.

**Влияние влажности зерновой массы при размещении ее на хранение.** Ввиду того, что влажность оказывает решающее влияние на интенсивность физиологических процессов, протекающих в зерновых массах при хранении, воз-

никает необходимость разделять партии зерна с различной влажностью, но однородные по другим признакам. Так отдельно размещают зерно сухое, средней сухости, влажное и сырое. Если принимается (по специальному разрешению) зерно с влажностью большей, чем это предусмотрено ограничительными условиями и в большом количестве, то партии группируют с интервалами влажности от 4 % до 6 %. Влажное и сырое зерно размещают в емкостях в непосредственной близости к сушилкам с учетом их технических возможностей. Производительность сушилок должна обеспечить такую скорость сушки, которая не позволит зерну загореться в емкостях.

**Количество и состав примесей в зерновой массе.** Содержание различных примесей в зерновой массе, поступающей на хранение, вызывает необходимость отдельного ее размещения. Так отдельно размещают партии зерна, имеющие минеральную примесь в виде мелкой гальки, партии, содержащие вредную примесь, и тому подобное. Засоренные партии зерна размещают в складах, наиболее удобных с парком зерноочистительных машин. При направлении партий влажного и сырого зерна на технологические линии, оснащенные зерносушилками с рециркуляцией зерна, допускается формирование партий без разделения зерна по состоянию влажности и сорной примеси.

**Зараженность зерновой массы насекомыми и клещами.** При приеме и размещении на хранение партии зараженного зерна выделяют один склад или группу складов. Расположение этих складов должно быть таким, чтобы движения зараженного зерна не пересекались с грузопотоками незараженного.

Также склады должны быть оснащены оборудованием или находится в непосредственной близости от него для удобства проведения его обеззараживания (то есть для проведения механической и химической очистки зерновых продуктов) Получаемые при очистке зерна отходы уничтожаются в соответствии с регламентирующими документами.

**Целевое назначение зерна.** Качество поступающего зерна на хранение чаще всего определяют характер его последующего использования, то есть его целевое назначение. Поэтому при приеме зерна при оценке его качества сразу формируют партии зерновых продуктов с учетом дальнейшего их использования (на семенные, технологические, фуражные цели). В процессе хранения обработка таких партий зерна проводят с учетом улучшения их целевых качеств. Учитывая, что в процессе тепловой сушки может снизиться энергия прорастания и всхожесть семян ее проводят в щадящем режиме, который не оказывает существенных воздействий. Это также касается и зерна, которое используется для технологических целей, так как повышенная температура сушки может привести к изменениям крахмала и клейковины что в последующем отразится на качестве получаемых продуктов.

Также при формировании партий учитывают индивидуальные качества зерна. Пивоваренный ячмень размещают отдельно от крупяного, семена масличного подсолнечника отдельно от грызового так как они имеют различное назначение.

**Особо учитываемые признаки.** Особо учитываемыми признаками являются признаки, характерные только для отдельных партий зерна. Обычно такие признаки возникают в зерновой массе при неблагоприятных условиях созревания зерна. Так на хлебоприемное предприятие могут поступать партии морозобойного зерна, поврежденного клопами-черепашками, с наличием проросших зерен и тому подобное. Отдельное размещение зерна с учетом этих признаков также связано с тем, что партии такого зерна всегда обладают пониженным качеством, менее устойчивы при хранении и могут быть реализованы с известными ограничениями.

Для эффективной и бесперебойной работы хлебоприемного предприятия в период заготовки зерна необходим технически грамотный план приема и размещения зерна [1, 2].

**План приема и размещения зерна на хранение.** План приема и размещения зерна составляют на каждом предприятии в преддверии проведения заготовительной кампании.

К обсуждению проекта плана привлекают всех квалифицированных работников предприятия во главе с главным инженером предприятия.

План составляют на основе анализа работы по приему и размещению зерна за последние пять лет, состояния технической базы предприятия, сведений сельскохозяйственных органов о предполагаемом количестве и качестве зерна различных культур. Учитывается и количество зерна, подлежащее поступлению от других предприятий по планам вышестоящих организаций, а также объем и сроки отгрузки зерна с предприятия. Приему и размещению зерна предшествует большая работа по подготовке технической базы и кадров хлебоприемного предприятия к заготовительной кампании.

### **1.3 Особенности обработки свежееубранного зерна на технологических линиях хлебоприемных предприятий**

Внедрение современного технологического оборудования на хлебоприемных предприятиях позволило в последние годы перейти на самую выгодную в технологическом и экономическом отношении систему приема зерна от хлебоуборочников с одновременной обработкой зерновых масс на технологических линиях. Принципиальная схема послеуборочной обработки зерна представлена на рисунке 1.1.

В результате своевременной обработки зерна сокращаются перемещения отдельных партий внутри предприятия, повышается стойкость зерновых масс, к хранению, лучше используются складские помещения и емкости хранилищ.

Обработка зерна в процессе его поступления на предприятие резко сокращает неучтенные потери зерна, возникающие в результате повышенной физиологической активности, свойственной зерновым массам в начальный период их хранения.

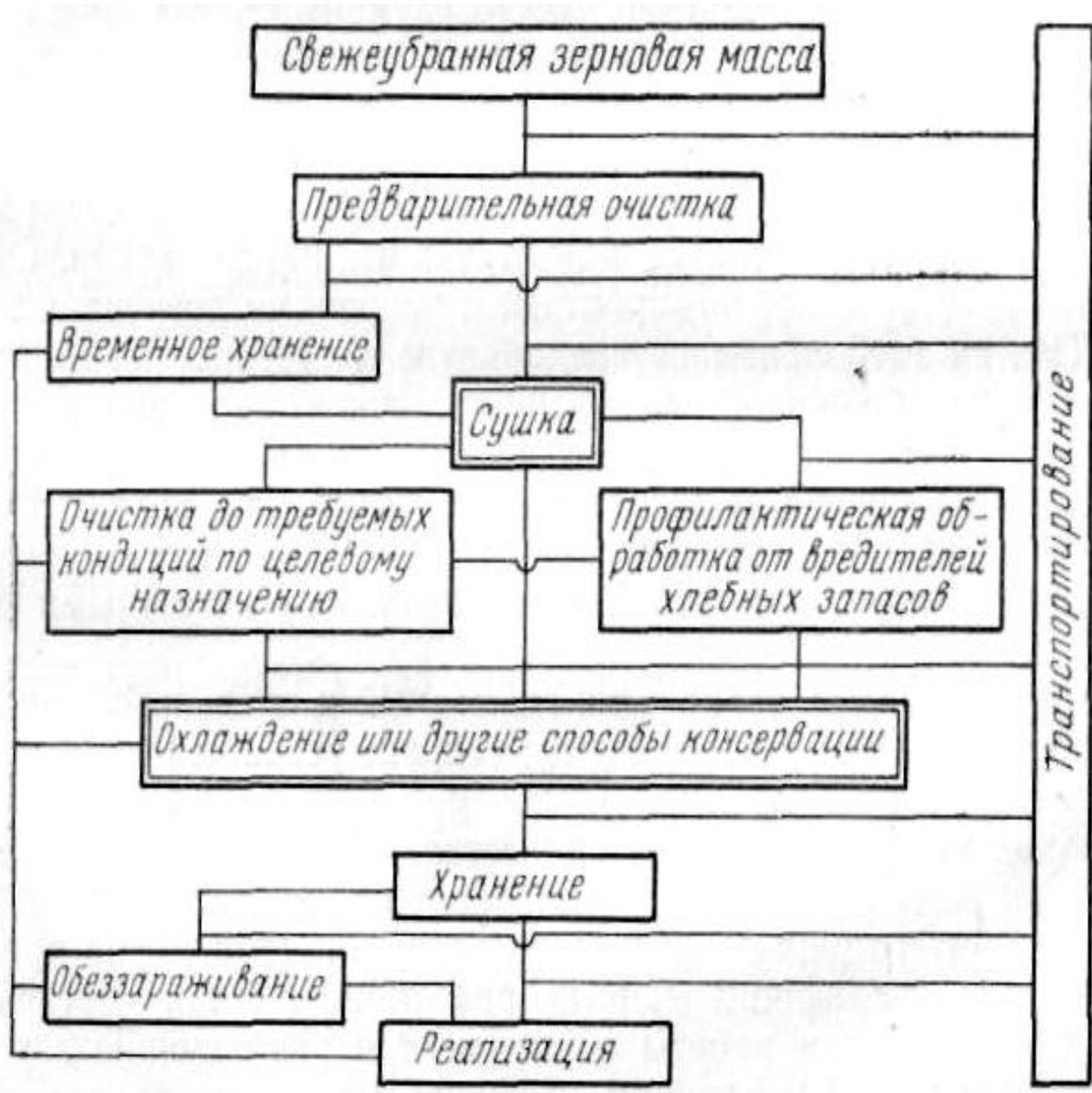


Рисунок 1.1 – Схема приема, обработки и хранения зерна до реализации

Для обработки зерна в потоке созданы технологические линии, состоящие из комплекса машин, связанных между собой в заданной последовательно-

сти оперативными и накопительными емкостями и подъемно-транспортными механизмами.

Схема приема и обработки зерна обычно включает:

- отбор образцов и определение по ним качества поступающего зерна;
- взвешивание на автомобильных весах; разгрузку зерна;
- формирование партий зерна по технологическим достоинствам и состоянию качества;
- первичную очистку от грубых примесей и аспирационных отсосов (негодных отходов);
- сушку; вторичную очистку с отделением ценных зерновых отходов в сухом виде;
- взвешивание на элеваторных весах; закладку зерновых масс в хранилища.

При обработке в потоке кукурузы в початках в схему, помимо перечисленных этапов, включают еще и обмолот. При обработке продовольственной фуражной кукурузы обмолот проводят перед первичной очисткой, а семенной после сушки початков. К каждому из этапов поточной обработки предъявляются определенные требования. Так на первом этапе важно быстро и правильно отобрать из партии разовые пробы, составить образцы, по которым следует возможно быстрее и точнее определить исходное качество и состояние зерновой массы. Не менее важно правильно и без задержек определить и зафиксировать начальную массу каждой партии, а также быстро, с минимальными затратами разгрузить транспортные средства, в которых доставлено зерно. Это достигается широким применением автомобилеразгрузчиков разных систем и конструкций (тупиковых, проездных, радиально-поворотных) и использованием весов с циферблатными головками и весопечатающими механизмами.

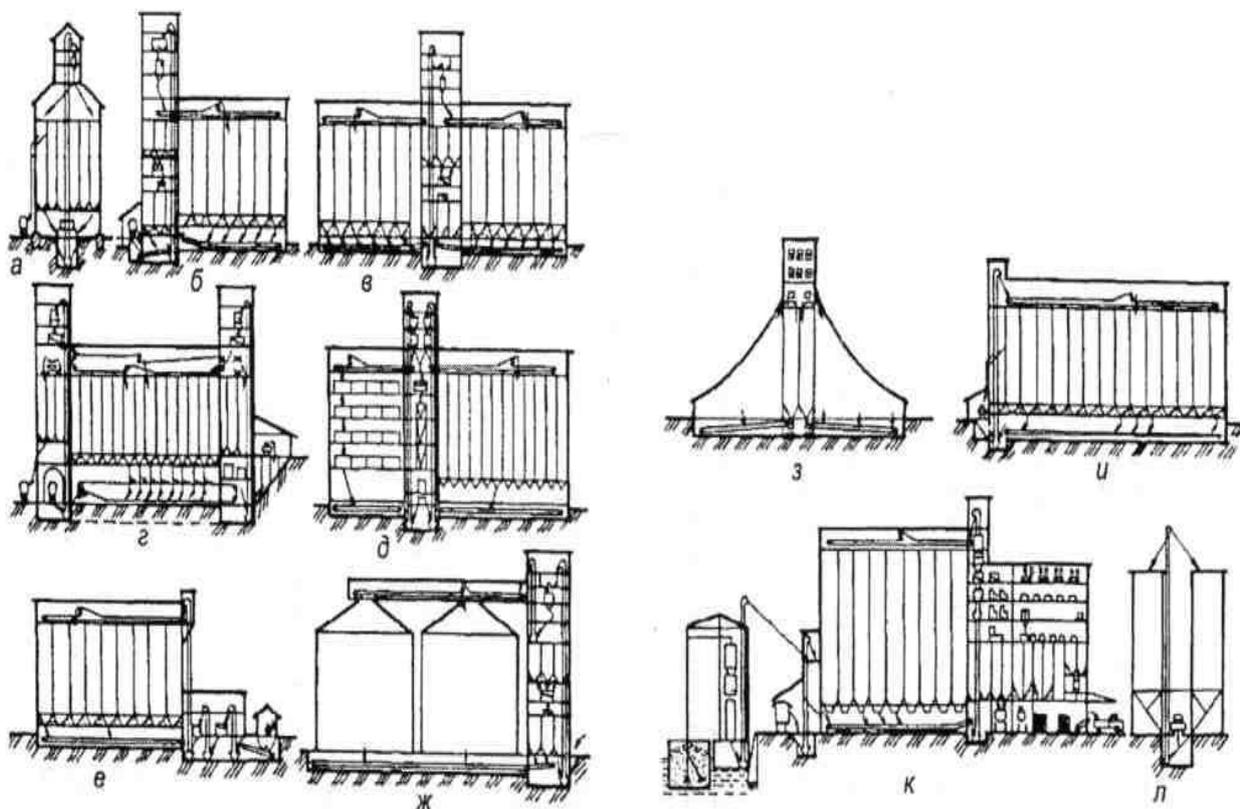
**Первичная очистка зерновых масс.** Эта операция должна обеспечить прежде всего удаление из них крупной сорной примеси минерального и орга-

нического происхождения. Она осуществляется на ворохоочистителях или сепараторах, работающих по схеме ворохоочистителей. В результате этого резко повышается и сыпучесть зерновой массы, необходимая для успешной сушки зерна на сушилках. Требования к сушке, как и всегда, сводятся к тому, чтобы просушить зерно до сухого состояния без ухудшения его исходных технологических или семенных достоинств.

**Вторичная очистка зерновых масс.** Обработка зерновых масс вторично позволяет довести их чистоту до кондиций перерабатывающих предприятий и улучшает условия дальнейшего хранения в зернохранилищах. Кроме того, получение зерновых отходов в сухом виде позволяет сохранить их без порчи. Вторичная очистка проводится на сепараторах в сочетании с триерами и другими зерноочистительными машинами. Взвешивание перед закладкой на хранение необходимо для точного учета массы зерна, полученной после обработки, так как каждая технологическая линия имеет определенную пропускную способность (производительность), а фактическое поступление зерна на хлебоприемные предприятия по часам суток часто существенно отклоняется от среднего, то для равномерной загрузки линий им придают накопительные емкости. Назначение последних - принять все зерно, поступающее от хлебосдатчиков сверх пропускной способности линий в часы пик и подать его на линии во время спада поступления зерна. Кроме того, в накопительных емкостях формируют мелкие партии зерна, направляемые впоследствии на поточную обработку. При использовании накопительных емкостей принимают меры для обеспечения сохранности зерна до обработки его на технологических линиях.

Для этого накопительные емкости оборудуют установками для активного вентилирования зерна. В настоящее время наиболее распространены технологические линии, оборудованные на базе элеваторов, сушильно-очистительных башен (СОБ), рабоче-сушильных (РБС), рабоче-очистительных (РБО), приемно-очистительных башен (ПОБ), комплексно-механизированные линии на базе

передвижного технологического и транспортного оборудования и некоторые другие, как показано на рисунке 1.2.



а – самотечный; б – конвейерный однокрылый; в – конвейерный двукрылый; г – двухбашенный; д – силосно-этажный; е, и – безбашенный; ж – с металлическими силосами; з – силосно-складской; к – блокированный с мукомольным заводом; л – из отдельно стоящих стальных силосов

Рисунок 1.2 – Типы элеваторов

Технологические линии для приема и обработки зерна, созданные на элеваторах, имеют наиболее гибкие связи и обеспечивают полную механизацию работ с зерном. Это наиболее экономичные и высокопроизводительные технологические линии для обработки зерна.

Все строящиеся элеваторные технологические линии имеют диспетчерское или дистанционное автоматизированное управление механизмами и машинами, а также системами контроля обработки зерна в потоке.

**Основные типы элеваторов.** Наиболее массовыми типами элеваторов, используемыми и находящимися в эксплуатации на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях нашей страны, являются: ЛСВ-4Х175 емкостью 50 000 т с высоким рабочим зданием (проект 1971 г.); Л-4Х175 емкостью 50 000 т; РЗС-5-175 емкостью 150 000 т.

**Элеватор Л В-4Х175.** Элеватор емкостью 76 000 т – из монолитного железобетона, состоит из двух силосных корпусов с силосами 4Х4 м и двух силосных корпусов с силосами диаметром 6 м и возможным расширением на 24 000 т, он имеет два приемных устройства с автомобильного транспорта. В одном из корпусов установлены три автомобилеразгрузчика БПФШ-2, во втором – два автомобилеразгрузчика АОЛ-54.

Для сушки зерна установлены два зерносушильных агрегата ДСП-32 в рабочем здании и два отдельно стоящих зерносушильных агрегата ДСП-32от-2, привязанные к силосному корпусу № 1.

Элеватор рассчитан на прием зерна сверх ограничительных кондиций в следующем объеме на сутки, т:

- прием с автомобильного транспорта – 3600;
- очистка от грубых примесей в потоке приема – 3600;
- очистка на сепараторах (двукратная) – 3340;
- сушка зерна (плановые тонны) – 3340;
- отпуск зерна в вагоны – 2320.

Прием зерна с железной дороги предусмотрен как случайная операция.

**Элеватор ЛС-4Х175.** Элеватор емкостью 45 700 т – железобетонный, сборной конструкции из элементов 3Х3 м. Технологическая схема рассчитана на прием зерна без ограничения по засоренности и влажности.

Приемное устройство с автомобильного транспорта имеет два проезда с автомобилеразгрузчиками ПГА-25М с приставкой АРУ-1 и два проезда с автомобилеразгрузчиками ПГА-25 без приставок. Для очистки зерна от грубых

примесей в приемном устройстве с автомобильного транспорта установлены ворохоочистители. Установленное оборудование рассчитано на осуществление следующего объема операций в сутки, т:

- прием с автомобильного транспорта – 3000;
- очистка от грубых примесей в потоке приема с автомобильного транспорта – 3000;
- очистка сухого зерна на сепараторах – 2050;
- сушка зерна (плановые тонны) – 2050;
- погрузка зерна в вагоны – 2500.

Прием с железной дороги предусмотрен как случайная операция. Отпуск на железную дорогу предусмотрен через люки в крыше либо через дверной проем.

**Элеватор ЛСВ-4Х175.** Элеватор емкостью 50 000 т – железобетонный, сборной конструкции из силосов размером 3х3 м. Технологическая схема рассчитана на прием зерна без ограничения по засоренности и влажности.

Приемное устройство с автомобильного транспорта имеет четыре проезда, оборудованных универсальными автомобилеразгрузчиками ГУАР-30.

Для очистки зерна от грубых примесей над двумя проездами приемного устройства установлены два сепаратора ЗСМ-100. Установленное оборудование рассчитано на осуществление следующего объема операций в сутки, т:

- прием с автомобильного транспорта – 3000;
- очистка от грубых примесей – 1500;
- очистка сухого зерна на сепараторах – 2050;
- сушка зерна (плановые тонны) – 2050;
- погрузка зерна в вагоны – 2500.

Прием с железной дороги предусмотрен как случайная операция. Отпуск на железную дорогу предусмотрен через люки в крыше либо через дверной проем.

**Элеватор Л-4Х175.** Элеватор емкостью 50 000 т с возможностью расширения емкости до 100 000 т. Элеватор возводится из монолитного железобетона в подвижной опалубке с силосами диаметром 6 м, имеет мощное технологическое оборудование для приема, сушки, очистки и отгрузки зерна. Объем основных операций для этого типа элеватора за сутки характеризуется следующими величинами, т:

- прием с автомобильного транспорта – 5 000;
- очистка на сепараторах – 5 280;
- сушка зерна (плановые тонны) – 1 968;
- отгрузка зерна в вагон – 2 100.

Для оптимизации технологических процессов на каждом элеваторе, исходя из его конкретных возможностей, должен быть график суточной работы основного оборудования при совмещении операций с зерном, при максимальной производительности оборудования с высоким коэффициентом его использования (не ниже норм технологического проектирования элеваторов).

**Элеватор РЗС-5-175.** Элеватор емкостью на 150 тыс. т включает шесть силосных корпусов СКМ-6х36. Элеватор оборудован приемными устройствами с железной дороги и с автомобильного транспорта. Также имеет отпускные устройства на железнодорожный и автомобильный транспорт, зерносушилки РД-2х25-70, бункера для отходов.

Размеры рабочего здания элеватора составляют ширина – длина – 24 000х30 000 мм, высота – 57 400 мм. Сооружения элеватора расположены на одной фундаментной плите с двух сторон от рабочего здания, силосные и оперативные бункера с размерами 9000х30 000 мм каждый общей вместимостью 11730 т.

В рабочем здании установлено следующее транспортное и технологическое оборудование: пять норий П-175, пять автоматических весов ДН-2000, пять поворотных труб на 12 направлений ВШ-8 по четыре комплекта сепарато-

ров ЗСМ-100 и триеров – овсюгоотделителей ЗТО-5Р. Силосные корпуса вместимостью 23 800 т каждый расположены в шесть рядов по шесть силосов в ряд. Диаметр силосов – 6000 мм, высота – 30 000 мм.

Силосы загружают при помощи шести ленточных конвейеров (по три с каждой стороны рабочего здания) производительностью по 175 т/ч, разгружают восемью такими же конвейерами.

**Характеристика технологической линии на базе сушильно-очистительной башни (СОБ) с привязкой к ней механизированных складов и площадок.** Технологическая схема этой линии предусматривает одновременное выполнение всех четырех операций с зерном: прием, двойную очистку, сушку и отгрузку. Наличие трех приемных устройств, оборудованных автомобилеразгрузчиками, позволяет вести одновременно прием до трех партий зерна.

Зерно, выгруженное из автомобилей в проезде приемного устройства СОБ, реверсивным транспортером и норией подается для предварительной очистки на сепараторе ЗСМ-100. Очищенное зерно при помощи транспортирующих механизмов направляют либо на зерносушилку ДСП-24сн либо в склад для сырого зерна, оборудованный напольно-переносной установкой для активного вентилирования. Установка в башне дополнительного транспортера дает возможность при очистке и сушке сырого зерна передавать его непосредственно на норию, минуя бункер для сырого зерна, и тем самым освободить одну из норий ТНС-100 для отгрузки. Просушенное зерно взвешивается на автоматических весах и через дополнительно установленный транспортер поступает для вторичной очистки на сепаратор производительностью 100 т/ч. Очищенное и просушенное зерно размещается в складах или отгружается в вагоны. Приемные точки, размещенные в торцах складов, используются для приема зерна в соответствующие склады, оборудованные установками активного вентилирования, а также для отгрузки его в вагоны. При необходимости зерно,

хранящееся в этих складах, может быть направлено на сушку.

**Универсальная поточная линия для приема и обработки зерна разных культур и кукурузы в початках на базе молотильно-очистительной башни (МОБ).** В технологической схеме к этой башне привязаны механизированные склады. Состав и характеристика основного технологического и транспортного оборудования линии МОБ-32:

- автомобилеразгрузчик АОЛ-54;
- нория НЦТ-100;
- кукурузомолотилка МКП-У;
- сепараторы ЗСМ-50;
- зерносушилки ДСП-32от;
- автоматические весы ВАП-1000-213.

Прием и обработка кукурузы в початках или зерна других культур на этой линии производятся следующим порядком. Автомобили с кукурузой в початках или зерном разгружаются в приемном устройстве молотильно-очистительной башни, и универсальным транспортером початки или зерно подаются в молотильное отделение. Початки обмолачиваются на двух молотилках МКП-У, позволяющих изменять режимы обмолота (скорость вращения обмолачивающего барабана и длительность пребывания початков в камере обмолота) в зависимости от влажности зерна. При приеме зерновой массы она через обводной самотек поступает на транспортные механизмы МОБ, на которые направляется и зерно после обмолота початков. Поступившее в МОБ зерно подается на очистку от грубых примесей на сепараторы ЗСМ-50 № 1 и № 2, приспособленные для работы по схеме ворохоочистителей. После первой очистки зерно направляется на сушку, причем при влажности зерна более 22 % оно проходит сушку последовательно на двух зерносушилках открытого типа ДСП-32от, а при влажности зерна менее 22 % оно поступает параллельно на две зерносушилки. Режимы работы зерносушилок (температура теплоносителя и экс-

позиция сушки) устанавливаются с учетом обрабатываемой культуры, ее качества и целевого назначения.

1. После сушки зерно направляется на вторичную очистку на сепараторе ЗСМ-50. Здесь зерно очищается от оставшейся сорной и зерновой примесей. На этом этапе обработки из зерновой массы выделяются примеси в сухом состоянии. Режимы работы сепаратора ЗСМ-50 (размер отверстий сит и скорость воздушного потока в каналах первой и второй продувки) устанавливаются в зависимости от обрабатываемой культуры и ее целевого назначения. Обработанное на технологической линии зерно после очистки взвешивается на автоматических весах и направляется в склады на длительное хранение. Обработанное зерно может также отдельным комплексом транспортных механизмов и устройств отгружаться на железнодорожный или автомобильный транспорт. Поточные линии обработки зерна непрерывно совершенствуются с учетом возможности их автоматизации [1, 2, 3].

#### **1.4 Наблюдение за зерновыми массами при хранении**

Наблюдение и контроль за состоянием зерновых масс необходимо осуществлять систематически в течение всего периода их хранения. Это обусловлено многообразием физиологических и физических явлений, наблюдаемых в зерновых массах. При отсутствии достаточного контроля за ними, при несвоевременно принятых мерах могут появиться значительные потери в массе и снижение качества. Хорошо организованное наблюдение за хранящимися зерновыми массами и умелый правильный анализ наблюдения позволяют своевременно предотвратить все нежелательные явления и с минимальными затратами довести зерновую массу до состояния консервации или реализовать ее без

потерь. Наблюдения должны быть организованы за каждой партией зерна. Учитывая это обстоятельство и наличие на каждом предприятии значительного количества зерна, стремятся вести наблюдения наиболее простыми, но достаточно надежными методами. К числу показателей, по которым при систематическом наблюдении можно безошибочно определить состояние зерновой массы, относят температуру зерновой массы, ее влажность, содержание примесей, состояние по зараженности вредителями, показатели свежести (цвет и запах). По этим показателям и оценивают состояние каждой партии зерна при хранении. В партиях семенного зерна дополнительно проверяют его всхожесть и энергию прорастания. Ниже дается характеристика отдельных показателей и методов наблюдения.

**Температура зерновой массы.** Это важнейший показатель, характеризующий состояние зерновой массы. Роль температурного фактора в хранении зерна ясна из предыдущих глав. Низкая температура во всех участках зерновой массы является показателем ее благополучного состояния и свидетельствует о ее консервации.

Влияние окружающей среды (наружного воздуха, стен зернохранилищ и тому подобное) и физиологических процессов, протекающих в зерновой массе, может привести к созданию неодинаковой температуры в разных участках ее насыпи. В связи с этим необходимо определять и контролировать температуру в различных слоях зерновой массы. Повышение температуры зерновой массы, не соответствующее изменению температуры воздуха, свидетельствует об активизации физиологических процессов и начале самосогревания. Поэтому, наблюдая за зерном, надо одновременно учитывать температуру наружного воздуха и воздуха в хранилищах. Температуру воздуха в хранилищах определяют, используя обыкновенные спиртовые или ртутные термометры, а также термографы. Для определения температуры наружного воздуха вне хранилищ вывешивают один или несколько таких же термометров в местах, защищенных

от солнечных лучей. Для определения температуры зерновой массы применяют электротермоустановки дистанционного контроля с термометрами сопротивления в складах – типа ДКТС и элеваторах – ДКТЭ и МАРС-1500 или обычные термометры, заключенные в металлическую оправу. Термометры в металлической оправе привинчивают к деревянным или металлическим штангам, которые затем используют для локального контроля температуры зерна.

При организации контроля температуры в складах напольного хранения всю поверхность насыпи зерновых продуктов условно разделяют на секции площадью 100 м<sup>2</sup>. Для полноценного контроля температуры в каждую секцию устанавливают не менее трех термоштанг на различной глубине. Эти термоштанги перемещают с определенными периодами в зависимости от состояния хранящегося продукта.

Особенно тщательно контролируют слои зерновой массы, расположенные на расстоянии 30-50 см от пола склада и на 30-75 см от поверхности насыпи. Как известно, именно в этих слоях происходит горизонтальное послойное самонагревание зерна (верховое и низовое). По этой же причине обращают большое внимание на участки зерновой массы, расположенные вдоль стен склада, особенно вдоль южной его стены. Для удобства дистанционного контроля используют электронную систему слежения, которая представляет собой набор термоштанг, соединенные сетью проводов, которые передают данные на оперативный блок. Этот блок с определенной частотой с помощью смс-сообщений отправляет данные на пульт оперативного дежурного. Обработав данные, дежурный принимает соответствующие решения по ликвидации повышенной температуры, как представлено на рисунке 1.3. Для контроля температуры зерна, хранящегося в силосах, используют термоподвески, которые образуют единую систему и дают объективную информацию о температуре зерна в различных слоях насыпи на различной глубине, что позволяет быстро и оперативно реагировать на ее изменение, что отмечено на рисунке 1.4.



Рисунок 1.3 – Схема системы контроля температуры зерна в складе напольного хранения с помощью термоштанг

Для предупреждения развития нежелательных процессов при хранении зерна в силосах, не оборудованных системой контроля температуры, используют только качественные сухие семена. Связано это с тем, что термоштанги можно вводить в силоса сверху, на глубину от 4 до 5 м, а это не позволяет охватить контролем всю зерновую массу.

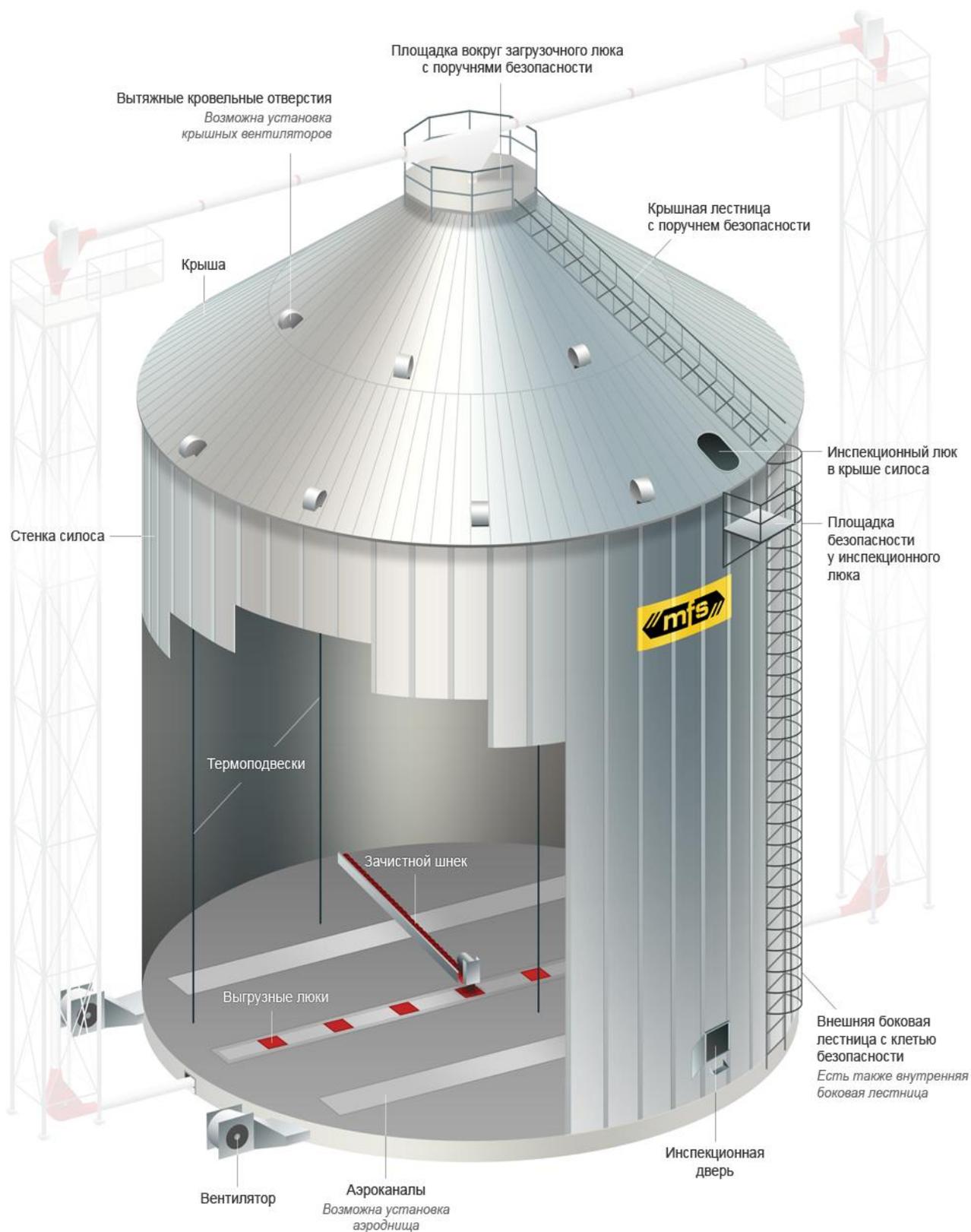


Рисунок 1.4 – Схема установки термоподвесок в силосе для контроля температуры зерновых продуктов

**Влажность зерновой массы.** Влажность зерна является вторым по важности показателем, определяемым и контролируемым в процессе хранения. Контроль влажности зерна проводят в различных слоях зерновой массы, так как это позволяет судить о равномерности ее распределения. Миграция влаги в зерновой массе вызывает ее расслоение по влажности, что весьма опасно. Движение влаги в зерновой массе обусловлено градиентом температуры и разностью влажности входящих в нее компонентов. Потому периодичность контроля зерна по влажности зависит от его состава и условий хранения. Также на режим контроля оказывает влияние длительность хранения.

**Примеси в зерновой массе.** Контроль за содержанием примесей изменением их состава и количества является косвенным фактором, характеризующим ее состояние при хранении. Особенно характерен этот показатель для фракций испорченных зерен сорной примеси и частично изъеденных и потемневших, относимых к зерновой примеси. Увеличение процента заплесневевших, изъеденных, потемневших или совсем испорченных зерен, свидетельствует о неблагоприятном хранении. Обычно количество таких зерен увеличивается в результате развития микроорганизмов, насекомых и клещей или образования очагов самосогревания в начальных стадиях развития. Поэтому при анализе на засоренность особое внимание обращают на содержание перечисленных фракций примесей.

**Состояние по зараженности.** Состояние по зараженности зерна при хранении является одним из основных и совершенно необходимых показателей. Своевременное обнаружение и проведение необходимых мер позволяет своевременно локализовать развитие вредителей и добиться их полного уничтожения. Оценивают этот показатель путем отдельного исследования выемок по слоям. При хранении зерна в силосах оценивают только верхние слои насыпи.

**Контроль запаха и цвета зерна.** В процессе хранения зерновых продуктов изменение таких показателей качества как запах и цвет наглядно показыва-

ют, что в зерне протекают нежелательные процессы, снижающие его качество. Появление специфического спиртового запаха указывает на повышение интенсивности дыхания зерновой массы, а появление затхлого запаха плесени свидетельствует об активном развитии микроорганизмов. Внимательный осмотр всех зерен в навеске, взятой для определения примесей, помогает своевременно выявить начало образования активных очагов плесеней на зародышах отдельных зерен.

Определение во время хранения зерновой массы всех перечисленных показателей обязательно и предусмотрено специальными инструкциями. Кроме того, весьма целесообразно периодически определять кислотность зерна. Увеличение титруемой кислотности свидетельствует о наличии процессов разложения органических веществ зерна в результате жизнедеятельности самого зерна и находящихся на нем микроорганизмов. При наблюдении за состоянием хранящихся партий сортового, семенного зерна обязательно проверяют их всхожесть и энергию прорастания. Эти показатели свидетельствуют о состоянии любой зерновой массы при хранении, но особенно учитываются для характеристики партий семенного зерна.

Периодичность проверки состояния зерновой массы по отдельным показателям зависит от ряда условий. Важнейшими из них являются: состояние зерновой массы, то есть ее исходные качества, устойчивость при хранении; условия хранения зерновой массы (время года, климатические особенности местности, тип хранилища, высота насыпи и тому подобное). Так чем физиологически активнее зерновая масса, тем чаще проверяют ее температуру. Поэтому частота наблюдений находится в прямой зависимости от влажности и температуры зерновой массы, что представлено в таблице 1.1.

**Периодичность наблюдения за температурой зерновых масс при хранении.** С температурой зерновой массы связаны и сроки проверки ее на зараженность клещами и насекомыми. Проверку зерна на зараженность в зависимо-

сти от температуры проводят в следующие сроки: при температуре выше 15 °С - 1 раз в декаду, при температуре от +15 °С до +5 °С - один раз в 15 дней, при температуре ниже +5 °С - 1 раз в месяц.

Таблица 1.1 – Периодичность проведения контроля за температурой зерновых масс в зависимости от его состояния по влажности

Состояние зерна по влажности	Зерно нового урожая в течение трех месяцев с момента приема	Прочего зерна с температурой		
		0 °С и ниже	от 0 °С до +10 °С	выше 10 °С
Сухое и средней сухости	Два раза в декаду	Один раз в 15 дней	Один раз в 15 дней	Один раз в 15 дней
Влажное	Ежедневно	Один раз в 15 дней	Два раза в декаду	Один раз в 2 дня
Сырое	»	Один раз в декаду	Два раза в декаду	Ежедневно

В зависимости от влажности и температуры зерна, поступающего на хранение, установлены и сроки наблюдений по другим показателям. Результаты наблюдений в хронологическом порядке заносят в журнал наблюдений и штабелный ярлык отдельно по каждой партии. Такой порядок позволяет анализировать состояние хранимых партий и контролировать состояние организации хранения зерновых масс на предприятии. В зависимости от результатов наблюдений, если это необходимо, проводят необходимые технологические мероприятия (охлаждение, обеззараживание, сушку, очистку и так далее). Организацию и технику наблюдений за зерновыми массами при хранении следует проводить в соответствии с действующими инструкциями, принятыми в системе хлебопродуктов. [1, 2, 3].

## **1.5 Отпуск зерновых продуктов, учет их количества и качества**

Отпуск зерновых продуктов является заключительным этапом работы с ними и включает в себя организационные и технологические мероприятия.

Организационные мероприятия состоят в рациональном проведении работ по выдаче и отгрузке зерновых продуктов с предприятия при соблюдении всех соответствующих правил, а также в оформлении отпуска зерновых продуктов необходимыми документами. Большое значение имеет правильное использование каждой партии зерна в народном хозяйстве. Для осуществления этого иногда все операции по отпуску приходится начинать с технологических мероприятий, то есть с составления отдельных партий зерна и их обработки, чтобы довести по качеству до требуемых кондиций. Важнейшее значение имеет и хорошо налаженный учет количества и качества зерновых продуктов на каждом предприятии. Сложность этого учета состоит и в том, что в период хранения меняется как масса, так и качество зерновых продуктов. Так, например, с изменением влажности (при засыпке на хранение) меняется и масса хранимой партии. В связи с этим на хлебоприемных предприятиях действует система количественно-качественного учета, нашедшая отражение в специальной инструкции по учету зерновых продуктов. Эта система в настоящее время совершенствуется. Для выявления наличия хлебопродуктов, излишков или недостатка на предприятиях и в целом по системе хлебопродуктов проводится инвентаризация с обязательным взвешиванием остатков. В связи с тем, что хранение зерновых продуктов сопровождается потерями в массе сухих веществ и неучтенным распылом, установлены нормы естественной убыли (в процентах от массы). Приведенные в таблице 1.2 нормы естественной убыли составлены на основе результатов проведенных экспериментов как в лабораторных, так и в производственных условиях.

Таблица 1.2 – Нормы естественной убыли зерна и продукции при хранении, %

Культура	Срок хранения	В складах		В элеваторах	Не приспособленным для хранения площадках
		Насыпью	В таре		
1	2	3	4	5	6
Пшеница, рожь, ячмень и полба	до 3 месяцев	0,07	0,04	0,05	0,12
	до 6 месяцев	0,09	0,06	0,07	0,16
	до 1 года	0,12	0,09	0,10	-
Овес	до 3 месяцев	0,09	0,05	0,06	0,15
	до 6 месяцев	0,13	0,07	0,08	0,20
	до 1 года	0,17	0,09	0,12	-
Гречиха и рис	до 3 месяцев	0,08	0,05	0,06	-
	до 6 месяцев	0,11	0,07	0,08	-
	до 1 года	0,15	0,10	0,12	-
Просо, чумиза и сорго	до 3 месяцев	0,11	0,06	0,07	0,14
	до 6 месяцев	0,15	0,08	0,09	0,19
	до 1 года	0,19	0,10	0,14	-
Кукуруза в зерне	до 3 месяцев	0,13	0,07	0,08	0,18
	до 6 месяцев	0,17	0,10	0,12	0,22
	до 1 года	0,21	0,13	0,16	-
Кукуруза в початках	до 3 месяцев	0,25	-	-	0,45
	до 6 месяцев	0,30	-	-	0,55
	до 1 года	0,45	-	-	0,70
Горох, чечевица, бобы, фасоль, вика и соя	до 3 месяцев	0,07	0,04	0,05	-
	до 6 месяцев	0,09	0,06	0,07	-
	до 1 года	0,12	0,08	0,10	-
Подсолнечник (семена)	до 3 месяцев	0,20	0,12	0,14	0,24
	до 6 месяцев	0,25	0,15	0,18	0,30
	до 1 года	0,30	0,20	0,23	-
Прочие масличные культуры	до 3 месяцев	0,10	0,08	0,05	-
	до 6 месяцев	0,13	0,11	0,07	-
	до 1 года	0,17	0,14	0,10	-

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
Крупа, в том числе рис	до 3 месяцев	-	0,04	-	-
	до 6 месяцев	-	0,06	-	-
	до 1 года	-	0,09	-	-
Мука	до 3 месяцев	-	0,05	-	-
	до 6 месяцев	-	0,07	-	-
	до 1 года	-	0,10	-	-
Отруби и мучка	до 3 месяцев	0,20	0,12	-	-
	до 6 месяцев	0,25	0,16	-	-
	до 1 года	0,35	0,20	-	-

Эти нормы применяются как контрольные и предельные только в тех случаях, когда при инвентаризации или при проверке фактического наличия зернопродуктов, хранившихся на предприятии, будет установлено уменьшение их массы, не вызываемое изменением качества.

Если продукты хранятся до трех месяцев, нормы естественной убыли применяются из расчета фактического количества дней хранения. При хранении партий более года за каждый последующий год хранения норма естественной убыли составляет 0,04 % или соответственно по числу месяцев. Практика хранения зерновых продуктов показала, что при своевременном использовании технологических и организационных мер потери бывают минимальными [1, 4].

## **1.6 Особенности хранения семян и причины снижения их качества при хранении**

В настоящее время основная масса семян зерновых, зернобобовых и масличных культур, а также семян кормовых трав заготавливается в отрасли хлебопродуктов. Заготовленные семена доводят до необходимых к хранению конди-

ций на специализированных предприятиях и заводах. Путем проведения комплексных мероприятий семена доводят до состояния, позволяющего обеспечить их стойкое хранение. Одновременно с подготовкой к хранению улучшают посевные качества семян, что делает их готовыми к посеву.

Наличие системы госрезерва позволяет государству использовать подготовленные семена в качестве страховых фондов (резервов), а также способствовать внедрению и распространению в сельском хозяйстве лучших районированных и перспективных сортов различных культур.

Теоретические основы хранения семян остаются общими как для зерновых масс продовольственного, так и семенного назначения. И отличительной особенностью при хранении семенных фондов является сохранение посевных качеств семян и их сортовой чистоты.

Где бы ни хранились семена: на хлебоприемных предприятиях, в сельхозпредприятиях или хранилищах научно-опытных учреждений, везде важнейшей задачей является уберечь их от неблагоприятных воздействий, не только сохранить их всхожесть и энергию прорастания, но, по возможности, и улучшить эти показатели. В масштабах нашей страны даже незначительное снижение всхожести семян ведет к огромным потерям, так как требует увеличения нормы высева на гектар и часто отражается на урожайности. Так, например, подсчитано, что снижение всхожести семян пшеницы на 1 % при площади посевов у нас 60-65 млн. га вызывает дополнительно затраты 70 тыс. т семян. Следовательно, при посеве семенами второго класса (всхожесть не менее 90 %) вместо первого класса (всхожесть не менее 95 %) излишний расход семян составит 350 тыс. т. Таким образом, посев семенами пониженных посевных качеств приводит к бесцельной трате огромного количества органических веществ (белков, углеводов и жиров), которые были бы использованы на пищевые или фуражные цели.

Посев высоко всхожими семенами – это важнейший резерв для использо-

вания больших масс зерна на нужды народного потребления.

Рассматривая процессы, происходящие в зерновых массах при хранении, мы уже отмечали различные факторы, влияющие на посевные качества семян. Обобщая эти данные, можно сформулировать основные причины снижения всхожести семян.

Потеря всхожести семян в результате отравления клеток продуктами своей жизнедеятельности. При интенсивном **дыхании семян** с повышенной влажностью в насыпи скапливается углекислый газ, а в клетках семян получает широкое развитие процесс анаэробного дыхания. Выделяющиеся при этом продукты, и прежде всего этиловый спирт, оказывают губительное действие на клетки зародыша, и семена быстро теряют всхожесть. Сухие семена в связи с малой интенсивностью дыхания могут храниться длительное время даже при высокой насыпи, но всхожести по этой причине не теряют.

Активное **развитие микроорганизмов** на семенах. Это важнейший фактор, влияющий на сохранение семенами жизнеспособности. Теперь уже общеизвестно, что если в период уборки урожая и последующего хранения семян были благоприятные условия для активного развития микроорганизмов, то снижение всхожести семян или ее полная потеря неизбежны.

Решающее значение в снижении посевных качеств семян всех культур принадлежит плесневым грибам и среди них таким, как *Helmintosporium*, *Fusarium*, *Alternaria*, различным представителям из родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Эти грибы и особенно *Alternaria* являются и основными представителями субэпидермальной микрофлоры семян. Не следует также забывать, что развитие плесневых грибов не всегда снижает всхожесть семян, определяемую в лабораторных условиях. Часто в начальных стадиях активного развития плесневых грибов лабораторная всхожесть семян еще бывает значительно высокой, но полевая оказывается уже весьма низкой. Защита семенных фондов от активного развития микроорганизмов на семенах является важнейшим мероприятием

и она должна быть своевременно проведена для предупреждения потери всхожести семян.

**Развитие клещей и насекомых.** Согласно действующим на территории нашей страны нормативам зараженность партий посевного материала вредителями хлебных запасов из мира насекомых вообще не допускается. Заражение партии семян клещами переводит ее в третий класс. Это мероприятие совершенно правильное, так как развитие в зерновой массе клещей и насекомых всегда сопровождается снижением как лабораторной, так и полевой всхожести.

**Самосогревание зерна** оказывает влияние на его всхожесть уже начальные стадии развития процесса. Исследования показали, что самосогревание существенно снижает полевую и частично лабораторную всхожесть семян.

**Прорастание семян** при хранении – это явление, недопустимое. Оно должно быть абсолютно исключено при хранении семенных фондов. Прорастание семян ведет к интенсификации физиологических процессов и потере сухих веществ, выделению энергии и возникновению опасности самосогревания зерна и, наконец, к потере посевных и товарных достоинств партий зерна. Проросшее зерно не пригодно для длительного хранения. На проросшем зерне наблюдается бурное развитие микрофлоры, а плесени хранения делают зерновые массы непригодными для использования.

**Действие на семена низких температур.** Воздействие на семена низких температур особенно сильно проявляется при повышенной влажности семян. Это объясняется тем, что при повышении влажности зерна выше критической в нем появляется свободная влага, которая замерзает при минусовых температурах, а это снижает всхожесть семян. Семена, имея влажность от 20 до 22 %, теряют всхожесть при температурах от  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$  в течение короткого периода хранения. В тоже время семена с влажностью ниже критической выдерживают хранения в течение длительного времени при температуре от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $-25^{\circ}\text{C}$  без существенной потери всхожести. Чрезмерное переохлаждение сухих се-

мян способствует образованию конденсатной влаги. Такое явление наиболее ярко проявляется весенний период, когда охлажденное зерно подвергается резкому воздействию положительных температур. Следствием такого воздействия является отпотевание зерна и появления конденсата, который переходит в капельно-жидкостное состояние. Появление жидкости способствует повышению интенсивности дыхания и самосогреванию зерна.

**Отрицательные последствия обработки семян.** Технологические приемы обработки партий семян для доведения их до лучших посевных кондиций (первого класса) и лучшей сохранности могут влиять на всхожесть и энергию прорастания семян. Так при несоблюдении режимов очистки от примесей или вредителей возможно травмирование семян и даже отделение зародыша. Сушка семян в зерносушилках с нарушением требований эксплуатации, без учета их ботанических особенностей и физических свойств, исходной влажности, типа зерносушилок и режимов сушки является одной из причин снижения посевных качеств. Наоборот, сушка, проведенная с учетом всех факторов, способствует послеуборочному дозреванию семян и повышению их жизнеспособности. Наконец, обеззараживание семян средствами химической дезинсекции в случае их неправильного применения также сопровождается потерей всхожести.

**Сроки хранения.** Семена различных культур характеризуются определенной долговечностью, поэтому удлинение сроков хранения постепенно снижается их всхожесть. По данным ВНИИЗ при длительном хранении семян на хлебоприемных предприятиях всхожесть различных культур сохранялась: у пшеницы яровой, ячменя, овса, гречихи, ржи яровой – от 1,5 до 3,5 лет; у озимых пшеницы и ржи – от 1 до 3 лет, у риса, проса, люпина – от 1,5 до 2,5; подсолнечника и клещевины – до 1,5 лет при условии закладки семян с влажностью на 2 % ниже критической.

Таким образом, в практике хранения семян на хлебоприемных предприятиях и в сельском хозяйстве мы встречаемся с партиями, обладающими различ-

ными посевными качествами. Все их можно разделить на три группы.

**Партии с высокой всхожестью и энергией прорастания, отвечающие по этим показателям требованиям первого класса государственных стандартов.** При хранении этих партий задача состоит в том, чтобы сохранить их всхожесть и энергию прорастания на высоком уровне. Если такие партии семян возможно еще улучшить по другим показателям, то необходимо это сделать.

**Партии с пониженной всхожестью и энергией прорастания в результате состояния покоя семян.** По таким партиям, прежде всего, необходимо выявить жизнеспособность семян установленными методами и провести мероприятия, направленные на повышение их всхожести и энергии прорастания. Одновременно должна быть проведена обработка этих семян, чтобы повысить их классность и по другим признакам.

**Партии с пониженной всхожестью и энергией прорастания или утратившие их совсем в результате потери жизнеспособности.** Они теряют значение как семенной материал. По этим партиям необходимо установить причины, вызывающие порчу семян, и сделать организационные выводы. Такие партии могут быть реализованы на другие нужды[1, 2, 3].

## **1.7 Техника и режимы хранения семян**

Анализ причин, влияющих на всхожесть и энергию прорастания семян при хранении, убеждает, что основным режимом хранения семенных фондов является хранение в сухом, очищенном и охлажденном состоянии.

Только при влажности семян ниже критической исключается возможность активного развития микроорганизмов, а в самих семенах происходит чрезвычайно замедленный газообмен. Практика и многочисленные эксперименты показали, что для успешного хранения семенных фондов их влажность

должна быть на 1 % ниже критической. Для партий семян, предназначенных к длительному хранению, целесообразно снижать влажность на 2 % ниже критической, что уже широко применяется во многих странах.

Важнейшим условием успешного сохранения посевных качеств семян является своевременное их высушивание и удаление примесей, то есть сразу после уборки урожая.

Одним из основных приемов предупреждающих развитие вредителей в сухих семенах является хранение их в охлажденном состоянии, то есть при температурах в диапазоне от 5 °С до 10 °С. Наиболее оптимальные режимы температуры и высоты насыпи для хранения зерновых представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Рекомендуемые высота насыпи при хранении семян зерна в сухом состоянии

Культура	Температура семян, °С	
	не выше 10	более 10
Пшеница, рожь, овес, ячмень и гречиха	8	8
Горох, чечевица, фасоль и другие бобовые	8	6
Рис, просо	6	4
Подсолнечник, сафлор	8	6
Лен	8	6
Соя, клецеевина, арахис, горчица, рыжик, рапс, льяллеманция, перилла, кунжут, мак	6	4

Охлаждать семена целесообразно сразу при засыпке в хранилища, если они уже прошли послеуборочное дозревание. При необходимости завершения процессов послеуборочного дозревания целесообразно до охлаждения применять активное вентилирование зерновых масс естественным атмосферным сухим воздухом или слегка подогретым с помощью теплогенераторов.

Хранение партий семян в сухом состоянии и при условиях, когда нет резкого перепада температур, исключает возможность возникновения процесса самосогревания. Для партий посевного материала необходимо выделять луч-

шие склады, при этом следует учесть, что размещение партий должно быть таким, чтобы исключить возможность их смешивания.

Особое внимание при организации хранения семян необходимо обращать на семена элиты и первой репродукции, которые хранятся в таре.

При хранении семян с влажностью в пределах критической насыпью в складе допускается полная его загрузка при условии обеспечения наблюдения за состоянием и качеством семян по всем слоям насыпи. Данные ВНИИЗ показали также возможность хранения таких семян и в силосах современных элеваторов высотой от 18 до 30 м.

Если семена имеют повышенную влажность, необходимо снизить высоту их насыпи для улучшения высыхания семян или разместить в складе, оборудованном системой активного вентилирования. Кроме этого за таким зерном ведется тщательный контроль. Контролируют такие показатели как температура и зараженность вредителями. Так зараженность вредителями в семенах с влажностью до 15 % проверяют при температуре ниже 5 °С через 20 дней, от 5 °С до 10 °С – через 15 дней и выше 10 °С – через 10 дней, в семенах с большей влажностью соответственно на 5 дней чаще. Более подробно режимы контроля влажного зерна описаны в таблице 1.4. Следует отметить, что сырые семена не подлежат хранению, а подлежат немедленной сушке. Поэтому их размещают в непосредственной близости от сушилок или складов, оборудованных системой активного вентилирования. Склады, предназначенные для хранения семенного материала, должны быть подготовлены заблаговременно, до закладки семян на хранение, а именно: подготовленные к посеву и реализации семена хранят в обеззараженных от амбарных вредителей семенохранилищах напольного, закрывного, контейнерного или силосного типов в условиях, предотвращающих их увлажнение, засорение и порчу. Без выполнения этих условий не возможно организовать правильное и качественное хранение семенного материала без потерь.

Таблица 1.4 – Схема периодичности наблюдений за температурой зерна при хранении

Состояние семян по влажности	При температуре насыпи семян, °С			Свежеубранные семена в течение 3 месяцев с момента поступления на пункт
	0 и ниже	от 0 до 10	Выше 10	
Сухие	Один раз в 15 дней	Один раз в 15 дней	Один раз в 10 дней	Один раз в 3 дня
Средней сухости	Один раз в 10 дней	Один раз в 10 дней	Один раз в 5 дней	Один раз в 2 дня
Влажные	Один раз в 7 дней	Один раз в 5 дней	Ежедневно	Ежедневно

В хранилище семена с кондиционной влажностью размещают отдельно по культурам, сортам, категориям, партиям и хранят при естественно устанавливающейся температуре и относительной влажности окружающего воздуха. Не допускается хранение семян разных сортов и категорий одной культуры, а также семян трудноотделимых друг от друга культур (пшеницы и ячменя; овса и ржи и так далее), открытой насыпью в одном помещении. Протравленные семена хранят в изолированном помещении с соблюдением установленных санитарных правил. При хранении семян в мешках (пакетах, контейнерах) их укладывают в штабели на деревянные настилы или поддоны, отстоящие от пола не менее 15 см и от наружных стен хранилища – 70 см.

Мешки укладывают в штабель «двойником» или «тройником», кроме семян эфиромасличных культур, которые размещают по ширине штабеля в один мешок. Длина штабеля определяется площадью хранилища и размером партии. Высота штабеля должна быть не более: для злаковых трав – 10 рядов уложенных друг на друга мешков; для зерновых и зернобобовых культур, бобовых и медоносных трав, клещевины, конопли, льна и сои – 8 рядов; для масличных, эфиромасличных и технических культур, кроме указанных выше – 6 рядов [3].

## **2 Хранение продуктов переработки зерна**

### **2.1 Общая характеристика процессов, протекающих в муке при хранении**

Мука – это уникальный продукт получаемый путем помола зерна. В процессе проведения помола с зерна удаляется оболочка и разрушается эндосперм, все это ведет, к нарушению его целостности. Нарушение целостности зерна увеличивает силу воздействия окружающих факторов на него и способствует снижению сроков хранения. В среднем срок хранения муки без потери ее потребительских качеств, при нормальных условиях хранения составляет от нескольких месяцев до двух лет. Такой большой интервал обусловлен видом муки, ее качеством, сортом, условиями хранения и системой контроля.

Так если хранение муки, организованное без учета ее физических и биохимических свойств, то такое хранение может привести к значительным потерям в весе и в качестве.

Меньшая стойкость муки при хранении по сравнению со стойкостью зерна и многообразие процессов, которые могут происходить в муке, вызывают необходимость тщательного наблюдения и ухода за ней в хранилищах.

Наиболее изучены процессы, происходящие в муке из пшеницы. Они во многом типичны и для муки, вырабатываемой из зерна других культур.

Переход к бестарным перевозкам и хранению муки потребовал дополнительного изучения различных свойств муки и протекающих в ней процессов.

С точки зрения влияния на потребительские достоинства муки все происходящие в ней при хранении процессы можно разделить на две группы: положительные и отрицательные.

К положительным процессам, происходящим в муке при хранении отно-

сят такие, которые способствуют улучшению качества муки, и в первую очередь ее хлебопекарных свойств. В результате этих процессов становится возможным приготовить лучший по качеству печеный хлеб, иногда даже в большем количестве на единицу веса муки, то есть с большим выходом.

Совокупность положительных процессов протекающих в пшеничной муке при хранении, способствующих повышению ее технологических достоинств, называют ее **созреванием**. Период времени, в течение которого в муке происходят биохимические процессы, способствующие созреванию муки и повышению ее качества, называют **отлежкой**.

В процессе производства хлебобулочных изделий, было установлено, что приготовленные из созревшей муки продукты имеют лучшие показатели качества, чем продукты из свежесмолотой муки. Эти продукты имели увеличенный объемный выход и отличались хорошей структурой мякиша. Мякиш хлеба из созревшей муки имел более светлую окраску, чем мякиш хлеба из свежесмолотой муки. Это происходит вследствие улучшения коллоидных свойств составных частей муки (ее белков и углеводов) и увеличения их водопоглотительной способности; кроме того, при созревании мука белеет.

К отрицательным процессам, протекающим в муке при хранении, относят такие, которые приводят к потерям в весе сухих веществ муки и снижению ее качества.

Отсутствие контроля и несвоевременное принятие мер, приостанавливающих развитие нежелательных процессов при хранении муки, может привести муку в непригодное, для производства пищевых продуктов состояние.

К отрицательным процессам, протекающим в муке при хранении относят: прогоркание, прокисание, заплесневение, развитие вредителей (насекомых и клещей), самосогревание, слеживание и перезревание.

При умелом хранении, систематическом контроле и своевременной реализации муки, ее можно полностью убечь от развития в ней нежелательных

процессов.

Следует отметить, что природа протекающих в муке процессов при хранении, весьма различна. В процессе хранения кроме физических, в муке протекают явления химического, биохимического и биологического порядка.

Изучение различных процессов, происходящих в муке при хранении, показало, что возможность и интенсивность их развития во многом зависят от одних и тех же условий: исходных качеств муки перед закладкой ее на хранение, влажности муки, температуры воздуха в хранилище, доступа воздуха к муке, технического и санитарного состояния хранилища и способов размещения муки в хранилище.

Выполняя правила хранения муки, разработанные на основе изучения теории и практики хранения, можно полностью предотвратить развитие в ней многих нежелательных процессов. Так могут быть совершенно устранены условия, благоприятствующие развитию микроорганизмов, попаданию в муку клещей и насекомых, слеживанию и самосогреванию муки. В значительной степени может быть также ослаблено развитие таких процессов, как газообмен, прогоркание и перезревание. Наоборот, для улучшения хлебопекарных качеств муки могут быть созданы условия, способствующие процессу созревания муки и улучшению ее качества.

**Дыхание муки при хранении.** Процесс дыхания муки аналогичен дыханию зерна, он также сопровождается выделением тепла и углекислого газа. Интенсивность дыхания муки также зависит от ее влажности и доступа воздуха.

В процессе размола зерна на мельнице, во время движения промежуточных продуктов по системам и в первый период хранения муки всегда наблюдается довольно сильный газообмен между ее частицами и воздухом. Наличие газообмена подтверждается и уменьшением содержания кислорода в воздухе, находящемся в массе хранящейся муки, и накоплением в ней углекислого газа.

Газообмен в муке сразу после ее получения на мельнице и через месяц

хранения изучали Н. И. Соседова и А. П. Прохоров. Из полученных ими данных следует также, что мука второго сорта, содержащая больше периферийных частиц зерновки (в том числе и зародышей), дышит более интенсивно, чем мука первого сорта, которая содержит меньше периферийных частиц.

Изучаемый и контролируемый в муке газообмен был следствием: дыхания частиц муки; дыхания микроорганизмов; химических окислительных процессов (окисления каротиноидных пигментов, жира, углеводов).

Частицы муки состоят из клеток зерна, все еще не потерявших своих жизненных функций, поэтому в процессе размола и в первый период хранения эти частицы дышат. Увеличение суммарной активной поверхности частиц муки (на единицу массы), получаемой в результате размола, по сравнению с суммарной активной поверхностью зерна и доступ к ним кислорода воздуха значительно усиливают их газообмен.

В первый период хранения муки, особенно выработанной из свежубранного зерна, наблюдается также и активное дыхание клеток микробов. В результате такой активности накапливаются тепло и влага, которые, в свою очередь, отрицательно влияют на сохранность продукта. При повышенной температуре свежемолотой муки (20 °С и выше) и влажности от 14,5 до 15,5 % процессы дыхания могут привести к самосогреванию и слеживанию, если не принять необходимых мер.

Таким образом, дыхание муки – ее газообмен – происходит в каждой партии. Для предотвращения развития нежелательных процессов в муке (самосогревания, слеживания и тому подобное) необходимо принимать меры для сокращения в ней газообмена. Этого достигают охлаждением муки после выбоа и соблюдением режимов ее хранения.

**Созревание муки.** Наиболее сложным процессом из наблюдаемых в пшеничной муке при хранении является ее созревание, которое обычно в той или иной степени происходит в каждой партии. В одних партиях это созрева-

ние проявляется лишь в **побелении** муки и очень слабом улучшении ее хлебопекарных качеств, а в других – приводит к заметному улучшению этих качеств. По истечении какого-то периода хранения в муке происходит практически необратимое ухудшение хлебопекарных свойств.

В результате многолетних наблюдений, а также специальных опытов по хранению партий муки в производственных условиях и образцов муки в лабораториях, была установлена следующая закономерность.

Хлеб, выпеченный из свежесмолотой муки, то есть сразу после ее получения на мельницах, часто имеет пониженные показатели: объемный выход, пористость, цвет и другие. Особенно это заметно в осеннее время, когда для приготовления хлеба используют свежесмолотую муку из зерна урожая текущего года. Такая мука часто дает мажущееся, липкое, расплывающееся тесто, которое связывает при замесе пониженное против нормы количество воды. Хлеб, выпеченный из такого теста на поду, получается плотным и малопористым, расплывшимся, низким, с коркой, покрытой мелкими трещинами.

Хлеб, выпеченный из той же муки, но прошедшей отлежку, имеет лучшие показатели. Продолжительность созревания зависит от условий хранения муки, а также от исходных хлебопекарных качеств зерна, из которого она была получена.

Хлеб, выпеченный из муки, пролежавшей длительное или даже небольшое время, но при неблагоприятных условиях, обладает пониженными качествами. Таким образом, мука как бы перезревает. Период, с которого начинается ухудшение хлебопекарных свойств муки, также зависит от условий хранения. Также для оценки процесса созревания муки контролируют изменение цвета муки при хранении.

**Улучшение цвета муки (побеление).** Внешне созревание муки обычно прежде всего проявляется в ее побелении. При визуальном наблюдении отмечается, что в начальный период хранения пшеничная мука становится более

светлой, чем она была при выбое на мельнице. Это было затем подтверждено при использовании прибора Пекара, при исследовании цветности вытяжек пигментов, а затем и при помощи цветомеров.

Как известно, цвет муки зависит главным образом от количества и состава пигментов, содержащихся в зерне и перешедших в муку при размоле. Кроме того на цвет влияют степень измельчения зерна и посторонние включения.

Основную массу пигментов зерна составляют каротин и ксантофил, свойства которых достаточно изучены. Известна, например, способность каротина к окислению и в результате этого к обесцвечиванию (образованию дериватов каротина).

Мука становится более светлой лишь в случае доступа к ней кислорода. В газовых средах, не содержащих кислорода, а также в безвоздушном пространстве мука не белеет. Экспериментально установлено, что чем больше доступ воздуха к муке, тем быстрее идет ее побеление, это отмечается и при искусственном продувании муки воздухом для ускорения ее созревания. Интенсивное окисление муки происходит и при ее перемещении пневматическим транспортом и хранении в специальных силосах.

#### **Изменение титруемой кислотности и кислотного числа жира муки.**

Если мука хранится при температурах выше 10-15 °С, в ней наблюдается нарастание титруемой кислотности и увеличение кислотного числа жира. Это происходит в результате изменений в составе веществ муки под действием ферментов или микроорганизмов. Так титруемая кислотность растет в результате образования фосфорной кислоты и кислых фосфатов при ферментативном распаде фитина; накопления органических кислот, образующихся при расщеплении углеводов под действием микроорганизмов; накопления свободных жирных кислот, образующихся при расщеплении жира под действием липазы. Последнее приводит и к увеличению кислотного числа жира.

Интенсивность всех этих процессов возрастает с повышением влажности

и температуры муки.

При хранении муки без явных признаков порчи титруемая кислотность увеличивается почти исключительно в результате расщепления жира муки на составные компоненты (жирные кислоты и глицерин).

Накопление свободных жирных кислот в хранящейся муке можно проследить по увеличению кислотного числа жира и подтвердить многочисленными экспериментами. Так в муке, выработанной из зерна нормального качества, кислотное число жира находится в пределах от 15 до 20. Оно увеличивается в период хранения и может достигнуть от 50 до 60 и более. Соответственно растет и титруемая кислотность.

Ниже приведены данные Н. П. Козьминой об увеличении кислотного числа жира в муке при хранении в зависимости от температурных условий.

Закономерное изменение титруемой кислотности муки и кислотного числа жира муки при хранении позволяет использовать эти показатели для характеристики степени свежести муки и отчасти для установления ее возраста (то есть продолжительности хранения). Мука с высокой кислотностью и высоким кислотным числом жира признается несвежей, она, как правило, имеет пониженные хлебопекарные качества или даже бывает совсем непригодна для хлебопечения.

Установлено также, что при хранении муки заметно возрастает и перекисное число жира. При этом незначительно снижается общее содержание жира и его йодное число.

**Изменение свойств клейковины при созревании муки.** Созревание пшеничной муки, описанное ранее, в основном, определяется изменениями свойства клейковины. При нормальных условиях хранения, когда нет явного воздействия на муку микроорганизмов, клейковина претерпевает закономерные изменения: сначала студень ее из слабого становится более плотным и эластичным; в дальнейшем уменьшается способность муки поглощать при за-

месе теста воду, а клейковина становится очень упругой и крошащейся, то есть избыточно сильно.

В партиях муки, обладающих слабой клейковиной, эти изменения повышают хлебопекарные качества муки: меньше расплывается тесто, улучшается внешний вид хлеба, увеличивается его объемный выход, пористость мякиша и тому подобное. Напротив, в муке, содержащей сильную клейковину, даже сравнительно кратковременное хранение (один-четыре месяца) может сопровождаться ухудшением ее хлебопекарных свойств.

Изучению изменений, происходящих с клейковиной при хранении пшеничной муки, посвящено много исследований как в нашей стране, так и за рубежом. Обобщая многочисленные данные в этой области, можно считать доказанным, что изменения, происходящие с клейковиной, являются следствием двух основных воздействий: непредельных жирных кислот, образующихся в муке в результате гидролиза жира; окислительных процессов, происходящих в муке. Как показали исследования Н. П. Козьминой и ее сотрудников, добавление олеиновой или линоленовой кислоты в тесто при замесе и последующем отмывании клейковины резко изменяет свойства последней. Под влиянием различных доз кислоты, например олеиновой, клейковина муки переходит из одного состояния в другое; слабая приобретает эластичность, а обладающая хорошей эластичностью превращается в очень упругую и короткорвущуюся.

Свободные непредельные жирные кислоты, и среди них больше всего олеиновая, появляются в хранящейся муке в результате ферментативного гидролиза жира. Накопление в муке этих жирных кислот и приводит к изменению свойств клейковины. Это подтверждается тем, что если муку после хранения обезжирить, то исходные свойства клейковины восстанавливаются в значительной степени.

Таким образом, хлебопекарные качества муки изменяются в зависимости не только от условий хранения, но и от исходных свойств клейковины. В муке с

исходной слабой клейковиной по мере хранения, гидролиза жира и накопления свободных непредельных жирных кислот коллоидные свойства клейковины будут улучшаться, то есть будет наблюдаться типичный процесс созревания.

Окислительные процессы являются второй, не менее важной причиной, вызывающей изменение свойств клейковины пшеничной муки при хранении. В общем виде это представлялось так. При обычном хранении кислород воздуха, имея доступ к муке, окисляет активаторы протеолиза и переводит их в неактивное состояние. В результате этого при образовании теста уменьшается протеолиз и клейковина остается упругой.

Последние исследования ученых показывают, что клейковина укрепляется в результате окисления сульфгидрильных групп, являющихся важным компонентом белково-протеинового комплекса муки. При этом в муке возрастает активность липазы и липоксидазы, снижается содержание сульфгидрильных групп и активность протеазы, но заметно увеличивается резистентность белков.

Значение окислительных процессов при созревании можно показать, добавив к свежесмолотой муке ничтожное количество бромата калия ( $KBrO_3$ ) - тысячные доли процента от веса продукта. В результате получится клейковина, как бы прошедшая созревание. Такой же эффект получается при отбелке муки различного рода окислителями.

Следует также иметь в виду, что окислительные процессы существенно влияют и на липидную фракцию муки. Установлено, что окисленные до перекисных соединений жирные кислоты в большей степени влияют на изменение свойств клейковины, чем неокисленные.

Таким образом, чем лучше с точки зрения нужд хлебопечения коллоидные свойства клейковины муки, поступающей в хранилище, тем в меньшей степени проявляется процесс ее созревания.

Если условия хранения способствуют большой степени гидролиза жира

или большому окислению муки, то клейковина избыточно укрепляется и наблюдается своего рода перезревание муки. При хранении в условиях положительной температуры это явление значительно раньше наступает в муке с хорошими исходными качествами клейковины и много позднее в муке со слабой клейковиной.

В меньшей степени изучены изменения, происходящие с углеводноамилазным комплексом муки при хранении. Отмечено снижение величины показателей ее сахаро- и газообразующей способности.

Объяснение этому находят в снижении ферментативной атакуемости крахмала вследствие уплотнения его мицеллярной структуры, а также снижения активности амилаз.

**Продолжительность процесса созревания муки.** Данные об оптимальных сроках хранения муки и времени, которое необходимо для завершения в ней процессов созревания, весьма различны. По мнению одних авторов, созревание муки продолжается от 1,5 до 4 месяцев, по данным других – всего от 1 до 2 недель, по мнению третьих – от 6 месяцев до 2 лет. Такие противоречия являются следствием того, что определяемые сроки относят к муке различного исходного качества, хранившейся в неодинаковых условиях и имеющей различные свойства клейковины.

Можно считать доказанным, что продолжительность процесса созревания зависит в основном от исходных свойств клейковины и от температурного режима хранения муки.

Созревание муки заканчивается значительно быстрее в условиях ее хранения при температуре от 25 °С до 45 °С. Наоборот, понижение температуры замедляет этот процесс, а температуры ниже 0 °С, по некоторым данным, останавливают его.

Знание природы процессов, происходящих при созревании муки, позволяет управлять ими. Так снижением температуры можно задержать или при-

остановить процесс созревания и не допустить перезревания муки. Партии муки со слабой клейковиной, студень которой необходимо укрепить, наоборот, должны быть выдержаны в первый период хранения при более высоких температурах (20-25 °С в сухих складах). Эти партии при всех прочих равных условиях хранения должны получать больший срок отлежки до отгрузки их в систему хлебопечения.

Муку, обладающую хорошими хлебопекарными качествами и упругой клейковиной, следует отгружать предприятиям хлебопечения в первую очередь. Повышенные температуры (25 °С и выше) приводят к ее быстрому перезреванию.

С переходом на бестарное хранение и перевозки муки управление процессами созревания приобретает особое значение. Мука в короткий срок может пройти период искусственного созревания и быть сразу отгружена с мельницы на хлебозавод. Так, по данным ВНИИЗ, аэрирование муки в силосах воздухом при температуре 25 °С в продолжение 6 ч и удельном расходе воздуха 1-2 м<sup>3</sup> в час на 1 т муки дает хорошие результаты. Недостаточный или увеличенный срок аэрирования снижает эффект.

Таким образом, длительное хранение муки (в течение многих месяцев, года и более) без понижения ее хлебопекарных качеств возможно, если она хранится при низких температурах, приближающихся к 0 °С.

**Прогоркание муки при хранении.** Причиной прогоркания муки является в первую очередь повышенная температура хранения (20-25 °С и выше). При прогоркании муки в ней нередко появляется горький вкус и запах испорченного масла, что является следствием окисления липидов муки.

На прогоркание муки в процессе хранения, оказывает влияние в первую очередь исходные качества сырья. Также прогоркание муки зависит доступа воздуха, температуры хранения, влажности, доступа солнечного света и выхода муки.

Рассмотрим значение каждого из этих условий:

**Исходные свойства муки.** Мука, полученная из зерна с различными исходными свойствами, по-разному выдерживает длительное хранение. Так, мука, выработанная из партий зерна, подвергавшихся самосогреванию, содержащих проросшие и морозобойные зерна, прогоркает значительно быстрее, чем мука из зерна нормального качества и состояния. Объясняется это тем, что в партиях зерна с отмеченными дефектами содержится значительно больше свободных жирных кислот, активная липаза и липоксидаза.

В специально проведенном нами опыте первые признаки прогоркания в муке (из самосогревшегося зерна, зерна проросшего и морозобойного) появились уже на третий месяц хранения при температуре 35 °С и на четвертом-пятом месяце при температуре 20 °С. Мука, выработанная из зерна нормального качества, хранилась без малейших признаков прогоркания шесть-восемь месяцев. Это положение теперь хорошо известно в практике хранения.

Таким образом, на длительное хранение необходимо закладывать партии муки, устойчивые против прогоркания, то есть выработанные из зерна нормального качества.

**Доступ воздуха к муке.** Во всех случаях при обычных способах хранения муки (в складах) доступ воздуха к ней всегда бывает достаточным для того, чтобы вызвать окисление и прогоркание жира муки. Уплотнение муки, наблюдаемое в нижних мешках штабеля, процессов прогоркания не останавливает. Только исходные свойства муки и пониженные температуры воздуха в складе препятствуют развитию этого процесса. Если в виде опыта хранить муку в инертных средах (азот и тому подобное) и в вакууме, она не прогоркает.

**Температура хранения муки.** Как уже говорилось, повышенная температура хранения муки способствует развитию различных окислительных и гидролитических процессов. Наиболее интенсивно эти процессы протекают при температуре от 30 до 35 °С. Поэтому прогоркание муки чаще всего отмечается

в теплых регионах нашей страны.

**Влажность муки.** В отличие от всех других процессов, происходящих в муке, увеличение содержания влаги в ней не активизирует, а тормозит окисление и прогоркание жира. При всех прочих равных условиях хранения этот процесс наиболее интенсивно протекает в более сухой муке.

Так, по наблюдениям Н. И. Соседова (ВНИИЗ), пшеничная мука I и II сортов 78 %-ного выхода влажностью 12, 13 и 14 % после четырех месяцев хранения при температуре 30 °С начала прогоркать и к концу шестого месяца стала совершенно прогорклой. В той же муке влажностью 15 и 16 % при тех же условиях и сроках, хранения не было обнаружено признаков прогоркания. Во всех образцах этой же муки, хранившейся при более низких температурах (-10, +10 и +20 °С), признаков прогоркания также не было обнаружено.

Задержка процесса прогоркания в муке с большей влажностью при довольно высокой положительной температуре объясняется тем, что влага затрудняет доступ кислорода к жиру. Однако, учитывая значение влажности при развитии микробиологических процессов, нельзя путем получения более влажной муки бороться с ее прогорканием. Сохраняя, таким образом продукт от прогоркания, он подвергается не меньшей опасности порчи в результате развития микроорганизмов.

**Солнечный свет.** Под действием солнечных лучей ускоряется процесс окисления жира и прогоркания муки. Однако это условие не имеет существенного значения при хранении муки в складах и силосах, где она бывает защищена от действия солнечных лучей.

**Выход муки.** Также в процессе хранения отмечено, что обойная мука прогоркает значительно медленней, чем сортовая. Такая особенность объясняется тем, что обойная мука содержит зародыш, в котором содержатся особые антиокислительные вещества замедляющие прогоркание.

На первых этапах прогоркания в пшеничной муке образуется горечь,

ощущаемая на вкус, и уже значительно позднее появляется прогорклый запах. На начальном этапе прогоркания муку можно использовать получения хлеба нормального качества. На последующих стадиях в хлебе, выпеченном из такой муки, остается горький привкус.

Поэтому появление первых признаков горечи и резкое повышение кислотного числа жира в муке служат сигналом к необходимости срочного ее использования.

**Развитие клещей и насекомых в муке при хранении.** Развитие вредителей в муке при хранении недопустимо. Мука с признаками заражения считается нестандартной и не может быть использована для производства хлеба без предварительного обеззараживания. Передача партий зараженной муки предприятиям приводит к заражению складских помещений, перевозочных средств и тары.

Вредители не только уничтожают (поедают) муку, но и загрязняют ее своими экскрементами и телами, удалять которые крайне затруднительно. Исключение составляют крупные личинки большого мучного хрущака и гусеницы некоторых бабочек, легко выделяемые при просеивании.

Также развитие вредителей хлебных запасов изменяет физические свойства муки. В частности, может быть потеряна сыпучесть муки, а интенсивное развитие может способствовать процессу самосогревания.

Полностью ликвидировать зараженность муки, тары, транспортных средств и склада можно только при помощи газовой дезинсекции.

#### **Микробиологические процессы, протекающие в муке при хранении.**

Микроорганизмы имеются в муке всегда в большом количестве, поэтому развитие микробиологических процессов в муке недопустимо, так как это всегда приведет к ее порче. Интенсивное развитие микроорганизмов в муке при хранении, обусловлено ее доступностью как питательной среды для основных видов. Поэтому условия хранения муки должны предупреждать развитие в ней

микробиологических процессов.

Микроорганизмы попадают в муку из зерна. Поэтому при переработке может быть обсеменение как сапрофитной, так и патогенной микрофлорой.

Содержание микроорганизмов в свежесмолотой муке зависит от:

- содержания их в зерновой массе, из которой получена мука;
- степени и характера очистки зерновой массы перед размолом;
- выхода муки.

Установлено, что в случае применения на мельнице только методов сухой очистки зерна перед помолом количество содержащихся микроорганизмов в муке всегда будет меньше, чем в зерновой массе, из которой выработана эта мука. В свою очередь, чем меньше выход муки, тем меньше в ней микробов. Наиболее богаты микробами отруби и наименее мука высшего и первого сортов. Во всяком случае, численность микроорганизмов в муке исчисляется в тысячах, десятках тысяч, а иногда и сотнях тысяч в 1 г.

Существенное снижение обсемененность зерна микроорганизмами обеспечивает мойка зерна перед помолом. Однако следует отметить, что общая обсемененность зерна может резко возрасти, если после мойки затянуть процесс отволаживания и кондиционирования.

При нормальных условиях хранения муки, когда влага в ней распределена относительно равномерно, жизнедеятельность микроорганизмов проявляется в весьма ограниченной степени и численность микрофлоры даже постепенно снижается. Однако достаточно увеличить влажность муки до 16-17 % или допустить миграцию влаги в ней в результате резкого перепада температур, как сразу же становится возможным активное развитие микроорганизмов.

В практике хранения перепады температур в муке наблюдаются при укладке теплой муки на холодные каменные, асфальтовые или бетонные полы. В этом случае создаются предпосылки для активного развития микроорганизмов в первом ряду мешков штабеля, по стороне, прилегающей к полу. Воз-

можны также перепады и при бестарном хранении.

В отличие от зерновых масс в муке трудно установить какую-либо закономерную последовательность в развитии микроорганизмов и смене одних форм другими. Большая доступность частиц муки действию различных микробов приводит к тому, что микробиологические процессы в ней могут начинаться как с развития плесневых грибов, так и с развития бактерий.

Различают следующие виды порчи муки при хранении под действием микроорганизмов: плесневение, прокисание и самосогревание.

**Плесневение муки.** Плесени обычно развиваются в муке, прилегающей к ткани мешка, и являются следствием увлажнения муки или мешка. Возможно появление активных очагов и по стенке силоса (при бестарном хранении).

Процесс плесневения довольно быстро распространяется по всей массе муки. Это объясняется пониженной требовательностью мицелия плесневых грибов к влажности по сравнению с их спорами; если созданы благоприятные условия для прорастания спор, то в дальнейшем мицелий может развиваться и при более низкой влажности муки.

Развитие плесневых грибов сопровождается увеличением влажности муки и даже повышением величины ее равновесной влажности. Последняя у заплесневевшей муки превышает равновесную влажность муки нормального качества на 1-2 %. Понятно, что и это способствует дальнейшему распространению очага плесневения.

Рыхлость муки и наличие в ней запаса воздуха позволяют мицелию плесневых грибов проникать во внутренние части муки в мешке или в силосе.

Плесневение муки - явление резко отрицательное. Оно сопровождается образованием специфического затхлого запаха. Степень устойчивости этого запаха и передачи его печеному хлебу зависят от интенсивности и продолжительности воздействия плесеней на муку. Начальные стадии плесневения характеризуются образованием легкого затхлого запаха, который улетучивается

из хлеба при его выпечке.

При сильном развитии процесса плесневения затхлый запах сохраняется в печеном хлебе, что делает и муку, и хлеб явно дефектными продуктами.

Процесс плесневения, кроме того, существенным образом влияет на химический состав муки, ее микрофлору и пластические свойства теста. Установлено, что при плесневении мука темнеет, содержание в ней белков снижается и одновременно увеличивается процент водорастворимых азотистых веществ, скачкообразно меняется кислотность, возрастает упругость клейковины и тому подобное. Не исключена и возможность образования микотоксинов.

Нормальное содержание спор плесневых грибов колеблется в пределах от 0,1 до 1,0 тыс. на 1 г. В результате активного развития их численность возрастает в десятки и сотни раз. При этом резко сокращается количество *Bact. herbicola*.

Изучение видового состава плесеней при плесневении муки показало, что в этом процессе наибольшее значение имеют плесени из рода *Penicillium* и меньшее – из рода *Aspergillus*.

**Прокишение муки** – это процесс, сопровождающийся появлением специфического кислого вкуса и запаха в муке и значительным повышением ее титруемой кислотности.

Прокишение происходит в результате развития в муке кислотообразующих бактерий, сбраживающих содержащиеся в ней сахара. Процессы прокишения муки протекают внутри массы, в то время как плесневение снаружи.

Процесс прокипания муки сопровождается одновременным развитием двух групп бактерий: крахмалоразлагающих и кислотообразующих. Первые разлагают крахмал до сахара, а вторые – сбраживают появившиеся сахара в различные органические кислоты. Летучесть некоторых образующихся органических кислот и приводит к появлению «кислого» запаха. При просеивании такой муки часть кислот улетучивается, и запах становится менее ощутимым.

Крахмалоразлагающие и кислотообразующие бактерии входят в типичный состав микрофлоры муки. Следовательно, если нарушаются режимы хранения муки, процесс прокисания может получить развитие в любой партии.

**Самосогревание муки** – протекает подобно самосогреванию зерновой массы и также сопровождается выделением тепла. Тепло образуется в муке в результате реакций газообмена между клетками частиц муки и воздухом, дыхания развивающихся в муке микроорганизмов и дыхания клещей и насекомых.

Решающее значение в образовании тепла в массе муки, как и в массе зерна, имеют микроорганизмы. В самосогревавшейся муке всегда остаются следы развития микроорганизмов – продукты распада их жизнедеятельности, повышенное содержание спорообразующих бактерий и тому подобное.

Если не принять действенных мер борьбы против самосогревания, температура в массе муки (особенно в мешках, находящихся внутри штабеля) иногда достигает от 50 до 60 °С и продукт может быть совершенно испорчен. Мука приобретает затхлый или кислый запах, теряет сыпучесть и хлебопекарные качества.

Толчком к развитию процессов самосогревания служат: повышенная влажность муки (15,5-16,0 %), неравномерное распределение влаги в муке и укладка мешков свежесмолотой муки в вагоны или большие штабеля без достаточного охлаждения после выбоа.

При правильной организации хранения муки всегда удастся избежать случаев ее порчи в результате развития микроорганизмов.

**Уплотнение и слеживание муки.** В процессе хранения муки независимо от способа наблюдается уплотнение ее массы, при котором теряется ее сыпучесть, это явление получило название **слеживания**.

Однако более правильно структурные изменения массы муки дифференцировать и различать как **уплотнение и слеживание**.

**Уплотнение** – это естественный физический процесс, происходящий в массе любой муки или зерна. Он заключается в том, что мука, составляя рыхлую массу, с течением времени, особенно в первый период после выбоа, под влиянием собственного веса уплотняется. Подобный процесс нормального уплотнения наблюдается во всех продуктах и материалах, имеющих в той или иной мере свойство сыпучести.

В результате уплотнения мука не утрачивает характерных для нее сыпучих свойств и свободно высыпается из мешка или силоса при его опорожнении.

Степень уплотнения муки в зависимости от места нахождения мешка в штабеле и емкости силоса (то есть масса, под давлением которой он находится), продолжительности хранения без перемещения и особенности качества может быть различной.

**Слеживание** – это уплотнение, переходящее в слеживание при неблагоприятных условиях. При этом происходит резкое уменьшение сыпучести муки. Высыпаемая мука не идет рассыпчатой массой, а вываливается большими комками, для разрушения которых требуется приложить определенное усилие. При особо неблагоприятных условиях хранения слеживание сопровождается образованием сплошной глыбы муки (монолита).

Слеживание наблюдается при длительном хранении муки в штабелях, когда не производится периодической перекладки мешков.

На слеживание большое влияние оказывает влажность муки. Мука с влажностью 15 % слеживается быстрее и в наибольшей степени. При нормальном хранении муки влажностью 10-12 % в течение довольно длительного срока (от шести месяцев до года) явление слеживания не наблюдается даже в нижних мешках штабеля. В муке влажностью 14–15 % слеживание может наступить через три-четыре месяца. Подсыхание слежавшейся влажной муки значительно увеличивает прочность ее комков.

Также необходимо отметить, что излишняя влага, содержащаяся в муке,

может замерзать при пониженных температурах, что также вызывает потерю ее сыпучести. При всех равных условиях хранения мука сортового помола значительно быстрее слеживается, чем мука обойного помола.

Слежавшаяся мука, если одновременно в ней не происходит других неблагоприятных процессов, после разрыхления ничем не отличается от муки нормального качества. Однако явление слеживания муки нежелательно, так как вызывает необходимость ее разрыхления тем или иным способом, что вносит дополнительные затраты в производство.

Также в процессе разрыхления будет протекать дополнительное аэрирование муки, а это будет способствовать протеканию различных процессов, в том числе и процессу созревания. [[2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [10](#)].

## **2.2 Процессы, протекающие в крупах при хранении**

Процесс производства круп сопровождается дроблением ядра и удалением оболочек, поэтому получаемая крупа более подвержена воздействию микроорганизмов и ВХЗ, а также условиям хранения, чем целое зерно. При хранении крупы снижается ее качество, и появляются посторонние запахи (амбарный, плесневый, затхлый и т.п.). Некоторые данные показывают, что при длительном хранении несколько уменьшается развариваемость круп из гороха, ячменя и кукурузы.

Отрицательные процессы, протекающие в крупах при хранении наблюдаются во всех крупах. Так в них возможно активное развитие микроорганизмов, насекомых и клещей. Крупы с содержанием значительного количества жира (из овса, проса и кукурузы) прогоркают при длительном хранении и неблагоприятных условиях хранения.

Так как крупы не имеют оболочки, а некоторые еще и раздроблены, они более доступны воздействию различных микроорганизмов, клещей и насекомых, чем зерно. Увлажнение крупы в результате ее сорбционных свойств, способствует развитию микробов, насекомых и клещей и приводит к потере в весе, образованию специфических запахов (плесневого, затхлого, клещевого и тому подобное) и к общему понижению качества. В крупах, сохранивших значительную часть структуры зерновки, плесени прежде всего развиваются в зоне зародыша. Для всех круп характерно нарастание кислотного числа жира, которое зависит от многих условий: качества зерна, из которого выработано, методов выработки, влажности, температуры воздуха в хранилище и доступа воздуха к крупе.

Экспериментально доказано, что крупа, выработанная из зерна нормального качества, более устойчива при хранении; как и в муке, в такой крупе распад жира идет медленнее, чем в крупе, выработанной из партий, содержащих дефектные зерна (проросшие, заплесневевшие, подвергавшиеся самосогреванию и тому подобное). Введение в технологический процесс выработки крупы такого приема, как пропаривание, стабилизирует кислотное число жира и задерживает прогоркание. В процессе пропаривания достигается инактивация липазы и липоксидазы, что в значительной степени предотвращает не только гидролиз жира, но и образование в крупах продуктов, придающих им горький запах и вкус.

Повышение влажности крупы и температуры воздуха в складе снижает стойкость ее при хранении.

Так, по наблюдениям Н. И. Соседова и В. А. Швецово́й, товарное пшено влажностью 13,5 и 14,2 % при температуре 10 °С хранилось нормально в течение 100 дней. За это время лишь незначительно повысилось кислотное число жира. Явлений прогоркания и заплесневения не наблюдалось. С повышением температуры до 20 °С стосуточное хранение выдержали лишь образцы пшена

влажностью 13,5 %, в них только возросло кислотное число жира. Образцы влажностью 14,5 % начали плесневеть через 2 месяца, а образцы влажностью 15,3 % – примерно через месяц.

Хранение при температуре 25 °С отрицательно сказалось даже на качестве крупы влажностью 13,5 %: резко возросло кислотное число жира, и крупа стала покрываться плесенью на третьем месяце хранения. Пшено влажностью 15,3 % уже на 22-е сутки имело 73 % зерен, покрытых плесенью.

Таким образом, предельный срок хранения крупы без ухудшения качества зависит от ее исходных свойств и условий хранения. При всех равных условиях рис, перловая и гречневая крупа могут храниться более длительный срок, чем крупа из кукурузы, проса и овса.

Соблюдая наиболее рациональные режимы хранения (низкая влажность крупы – 10-12 %, своевременное охлаждение, полная изоляция от вредителей - клещей и насекомых и тому подобное) крупу можно хранить без заметного изменения ее потребительских свойств в течение нескольких лет.

Так, согласно исследованиям А. Н. Волковой, рис после семи лет хранения, перловая крупа – после пяти, пшено, ядрица и манная крупа - после трех лет хранения не потеряли продовольственных достоинств.

Результаты работы Е. Д. Казаковой и А. Н. Волковой говорят о том, что из проса после пяти лет хранения было получено пшено вполне удовлетворительного качества. Из чего можно констатировать, что крупа может быть выработана и из зерна, нормально хранившегося несколько лет.

Сроки хранения до резкого снижения качества у различных видов круп при оптимальных условиях (температуре около +20 °С и относительной влажности воздуха 55 %) составляют: Геркулес – 4 месяца, пшено – 6, овсяной – 8, рисовой и перловой – 13-15 и лущеного гороха – 17-24 месяца соответственно.

Из-за наличия в гречихе неокисляющихся жиров гречневая крупа в оптимальных условиях хранения сохраняется длительное время.

Также следует отметить, что закладки на длительное хранение наиболее пригодна крупа, выработанная из нормального здорового зерна хорошего качества. А при появлении первых признаков неустойчивости в хранении партия крупы должна быть немедленно реализована.

При применении прогрессивных методов хранения с использованием пониженных температур и низкой влажности сроки хранения крупы без заметного изменения качественных показателей могут быть значительно продлены.

### **2.3 Технология хранения муки и крупы**

Издавна хранение муки и крупы осуществляли только в таре в мешках из различных материалов (льна, кенафа, джута). На сегодняшний день для хранения больших партий муки и крупы в таре на пищевых предприятиях используют специальные склады из сборного железобетона, стены которых не обладают высокой прочностью, так как не рассчитаны на то давление, которое обычно оказывает зерно.

Затаренную муку и крупу можно хранить также в типовых зерновых складах. Но хранить их вместе с зерном не следует, поскольку загрузка и выгрузка зерна всегда происходят с выделением пыли, вызывающей загрязнение продуктов переработки зерна (муки, крупы). Стандартные тканевые мешки, используемые для перевозки и хранения хлебопродуктов, изготавливают из различных тканей – льняной, полульняной, льно-джутовой, льно-джуто-кенафной, пенько-джутовой, полипропиленовой. В прошлом мешки выпускались различных размеров и емкостей, в настоящее время они стандартные, вмещают 50 кг сортовой муки или крупы, обойной, ржано-обдирной муки, а также круп гречневой (продел), ячневой и овсяной – 45 кг. Размер мешка стан-

дартизирован: 104x52 см или 103x55 см, что позволяет эффективно использовать штабелеформирующие машины. Мешок, заполненный мукой, имеет следующие размеры: длина 81-82 см, ширина 38-41 см и толщина 20-22 см.

Для предотвращения порчи зернопродуктов, уложенных на бетонные полы склада, и для механизации погрузочно-разгрузочных работ с применением автопогрузчиков используются деревянные поддоны определенных размеров, что приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Основные размеры поддонов для мешков, мм

Размер	Для укладки мешков «тройником»		Для укладки мешков «пятериком»	
	с одной перегородкой в канале поддона	с двумя перегородками в канале поддона	с одной перегородкой в канале поддона	с двумя перегородками в канале поддона
длина	1250	1250	1500	1500
ширина	950	950	1250	1250
высота	160	140	160	140
Поддон:				
длина	1250	1250	1500	1500
ширина	950	950	1250	1250
высота	160	140	160	140
Толщина досок	30	20	30	20
Примерная масса поддона, кг	26	23	37	33

Поддоны, загруженные мешками, автопогрузчик захватывает вилочными захватами и транспортирует в склады по местам хранения, как показано на рисунке 2.1. Так мешки с продукцией укладывают вручную или с применением установок УПМ-3 и пакетформирующих установок ПЗП-45. Пакеты из мешков с мукой перед погрузкой в вагоны для максимально полного использования емкости уплотняют специальным пакетосжимателем ПС-2.



Рисунок 2.1 – Транспортировка затаренной муки на деревянном поддоне в склад для хранения

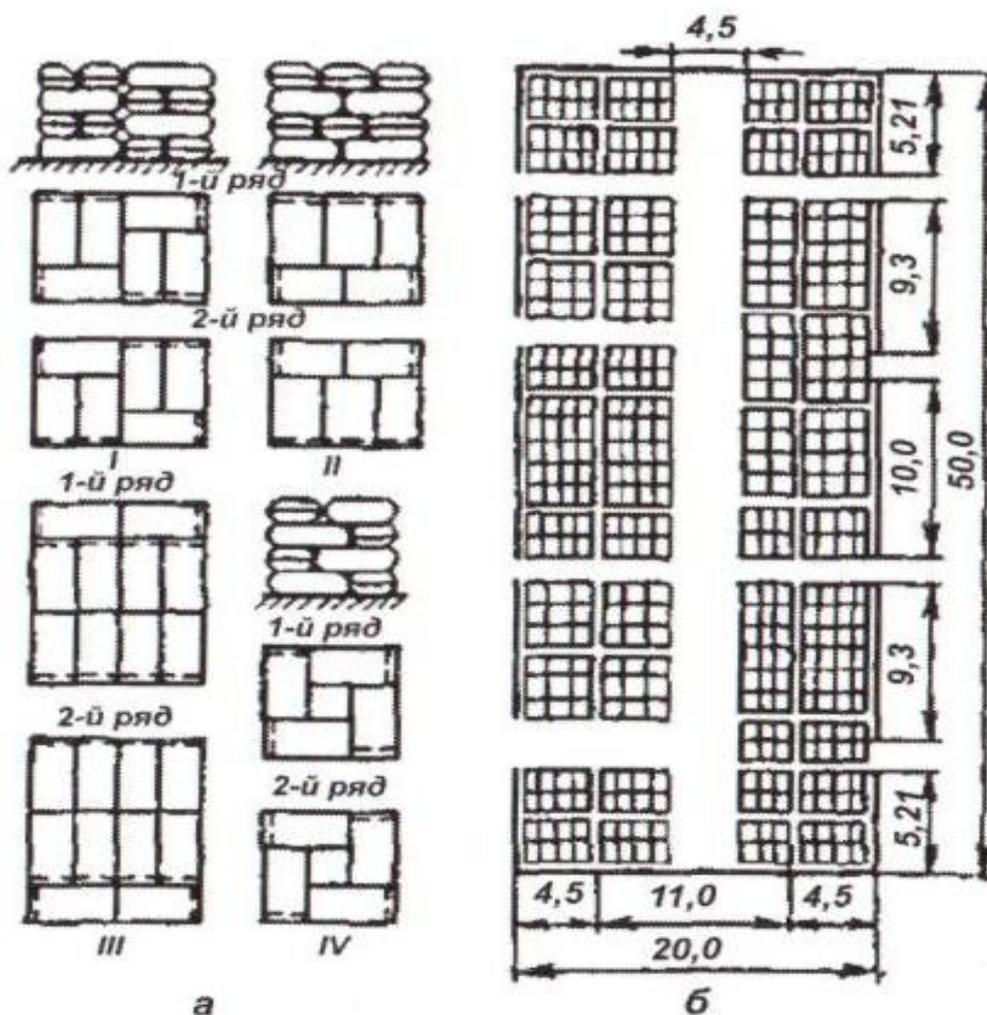
В зависимости от влажности и температурного режима в складе муку или крупу укладывают в штабеля высотой от 6 до 14 рядов мешков, а иногда и более, если позволяет механизация склада.

Если в штабеле более 10 рядов, то начиная с десятого ряда, мешки укладывают, отступив от края 0,25 м. От стен склада оставляют пространственную изоляцию не менее 0,7 м.

В середине склада для средств механизации оставляют проход шириной 2,5-4,5 м. Мешки с мукой или крупой укладывают в штабель по определенным правилам: «тройником», «пятериком» или «четвериком», как показано на рисунке 2.2.

Если мука и крупа приобрели повышенную влажность, то рекомендуется

укладка четвериком, называемая иначе сквозной. Мешки располагают следующим образом: два мешка первого ряда кладут параллельно на ребро, следующие два мешка кладут поперек на первые два, а два мешка третьего ряда кладут на вторые, и так до шести рядов. Возможна укладка мешков с мукой и крупой колодцем.



а – способы укладки мешков в штабель; б – схема укладки и размещения штабелей в складах напольного хранения; I – «трройником»; II – «пятериком»; III – «четвериком»; IV – «колодцем»

Рисунок 2.2 – Укладка мешков штабелями на поддоны в складах напольного хранения

Учитывая процессы, происходящие в муке и крупе при хранении, наблюдение за их качеством ведут по температуре, органолептическим показателям

(вкус, запах и цвет), влажности и зараженности вредителями хлебных запасов. Очень полезно при длительном хранении проверять титруемую кислотность, а в пшеничной муке – количество и качество сырой клейковины.

При длительном хранении особенно при высокой укладке штабеля, когда создается сильное давление на нижние ряды, что отмечено на рисунке 2.3, чтобы избежать слеживания, мешки нижних рядов штабеля периодически перекалывают в верхние, а из верхних рядов – в нижние.



Рисунок 2.3 – Хранение муки в таре

Мешки со слежавшейся мукой перекалывают по доскам с набитыми на них поперечными планками. В случае сильного слеживания муку просеивают. Выделенные при этом комки растирают.

Если отдельные мешки были подмочены, их необходимо немедленно отделить от остальных, муку из них высыпать, подсушить и при необходимости

просеять, затем поместить в чистые мешки. При обнаружении признаков самосогревания в муке штабель необходимо немедленно разобрать и все мешки рассортировать, отделив мешки с продукцией, имеющей нормальную температуру, от мешков, в которых обнаружено самосогревание. Мешки подверженные самосогреванию устанавливают вертикально на некотором расстоянии один от другого для охлаждения. Для более быстрого охлаждения мешки можно раскрыть и разместить в проветриваемом помещении.

Если в муке в процессе хранения происходило самосогревание, то она имеет пониженную устойчивость к хранению. Такую муку, следует хранить, укладывая в штабеля высотой не более 5-6 мешков и реализовывать в первую очередь.

При самосогревании крупы ее для охлаждения высыпают из мешков на чистые брезенты. Дробленую крупу или крупу из целого зерна можно пропустить через зерноочистительные машины.

Увлажнившуюся крупу с признаками развития плесени в процессе хранения необходимо просушить во избежание ее дальнейшей порчи.

Если в муке или крупе во время хранения обнаружены вредители хлебных запасов, необходимо принять срочные меры, предотвращающие порчу. Продукцию, зараженную вредителями, хранят в отдельных складах. Если клещи и насекомые обнаружены только на поверхности мешков, а в продукции их нет, нужно в специально отведенном месте тщательно очистить поверхность мешков метлой или травяными щетками. При заражении насекомыми и клещами муку или крупу в зависимости от характера заражения просеивают или газируют.

С наступлением холодов всю продукцию, находящуюся в складах, охлаждают, а штабеля переукладывают (верхние мешки вниз штабеля, нижние – вверх) и увеличивают число рядов мешков до предельных норм, что представлено в таблице 2.2. Весной стремятся обеспечить в складе сохранение низких

зимних температур. Склад по возможности подвергают консервации, окна и двери плотно закрывают.

Таблица 2.2 – Высота укладки мешков с мукой и крупой в штабель в зависимости от влажности, температуры и времени года

Среднесуточная температура воздуха в складе, °С	Влажность муки и крупы, %	
	до 14 % включительно, количество рядов	свыше 14 %, количество рядов
Теплое время года (температура 10 °С и выше)	10	8
Холодное время (температура ниже 10 до 0 °С)	12	10
Холодное время (температура ниже 0 °С)	14	12

В дождливую и туманную погоду, а также в особо жаркие дни, когда температура наружного воздуха выше температуры внутри склада, двери и окна склада должны быть плотно закрыты.

С повышением температуры окружающего воздуха постепенно переходят на летние режимы хранения этих продуктов.

Целесообразно для хранения продуктов переработки зерна, затаренных в мешки, использовать склады с комплексной механизацией погрузочно-разгрузочных работ.

Укладку продукции, поступающей из выбойного отделения мелькомбината или крупяного в штабели завода на хранение, производят с учетом даты ее выработки и повагонно.

Хранение муки и крупы в таре обеспечивает высокую сохранность качества продукции, однако этот способ имеет и ряд недостатков, особенно заметных при хранении крупных партий зернопродуктов:

- большая потребность в мешках в связи с недолговечностью;
- высокие затраты ручного труда на упаковку и укладку продукции при

отсутствии средств механизации;

- высокие экономические затраты на хранение;
- потери муки при опорожнении тары (100-150 г на один мешок).

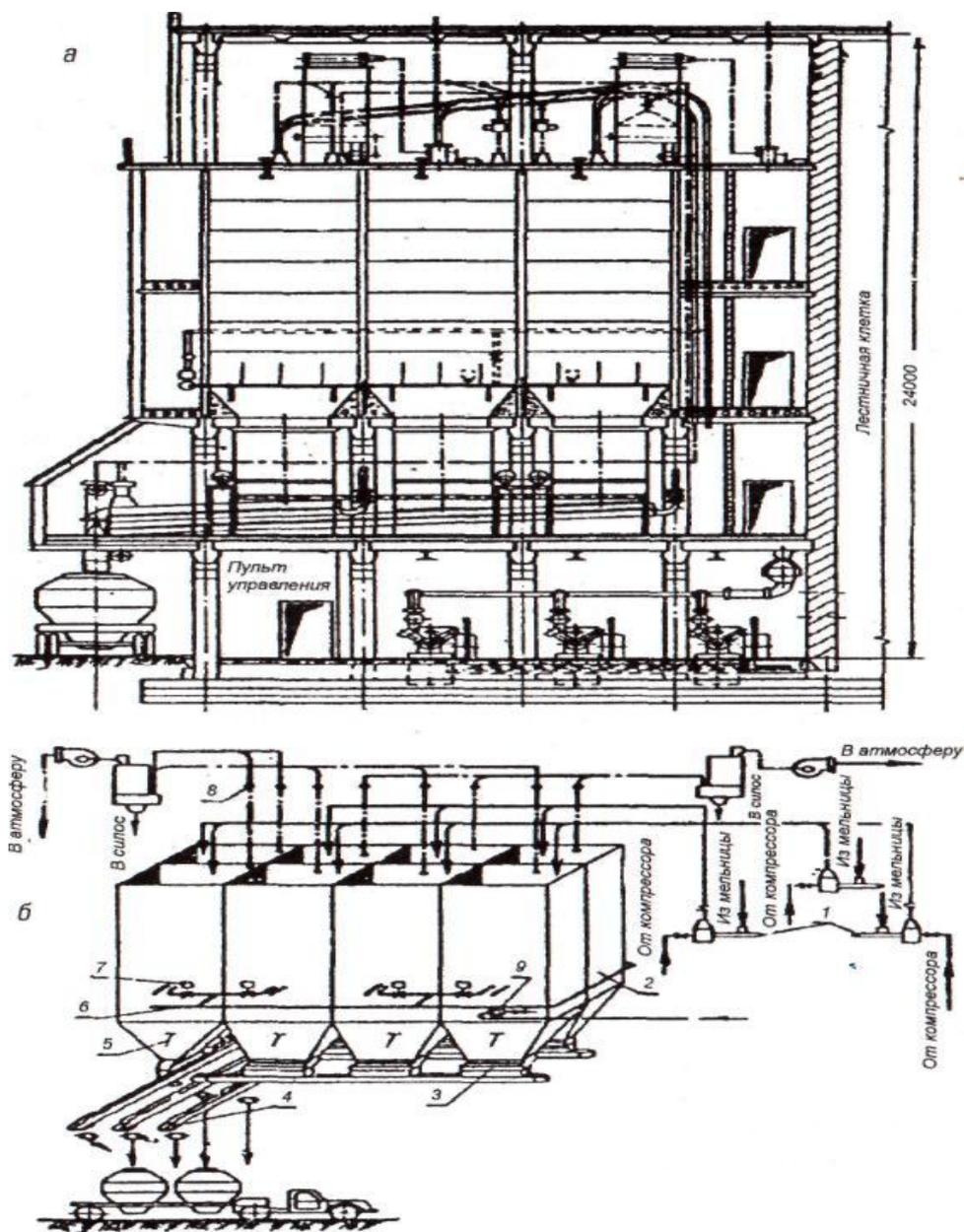
Этих недостатков лишено бестарное хранение продуктов переработки зерна в силосах большой емкости, сооруженных из железобетона или листовой и профилированной стали, как показано на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 – Бестарное хранение муки в силосах

Силосы из железобетона хорошо пропускают воздух, в них конденсируется незначительное количество водяных паров. Силосы из стали легко сооружаются, непроницаемы для атмосферной влаги, позволяют проводить их наращивание и тем самым увеличивать емкость. Однако стальные силосы имеют и ряд недостатков: высокую теплопроводность и высокую стоимость при сооружении, не обладают гигроскопичностью стен и поддаются коррозии. В связи с этим представляется перспективным возведение для хранения муки силосов из полимерных материалов, что широко применяется в практике хранения за рубежом.

Для снабжения мукой хлебокомбинатов и макаронных фабрик используют типовые склады бестарного хранения вместимостью 300 т, как показано на рисунке 2.5.



а – поперечный разрез; б – схема движения муки; 1 – шнековые питатели; 2 – силос для муки; 3 – дозаторы; 4 – цепные транспортеры; 5 – датчики уровня муки; 6 – сеть аэрации; 7 – запорные вентили; 8 – пробковые краны с электроприводом; 9 – водомаслоотделитель

Рисунок 2.5 – Типовой склад емкостью 300 т для бестарного приема, хранения и отпуса муки

Из-за низкой сыпучести муки силосы для ее хранения снабжают вибро-разгрузчиками или установками для аэрирования муки воздухом, придающими муке свойства текучести.

На склад мука поступает автомуковозами, и с помощью пневматической разгрузки и аэрозольтранспорта ее засыпают в один из восьми металлических силосов. Отпуск муки из силосов проводят одновременно в два автомуковоза с помощью шнекового питателя. Контроль за расходом муки осуществляют с помощью автоматических порционных весов.

Силосы размещают или внутри производственных корпусов мелькомбинатов и хлебозаводов, или в отдельных зданиях – цехах бестарного хранения и отпуска муки, как показано на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Бестарное хранение муки внутри производственного корпуса

На зерноперерабатывающих предприятиях в процессе переработки зерна в муку и крупу получают побочные продукты – отруби, кормовую мучку, лузгу. Эти продукты переработки зерна хранят насыпью. Склады для хранения отрубей из-за их небольшой объемной массы имеют облегченную конструкцию.

При некоторых сортовых помолах и в крупяном производстве получается кормовая мучка. При хранении она быстро слеживается, жир в ней быстро прогоркает, и кормовой продукт приходит негодность. Из-за нестойкости в хранении кормовую мучку обычно не хранят, она подлежит быстрой реализации.

Получаемая при переработке крупяных культур (гречихи, овса, проса и др.) лузга, т.е. удаленные с зерна цветочные или плодовые пленки, имеет очень малую объемную массу (около  $0,2 \text{ т/м}^2$ ) и является чрезвычайно пожароопасным продуктом. Для хранения лузги используют склады легкого типа. Их располагают на расстоянии не менее 50 м от крупяного производства и жилых построек [2, 5, 6].

## **2.4 Наблюдение и контроль за качеством муки и крупы при хранении**

В процессе хранения продукции муки и крупы в них протекают физиологические процессы, интенсивность течения которых может вызвать их порчу или полную потерю.

С целью предупреждения развития в муке и крупе в процессе хранения нежелательных процессов, с момента поступления их на склад за ними устанавливают систематический контроль. Периодичность контроля устанавливают в зависимости от условий хранения и качества поступившего продукта. В процессе хранения контролируют температуру продукции и воздуха в хранилище. Также, контролируют такие показатели, как влажность, зараженностью вреди-

телями, вкус и запах продуктов. Одним из основных показателей свидетельствующих о порчи продукта является повышение кислотности которую устанавливают по болтушке.

Контроль температуры воздуха ведут с использованием термометров, термографов, и системы электронного контроля. Температуру продукции измеряют в наружных мешках штабеля на разной высоте и в середине штабеля. Для этой цели используют термометры, заключенные в металлическую оправу.

Температуру муки и крупы измеряют периодически: в холодное время года – не реже одного раза в месяц, в теплое время – еженедельно при влажности пшеницы, крупы овсяной, кукурузной и муки овсяной и кукурузной выше 12 %, а также при влажности пшеничной и ржаной муки, крупы ячменной, ржи и гречневой свыше 14 %.

Влажность и кислотность муки и крупы определяют не реже одного раза в месяц. В партиях муки и крупы вкус, запах и зараженность вредителями хлебных запасов выявляют в зависимости от температуры продукции в сроки:

- не реже одного раза в месяц – при температуре продукции +5 °С;
- не реже одного раза в декаду – при температуре продукции выше +5 °С.

Отбирая средние образцы муки и крупы для анализов, проводят тщательный осмотр мешков с продукцией, проверяя их на зараженность вредителями, наличие поврежденности грызунами (мышами, крысами).

Результаты проверки качества и состояния муки и крупы в хронологическом порядке заносят в журнал наблюдений и штабельный ярлык.

Высокую сохранность хранящихся партий муки и крупы обеспечивает проведение комплекса несложных мероприятий, доступных практически в любом хранилище.

Проведение несложных технологических мероприятий позволит удлинить и сохранить качество хранящейся муки и крупы. К таким мероприятиям

относятся:

- проветривание складов для хранения в сухую погоду наружным воздухом с температурой ниже, чем температура в хранилище путем открывания дверей и окон;

- в осенне-зимние месяцы с наступлением похолодания проводить проветривание для постепенного охлаждения продукции;

- с наступлением весеннего потепления окна и двери склада держать закрытыми для предупреждения притока теплого, влажного воздуха в хранилище и для сохранения в продукции низких температур;

- для предупреждения слеживаяния продукции периодическое ее переукладывание. Сроки переукладки для каждой партии дифференцированы в зависимости от состояния и качества продукции, высоты укладки и продолжительности хранения.

В случае выявления в хранящейся продукции вредителей хлебных запасов, необходимо, принять экстренные меры по ее обеззараживанию. Для этого мешки с зараженным продуктом перемещают в специально выделенное помещение для дальнейшей очистки и дезинсекции. Также проводят зачистку и обеззараживание места хранения (сначала проводят механическую очистку, а затем химические способы борьбы).

При механической очистке муку обеззараживают путем просеивания на металлотканых ситах. Необходимый номер сита подбирают с учетом сортовых особенностей муки. Очищенную от вредителей муку реализуют в первую очередь, а отходы, полученные от просеивания, газируют и уничтожают. Подлежат уничтожению отходы, которые не могут быть использованы на кормовые цели.

При появлении на мешках плесени, подмочки или при повышении температуры принимают меры по своевременному устранению причин, вызвавших эти изменения. Подмоченные мешки или мешки с наличием плесени выделяют из партии и просушивают. Эту продукцию затем реализуют на различные цели

в зависимости от ее качества.

При хранении крупы в случае обнаружения очага самосогревания в первую очередь стремятся удалить из штабеля греющиеся мешки. Их тут же раскрывают и стремятся, как можно быстрее охладить естественным путем, устанавливая вертикально. Также снижают высоту штабеля до шести рядов и проветривают склад, открывая окна двери систему естественного притока воздуха. Крупу с крупным ядром для охлаждения рассыпают на брезенты, а затем пропускают через зерноочистительные машины. При необходимости крупу сушат в зерносушилках, соблюдая требуемый режим сушки. Также для охлаждения и сушки крупы может использоваться система активного вентилирования как стационарная так и мобильная [ 2 , 3 , 6].

## **2.5 Особенности хранения комбикормов**

Комбинированные корма – это продукты, полученные путем смешивания различных кормовых средств как растительного, так и животного происхождения с добавлением премиксов и добавок, все это делает их более сложными и трудными объектами хранения, чем другие продукты получаемые при переработке зерна.

Сложность хранения комбикормов обусловлена различными физическими, химическими и биологическими свойствами каждого компонента. Большинство комбикормов содержит не только несколько видов зерна, животных белков и жира (в виде рыбной, мясной, кровяной и мясокостной муки и тому подобное), травяную муку, жмых или шрот, свекловичный жом, минеральные добавки (поваренную соль, соединения кальция, костную муку и другие), но и специальные добавки в виде сложных премиксов, содержащих витамины, незаменимые аминокислоты, антибиотики, ферментные препараты, антиоксиданты

и так далее. Поэтому для правильной организации комбикормов которая позволит максимально сохранить их качество возникает необходимость изучать как изменения, происходящие при хранении в каждом из ингредиентов, так и в комплексном виде.

Кроме состава комбикорма на процесс хранения оказывает влияние технология его получения. Так прессованные комбикорма при равных условиях хранения обладают большей стойкостью к хранению, чем рассыпные. Одной из причин такого преимущества является влаготепловая обработка комбикорма в процессе гранулирования при температуре от 88 до 90 °С. Такой режим обработки комбикорма ведет к его стерилизации и гибели, большей части микрофлоры вызывающий его порчу и нежелательные процессы.

Одним из регламентирующих показателей хранения комбикормов является показатель критической влаги. Этот показатель достаточно широко варьируется в зависимости от состава комбикорма, так как его величина обусловлена набором входящих в комбикорм компонентов и их химическим составом.

Согласно данным Хейлик, Ричардсона и Клайна, уровень критической влажности изменяется достаточно широко и составляет: для костной муки – 8,7 %, люцерновой муки из листьев – 14,9 %, жмыха из семян хлопчатника – 11,5 %, шрота из семян хлопчатника – 12,8 % и так далее. В то время как критическая же влажность для различных комбикормов и сырья находится на уровне от 10 до 14,5 %.

Критическая влажность является сдерживающим фактором, которая предупреждает развитие различных химических и физиологических процессов вызывающих дестабилизацию условий хранения комбикорма. Рассматривая влияние влажности на сохранность комбикорма, необходимо отметить, что последние, обладая гигроскопическими свойствами, могут существенно изменять свою влажность. Особенно быстро этот процесс происходит в рассыпных кормах. Опыты в лабораторных условиях показали, что процесс сорбции или де-

сорбции водяных паров идет наиболее интенсивно в течение трех первых суток и заканчивается на 10-14-е сутки (данные Л. И. Карецкаса и М. Г. Голика). Понятно, что в комбикормах, хранящихся в складе или силосе, процессы сорбции и десорбции интенсивно происходят в верхнем слое насыпи. Скорость проникновения влаги в насыпь зависит и от гранулометрического состава комбикорма и его скважистости.

Из факторов окружающей среды, оказывающих наибольшее влияние на сохранность комбикормов, является температура. Хранение в условиях пониженных температур и при влажности ниже критической значительно удлиняет срок их безопасного хранения и может составлять в зависимости от температуры (от -5 до +20 °С) и влажности (от 10 до 18 %) от 4 до 120 суток и более.

Огромное значение температурного фактора объясняется тем, что основной причиной понижения качества и порчи комбикормов является активное развитие микрофлоры и насекомых – вредителей хлебных запасов. Установлено также, что окислительные процессы, происходящие в комбикормах, более интенсивно протекают при более высоких положительных температурах.

Как и в большинстве зерновых продуктов, микрофлора комбикормов представлена микроорганизмами, населяющими зерно. При этом общая же численность их (в 1 г) может превышать содержание в зерновой массе, так как в рецептуру вводятся такие продукты, как отруби и травяная мука, чрезвычайно насыщенные микроорганизмами. Так, партии кормов, приготовленные из доброкачественного зерна, содержат в основном бактерии, а среди них больше всего *Bad. herbicola*. Плесневые же грибы представлены полевыми (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Dematium* и другие). При использовании зерна, подвергавшегося активному воздействию микроорганизмов в комбикормах, обнаруживают значительно больше плесеней хранения (различные представители родов (*Aspergillus* и *Penicillium*) и значительно меньше *Bad. herbicola*.

Все комбикорма являются исключительно благоприятной питательной

средой для многих бактерий и особенно плесневых грибов. При наличии достаточного количества влаги (на уровне критической и более и положительных температурах (выше 10 °С и особенно выше 20 °С) плесени быстро развиваются, выделяют много тепла и являются основной причиной самосогревания массы комбикорма. Большая скважистость рассыпных (56-58 %) и гранулированных (50-54 %) кормов обеспечивает запас воздуха (а в нем кислорода), необходимого для интенсивного развития аэробной грибной флоры.

В процессе гранулирования комбикорм прогревается до температур 88- 90 °С, что губительно для большинства форм бактерий.

Низкая теплопроводность и температуропроводность комбикормов способствует быстрому развитию самосогревания повышению температуры в греющихся очагах до 35-50 °С и более. В комбикормах, подвергшихся самосогреванию, уменьшается содержание протеина, сырого жира, каротина и многих других веществ. При этом накапливаются аммиак и другие продукты распада, растет титруемая кислотность. В больших количествах в согревшихся комбикормах находят спорообразующие бактерии (картофельную и сенную палочки) и плесени *Asp. flavus*, *Asp. fu-migatus* и другие, среди которых известны штаммы, образующие токсины (афлатоксины и другие). Таким образом, при самосогревании комбикормов происходит не только снижение их кормовой ценности, но и возможно накопление токсических веществ.

Одной из причин порчи и развития процесса самосогревания комбикорма являются насекомые и клещи, которые успешно размножаются в нем даже при неблагоприятных условиях. Их развитие не сдерживают низкая влажность и консистенция комбикорма (рассыпной, гранулированный). Единственное что может остановить их развитие в комбикормах это пониженные до 5 °С температура.

При наличии благоприятных условий численность насекомых в комбикормах может за два-три месяца возрасти в 40-60 раз, приводя к потерям массы

до 28 %. Для уничтожения ВХЗ и обеззараживания комбикорма проводят фумигацию, используя бромистый метил.

Как показали исследования Кубанского филиала ВНИИЗ, в результате фумигации двух комбикормов (рецепты 53-1-1 и ПК-1-5-11) в них накапливались бромиды и существенно изменялось состояние липидного комплекса.

Так снизились кислотное и йодное числа, упала активность липазы и возросли перекисные числа. Белковый и углеводный комплексы существенных изменений не претерпели. Отмечено также снижение содержания витаминов группы В, рибофлавина и никотиновой кислоты. Стойкость фумигированных комбикормов при последующем хранении не изменилась [3, 6, 7, 8].

## **2.6 Способы хранения комбикормов**

В условиях промышленных предприятий комбикорма хранят насыпью и в таре. В качестве тары наиболее распространенной являются крафт-мешки, и полипропиленовые мешки. Причем в таре хранят как рассыпные, так и гранулированные корма.

Выработка гранулированных и брикетированных комбикормов целесообразна в известной степени и с точки зрения их сохранности и большего удобства при хранении. Так объемная масса рассыпных комбикормов в зависимости от входящих в них ингредиентов и гранулометрического состава равна 480-680 г/л, а для гранулированных – 600-660 г/л. При проектировании комбикормовых заводов и цехов объемная масса рассыпных кормов принята 500 г/л, а гранулированных – 630 г/л. Таким образом, гранулированные комбикорма требуют меньше емкостей для хранения транспортировки.

Также отмечается существенная разница и в сыпучести рассыпных и гра-

нулированных кормов. Так угол естественного откоса для первых колеблется в пределах 40-44°, а для вторых – 33-38°. Рассыпные комбикорма значительно быстрее слеживаются и требуют побудительных устройств, для их выпуска из емкостей. В них также наблюдается явление самосортирования, иногда приводящее к нарушению однородности распределения компонентов. Легче они слеживаются и при хранении в таре.

При размещении на хранение в складах комбикорма складываются по рецептам в соответствии с планом размещения, утвержденным руководством предприятия. План должен обеспечить отпуск комбикорма потребителям не допуская смешивания различных рецептов комбикормов и засорение их посторонними примесями. Хранение комбикормов в одном складе с сырьем, отходами и мешкотарой запрещается. Для обеспечения сохранения качества комбикорма и предупреждения его засора запрещается ходить по насыпи или мешкам с комбикормом без применения соответствующих настилов (трапов).

Затаренные комбикорма укладываются в штабеля по рецептам, не более 14 рядов, ровно по отвесу, без прокладок. Мешки кладут зашитыми, внутрь штабеля. Начиная с 10-го ряда укладка мешков производится пирамидально, при этом ширина и длина каждого ряда уменьшается на 0,25 м. Мешки укладывают "вперевязку", либо "тройником", либо "пятериком". При укладке штабелей между ними следует оставлять проходы для погрузочно-разгрузочных работ по 1,25 м. Между стенами склада и штабелями, а также между соседними штабелями для циркуляции воздуха и наблюдений за качеством необходимо оставлять проходы по 0,7 м. При хранении затаренных комбикормов в хранилищах с асфальтированными, бетонными и каменными полами их оборудуют специальными настилами или поддонами.

Допускается складирование затаренных комбикормов без специальных настилов на исправных, не подвергающихся увлажнению полах. Надлежит соблюдать плотное прилегание друг к другу мешков нижнего ряда.

При хранении и транспортировании комбикормов в таре должно быть установлено тщательное наблюдение за сохранностью тары. Укладывать в штабели разорванные и загрязненные мешки запрещается. В случае обнаружения повреждения мешков они должны быть изъяты и комбикорма перетарены.

Склады напольного типа для рассыпных комбикормов по рецептам оборудуются перегородками и, как исключение, щитами. Размещение комбикормов насыпью в складах должно обеспечить их качество во всех слоях насыпи. Для проведения внутрискладских операций необходимо оставлять 10-15 % емкости склада свободной. Рекомендуются следующие нормы высоты укладки рассыпных комбикормов в складах напольного типа:

- при влажности комбикормов не выше 13 % – до 4 м;
- при влажности комбикормов выше 13 % – до 2,5 м.

Комбикорма после выработки должны быть отгружены в течение 30 суток. Хранение комбикормов в складах силосного типа не должно быть более 20 суток.

При применении профилактических мероприятий, заключающихся в периодическом перекачивании продукта из одного силоса в другой, срок хранения увеличивается до 40 суток.

Обогащенные комбикорма могут храниться в складах напольного типа без ухудшения их качества в течение 2-х месяцев, если температура воздуха не выше 25 °С, относительная влажность воздуха не выше 70 %.

При температуре воздуха свыше 25 °С и относительной влажности воздуха свыше 70 % допускается хранение комбикормов до одного месяца, при этом комбикорма перед отгрузкой должны быть проверены на токсичность.

Комбикорма, содержащие микрогранулированные витамины А и В, а также микрокапсулированный витамин Е, в таре и насыпью в складах напольного типа следует хранить не более 2-х месяцев. В складах силосного типа та-

кие продукты могут храниться до 20 сут, а при проведении профилактических мероприятий, заключающихся в периодическом перекачивании продукта из одного силоса в другой, срок хранения увеличивается до 40 сут.

Комбикорма, выработанные для животноводческих комплексов, при относительной влажности воздуха свыше 85 % и температуре свыше + 25 °С рекомендуется хранить: насыпью в складах напольного типа не более 15 суток, в силосных емкостях – не более 20 суток. При других, более благоприятных условиях внешней среды, комбикорма допускается хранить не более 30 суток во всех типах складов.

Каждая партия комбикормов, поступающая на хранение, снабжается ярлыком установленной формы, помещенным на специальных дощечках (рамках). На ярлыке указываются: вид комбикорма; дата выработки; номер силоса, склада, штабеля; характеристика комбикорма; температура; подпись лица производившего анализ.

При отклонении качества хранящихся комбикормов от нормы лаборатория дает указание о проведении соответствующих оздоровительных мероприятий.

**Контроль за качеством комбикорма при хранении.** За качеством комбикормов в процессе хранения должен быть установлен систематический контроль с момента их поступления в хранилище. Контроль комбикормов при хранении ведется по следующим показателям: температуре, влажности, запаху, зараженности амбарными вредителями. Температуру рассыпных комбикормов определяют термоштангами в трех слоях насыпи: верхнем, среднем и нижнем. Температуру затаренных комбикормов определяют в мешках штабеля на разной высоте термометрами, заключенными в металлическую оправу. Температуру комбикормов в силосах измеряют при помощи устройства дистанционного контроля температуры.

Температуру комбикормов измеряют при хранении в сроки:

- при температуре комбикорма 10 °С и ниже – 1 раз в 15 дней;
- при температуре комбикорма от 10 °С до +20 °С – не реже 1 раза в 7 дней;
- при температуре комбикормов выше +20 °С – не реже 1 раза в 3 дня.

Для определения запаха, а также проверки на зараженность амбарными вредителями хранящихся партий комбикормов от каждого из них отбирают образец в следующие сроки:

- при температуре комбикорма +10 °С и ниже – 1 раз в 15 дней;
- при температуре комбикорма выше +10 °С – 1 раз в 7 дней.

При отборе образцов затаренных комбикормов следует тщательно осматривать поверхность мешков в целях проверки их на зараженность.

Запах и зараженность рассыпных комбикормов определяют по образцам, отобраным по отдельным секциям, силосам, штабелям.

Влажность комбикормов при хранении определяют по средним образцам не реже 1 раза в 15 дней. При отпуске комбикормов из одного штабеля, силоса, отсека влажность определяют по образцу, отобранному из этой партии. Результаты проверки комбикормов заносят в хронологическом порядке в журнал наблюдений и штабельный ярлык.

### **Мероприятия, обеспечивающие сохранность качества комбикорма при хранении.**

При хранении готовой комбикормовой продукции в силосных складах следует обеспечить оперативное размещение его в емкостях, организовать контроль за соблюдением сроков непрерывного хранения, запланировать даты отгрузки и проведения профилактических мероприятий. Порядок ведения процесса хранения готовой продукции устанавливается ПТЛ.

Рекомендуются следующие допустимые сроки непрерывного хранения готовой продукции в силосах и бункерах:

- рассыпной комбикорм до 20 суток;
- рассыпные белково-витаминные добавки до 15 суток;
- рассыпные комбикорма, содержащие жир или мелассу 3 % до 1 суток.

Гранулированные комбикорма допускается хранить в силосах непрерывно в течение срока, установленного в действующей нормативной документации. Если гранулированный комбикорм имеет температуру выше установленных ограничений, то выгрузка его из силосов должна быть проведена через 5-6 суток.

Профилактические мероприятия (перекачка) с готовой продукцией допускается проводить только один раз. При организации хранения комбикормов необходимо учитывать требования пожарной безопасности.

Так для обеспечения сохранности качества комбикормов, хранящихся в складах напольного типа, складские помещения проветривают. Проветривание проводят в сухую погоду путем открывания дверей, когда температура наружного воздуха ниже температуры комбикормов. С наступлением устойчивой холодной погоды проветривание производят более длительно, одновременно вентилируют подполье складов и склады.

В весенний период при повышении температуры воздуха снаружи выше температуры воздуха внутри складов за комбикормами устанавливается особо тщательное наблюдение, прежде всего за нижними рядами штабелей с комбикормами в складах с асфальтовыми полами.

При обнаружении процессов гнездового самосогревания в первую очередь ликвидируют его очаг. Гнездо вынимают с таким расчетом, чтобы в здоровой части партии совершенно не осталось греющихся комбикормов. Границы согревающегося участка определяют при помощи термоштанг.

Для ликвидации самосогревания в штабеле стремятся снизить его температуру путем снижения его высоты и удаляют греющиеся мешки. Мешки с комбикормом удаляют в отдельный склад, раскрывают их и охлаждают. Охла-

ждение комбикормов каким-либо активным способом (механизированным и прочими) должно производиться с соблюдением условий, исключающих образование распыла и самосогревания.

Для предупреждения слеживания комбикормов, особенно рассыпных, их реализуют в первую очередь, а при необходимости организую их перекидку.

При обнаружении плесени, гнезда с плесенью удаляются, продукт подрабатывается и реализуется после заключения ветлаборатории, о его пригодности для скармливания.

Комбикорма, качество которых по тем или иным причинам резко ухудшилось, следует проверять в ветлаборатории для установления пригодности для скармливания животным и в соответствии с заключением производить реализацию.

Ответственность за качественную сохранность комбикормов и соблюдение настоящей инструкции несут в первую очередь заведующий складом, начальник (заведующий) лабораторией (ПТЛ).

Перед отпуском проверяют качество комбикормов, и лаборатория выдает на них удостоверение о качестве в установленной форме.

Учитывая физические свойства комбикормов и происходящие в них процессы, при хранении в складах рекомендуемая высота насыпи равна 2,5 м при температуре до 10 °С и 2,0 м – при более высоких температурах. Эту высоту снижают на 0,5 м, если в составе комбикорма имеется кровяная мука, мясокостная мука или шкварка. Для средней полосы России высота насыпи может быть повышена до 4,0 м. Хранение комбикормов насыпью должно быть организовано в сухих складах (относительная влажность воздуха в которых обычно не превышает 70-75 %), не имеющих признаков заражения вредителями хлебных запасов.

Кратковременное хранение комбикормов как рассыпных, так и гранулированных возможно и в емкостях силосного типа различного сечения и высотой

до 20 м и более, емкостью до 1000 т и более.

В процессе хранения комбикорма, как и другие виды сыпучих продуктов, получаемых при переработке зерна, слеживаются. Поэтому в процессе хранения необходимо контролировать температуру и сыпучесть комбикорма. Для предупреждения резких перепадов температуры комбикорм загружают во внутренние силоса, что позволяет регулировать период их слеживания, как приведено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Сроки слеживаемости комбикорма в силосах, суток

Рецепт комбикорма	Периоды хранения			
	зимний	весенний	летний	осенний
70-11	20	12	14	нет данных
60-1	16	20	нет данных	12

Комбикорма в таре размещают также в сухие склады, укладывая мешки в штабели, как это делают и при хранении муки. Высота рядов не более 10-12 в теплое время года (выше +10 °С) и до 13-14 рядов – в холодное время года.

Сроки хранения комбикормов и белково-витаминных добавок в рассыпном и гранулированном виде – два месяца, премиксов – шесть месяцев со дня выработки.

Комбикорма, предназначенные для отправки в районы Крайнего севера и в приравненные к ним районы, можно хранить 6 месяцев со дня их выработки. При хранении комбикормов свыше указанных сроков их проверяют на токсичность не реже одного раза в месяц и не позднее, чем за 10 дней до использования. За хранящимся сырьем устанавливают систематический контроль. В складе силосного типа рекомендуется оформлять силосную доску; на сырье, хранящееся в таре, выписывают штабельные ярлыки. Для контроля температуры и влажности воздуха в хранилище устанавливают термометр и психрометр.

За состоянием комбикормов при хранении ведут систематические наблюдения. Измеряют температуру в хранилище и в массе продукта. Определяют влажность и титруемую кислотность. Выявляют, нет ли признаков заражения хранилища и продукции вредителями хлебных запасов. Периодичность наблюдений, порядок выполнения этих работ и рекомендуемые мероприятия изложены в действующей инструкции. После поступления комбикорма на хранение устанавливают систематический контроль за его качеством и состоянием по влажности, зараженности, температуре, а также контролируют относительную влажность и температуру воздуха в хранилище. Влажность хранящегося комбикорма и белково-витаминных добавок проверяют по средним образцам в сроки не реже одного раза в 15 суток.

Запах и зараженность вредителями хлебных злаков хранящихся комбикормов и белково-витаминных добавок проверяют при температуре комбикорма и белково-витаминных добавок  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже – один раз в 15 суток; при температуре выше  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  – один раз в неделю. Запах и зараженность рассыпного комбикорма определяют по образцам, отобраным по отдельным секциям.

В связи с малой стойкостью комбикормов при хранении, возможной потерей многих питательных веществ и свойств (каротина, антибиотиков, витаминов, изменения в свойствах других органических веществ) уже на первых порах развития производства возникла необходимость повышения их устойчивости при хранении. Одним из путей, нашедших применение в практике, оказалось введение в состав отдельных ингредиентов или комбикорма в целом специальных веществ, выполняющих функции стабилизаторов.

Новым способом консервирования комбикормов является хранение их и травяной муки в атмосфере инертных газов (азота, углекислого газа, окиси углерода). Зарубежный опыт показал, что хранение в бескислородной среде значительно сокращает потери каротина и тормозит вообще все окислительные процессы.

Так, при хранении гранулированной травяной муки в силосах с обычным составом воздуха атмосферы потери каротина составили 35,6 %, а в условиях бескислородной среды – всего 6 % [[3](#), [6](#), [7](#), [8](#)].

## **3 Самосогревание и слеживание зерновых масс**

### **3.1 Сущность явления самосогревания зерновой массы**

**Самосогреванием** (или самонагреванием) зерновой массы называют явление повышения ее температуры вследствие протекающих в ней физиологических процессов и плохой теплопроводности.

В зависимости от исходного состояния зерновой массы и условий хранения в каком-либо участке насыпи температура поднимается до 55-65 °С, в редких случаях – до 70-75 °С. Образующийся при самосогревании зерна очаг не локализованный, тепло от него передается в соседние участки насыпи, что, в свою очередь, способствует в них активации физиологических процессов и теплообразованию. Поэтому при запущенных формах самосогревания вся зерновая масса оказывается в греющем состоянии.

Изучением природы самосогревания зерновых масс и разработкой мероприятий, предотвращающих это явление, много занимались как в России, так и в зарубежных странах. Это объясняется тем, что развитие процесса самосогревания приводит к значительным потерям в весе сухого вещества зерна и снижению его пищевых, фуражных и посевных качеств. При запущенных формах самосогревания зерно вообще может быть непригодно для продовольственных и кормовых целей.

Физиологической основой самосогревания является дыхание всех живых компонентов зерновой массы, приводящее к значительному выделению тепла. Физической основой самосогревания является плохая теплопроводность зерновой массы. Образование тепла в том или ином участке зерновой массы, превышающее отдачу его в окружающую среду, дает типичную картину самосогревания.

Существенное значение в образовании первоначальных очагов самосогревания в зерновой массе имеют и такие ее физические свойства, как теплопроводность и способность к самосортированию.

Необходимо отметить, что не всякое повышение температуры в зерновой массе следует рассматривать как начало развития процесса самосогревания.

Так температура зерновой массы может повыситься в результате ее постепенного прогревания в весенний и летний периоды хранения при общении с теплым воздухом атмосферы, прогревания зернохранилищ и так далее. Только тщательное и систематическое наблюдение за температурой в различных слоях насыпи, увязанное с наблюдениями за окружающей средой (температурой воздуха в хранилище, температурой наружного воздуха, солнечной радиацией и тому подобное) и всеми условиями хранения, позволяет безошибочно определять природу малейшего повышения температуры в зерновой массе.

### **3.2 Источники образования тепла в зерновой массе при хранении**

В зерновой массе тепло выделяется в процессе дыхания всеми ее живыми компонентами. В связи с тем, что факторы, от которых зависит интенсивность дыхания всех организмов зерновой массы, практически одни и те же, выяснение значимости отдельных источников образования тепла в ней представляло значительные трудности.

Распространенность случаев самосогревания партий зерна различных культур, не имеющих признаков заражения насекомыми и клещами, а также почти не содержащих примесей зеленых частей растений, семян сорных растений и пыли, дала основание предполагать, что основными источниками теплообразования являются само зерно и находящиеся в зерновой массе микроорга-

низмы. При наличии благоприятных условий (определенной исходной влажности и температуры) суммарного количества тепла, выделяемого этими двумя источниками, вполне достаточно для возникновения и полного развития процесса самосогревания.

**Роль микроорганизмов в самосогревании зерновых масс.** В период изучения явления самосогревания высказывались две противоположные точки зрения о роли зерна и микроорганизмов в образовании тепла в зерновой массе. Это привело к созданию двух теорий самосогревания: ферментативной (энзиматической) и микробиологической.

Согласно первой теории, первопричиной самосогревания являются жизненные процессы, протекающие в самом зерне, связанные с деятельностью его ферментной системы. В свете этой теории микроорганизмы лишь способствуют развитию процесса самосогревания.

Сторонники второй теории считали, что в процессах самосогревания ведущая роль принадлежит микроорганизмам.

Весьма важные наблюдения, для разрешения этого спора характеризующие роль микроорганизмов в образовании тепла в зерновой массе, были сделаны Миэ. Помещая в сосуды Дюара стерильные и нестерильные прорастающие семена подсолнечника, он установил заметное повышение температуры в сосудах с нестерильными проростками.

Из этих данных следует, что в прорастающих семенах тепло выделяется, главным образом, в результате развития микроорганизмов. Энергия, освобождаемая семенами в процессе их прорастания в результате гидролитического распада и дыхания, по-видимому, в основном, используется на синтез веществ, необходимых для развивающихся клеток и тканей зародыша.

Таким образом, на основе многочисленных исследований, проведенных в лабораторных условиях, и наблюдений за процессами самосогревания и качеством зерна в практике хранения можно считать доказанным, что в образова-

нии тепла в зерновой массе микроорганизмам принадлежит ведущая роль.

Возможность повышения температуры зерновой массы только в результате жизнедеятельности зерна экспериментально не доказана. Однако количество тепла, выделяемого зерном, может быть весьма значительным, и в практике хранения любой процесс самосогревания возникает в результате дыхания зерна и микроорганизмов.

Изучение отдельных представителей микрофлоры зерновой массы показало, что наибольшее значение в самосогревании имеют плесневые грибы. Известно, что по сравнению с другими растительными объектами они обладают огромной интенсивностью дыхания. Роль плесеней в накоплении тепла в зерновой массе становится особенно понятной, если учесть, что большая часть энергии, освобождаемой ими из потребляемых веществ, не используется на собственные нужды. Так, по данным И. Я. Веселова, только 5-10 % освобождаемой плесневыми грибами энергии используется для синтетических целей, остальная энергия в виде тепла выделяется в окружающую среду.

**Значение примесей в самосогревании зерновых масс.** При всех прочих равных условиях самосогревание начинается раньше и протекает более интенсивно в зерновых массах, содержащих семена сорных растений, пыль и другие примеси. Энергичное дыхание семян сорных растений, обычно имеющих большую влажность, чем основное зерно, способствует накоплению тепла. Наконец, содержание микроорганизмов в неочищенной от пыли и сорняков зерновой массе намного больше, чем в очищенной. Эти микроорганизмы также являются дополнительным источником выделения тепла. Особенно значительным бывает выделение тепла в связи с наличием примесей в неочищенных зерновых массах с повышенной влажностью и содержащих зеленые части растений, а также семена сорняков.

**Значение насекомых и клещей – вредителей хлебных запасов в самосогревании зерновых масс.** Жизнедеятельность насекомых и клещей также

сопровождается выделением тепла. При большой зараженности зерновой массы или скоплении вредителей в определенных ее участках количество выделяемого вредителями тепла может быть весьма значительным. По данным Д. Линдгрена, амбарный и рисовый долгоносики в условиях достаточной влажности зерна и благоприятной температуры для их развития выделяют значительно больше тепла на единицу веса своего тела, чем такое же количество сухого вещества зерна.

Т. Оксли, экспериментируя с образцом зерна пшеницы, в котором на каждые 450 г его массы приходилось 10 долгоносиков, установил, что этим количеством жуков было выделено углекислого газа в 7 раз больше, чем самими зернами пшеницы. Подсчеты Оксли показали, что при весе 10 амбарных долгоносиков 25 мг они выделяют углекислоты в 130 тыс. раз больше, чем такое же по весу количество зерна. На основании изучения сравнительной интенсивности дыхания зерна и долгоносиков Оксли утверждает, что самосогревание в зерновой массе с пониженной влажностью, хранящейся при температурах от 20 до 30 °С, возникает вследствие развития в ней амбарного и рисового долгоносиков.

Таким образом, можно отметить, что помимо выделения тепла, насекомые и клещи, разрушая покровные ткани зерна, способствуют развитию плесневых грибов и других микроорганизмов, что также ускоряет процесс самосогревания зерновой массы.

### **3.3 Виды самосогревания зерновой массы**

В процессе наблюдений за хранением зерновых масс выделены различные виды самосогревания: гнездовое, пластовое и сплошное.

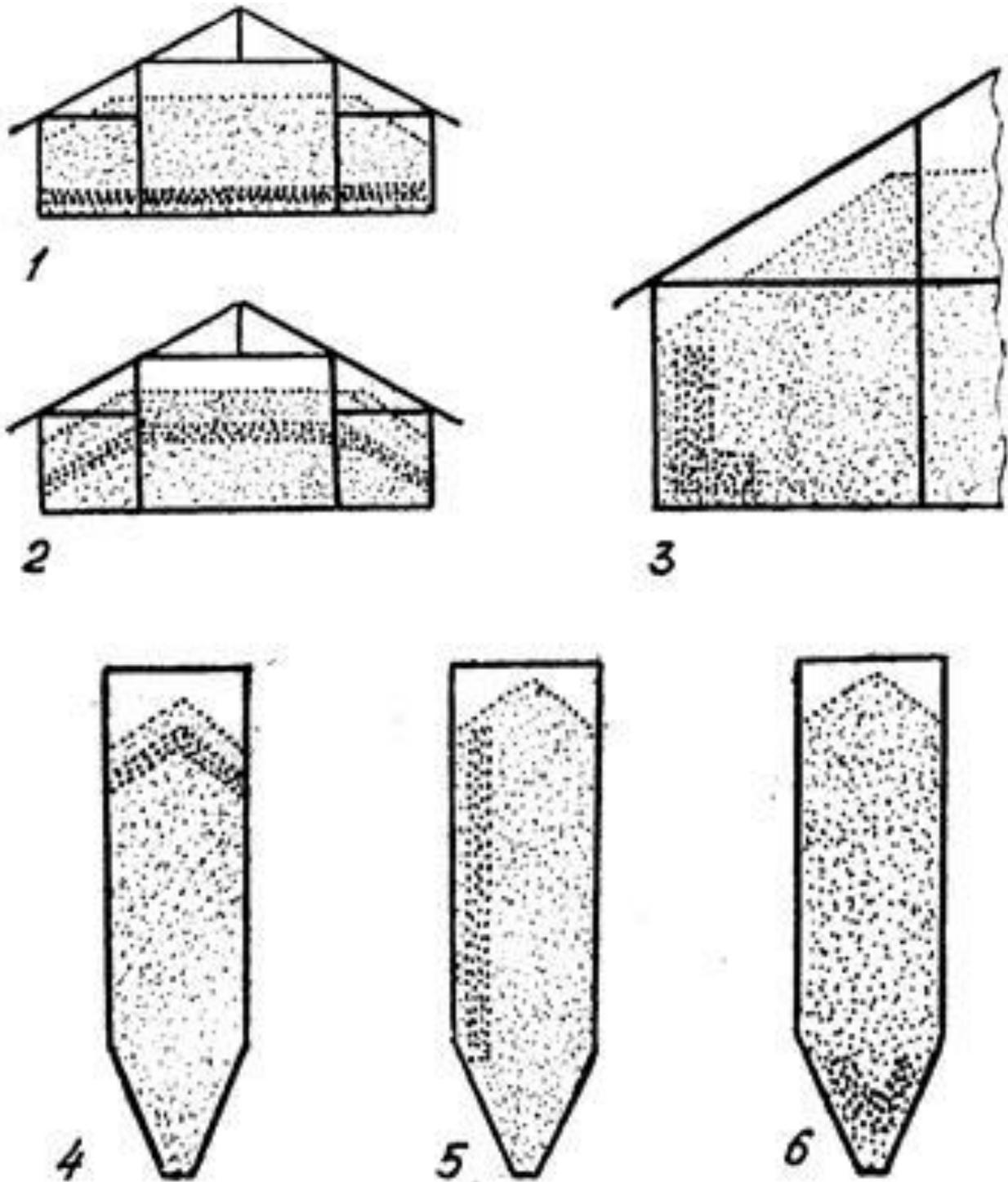
**Гнездовое самосогревание** возникает при хранении в любой части зерновой массы. Причиной его появления является увлажнение какого-то участка зерновой массы в результате неисправности крыши или недостаточной гидроизоляции стен хранилища; засыпки в одно хранилище зерна с различной влажностью, в результате чего создаются очаги (гнезда) с повышенной влажностью; образование в зерновой массе участков с повышенным содержанием примесей и пыли (а следовательно, и микроорганизмов) в результате ссыпки вместе резко разнородного по содержанию примесей зерна; скопление насекомых и клещей в одном участке насыпи.

В системе хлебопродуктов гнездовое самосогревание встречается крайне редко. Такой очаг самосогревания обычно возникает только в случаях нарушения основных правил размещения и ухода за зерном. Оно чаще возникает при временном хранении зерна в бунтах и в хранилищах сельскохозяйственного типа вследствие ссыпки неоднородной по влажности или температуре зерновой массы, а также в результате затеков влаги с поверхности бунта во впадины от ног человека, образующиеся в результате хождения по насыпи зерна.

**Пластовое самосогревание** может возникнуть в зерновой массе при хранении ее как в складах и элеваторах, так и в бунтах. Оно получило свое название за то, что греющийся слой возникает в насыпи зерна в виде горизонтального или вертикального пласта. В зависимости от того, в каком участке насыпи образуется греющийся пласт, различают самосогревание верховое, низовое или вертикально-пластовое, как показано на рисунке 3.1.

Пласт самосогревания никогда не возникает в центральных участках насыпи. Его обнаруживают только в верхнем, нижнем или боковом слоях насыпи, потому что они наиболее подвержены перепаду температур под действием наружного воздуха, стен и полов хранилища. Изменение температуры в этих участках зерновой массы часто сопровождается образованием конденсационной влаги – важнейшего условия для активного развития микроорганизмов и

прежде всего плесневых грибов.



1 и 6 – низовое; 2 и 4 – верховое; 3 – вертикальное в складе;  
5 – вертикальное в силосе

Рисунок 3.1 – Виды пластового самосогревания зерна

Специальные наблюдения за влажностью отдельных участков зерновой массы показали, что влажность ее греющегося пласта в самых начальных стадиях самосогревания бывает выше на 1-2 %, а иногда и много более. Рассмотрим отдельные виды пластового самосогревания.

**Верховое** самосогревание характеризуется появлением греющегося горизонтального пласта на глубине 70-150 см от поверхности зерновой массы.

В случаях небольшой высоты насыпи (1-1,5 м) при хранении семян в складах греющийся слой образуется всего на глубине 15-25 см от поверхности. Такое самосогревание чаще всего наблюдается поздней осенью и весной.

В осенний период верховому самосогреванию особенно подвержены партии свежубранного зерна, если они не были своевременно достаточно охлаждены. При таких условиях в результате активно протекающих физиологических процессов воздух межзерновых пространств нагревается и увлажняется. Поднимаясь в верхние участки насыпи, он соприкасается с естественно несколько охладившимся верхним слоем зерна, в результате чего происходит конденсация водяных паров. Температура увлажнившегося слоя, особенно его нижней части, благоприятна для развития микробов и способствует усилению жизнедеятельности самого зерна.

Весной и в начале лета, когда внутренняя часть зерновой массы еще имеет низкую зимнюю температуру, а ее поверхностные слои прогреваются теплым воздухом, тоже возможны конденсация водяных паров и усиленное развитие физиологических процессов. При резком перепаде температур, верховое самосогревание в весенний период может наблюдаться в достаточно сухих и длительное время хранившихся зерновых массах.

Верховое самосогревание может происходить по тем же причинам и в те же периоды при хранении зерна в силосах элеватора и в бунтах. Оно может возникнуть и во время перевозки зерна в вагонах и судах. При верховом самосогревании в связи с тепломассообменными свойствами зерновой массы тем-

пература ее внутренних участков, находящихся ниже греющегося слоя, повышается обычно медленно.

**Низовое** самосогревание развивается горизонтальным пластом в нижней части зерновой массы (20-50 см от пола или днища силоса), находящейся в складе, силосе или бунте. Это наиболее опасный вид пластового самосогревания, так как тепло, образующееся в нижних участках насыпи, легко перемещается в вышележащие слои и вся зерновая масса за короткий период подвергается самосогреванию.

Возникновение низового самосогревания в складах и бунтах характерно для зерна повышенной влажности или увлажнившегося. В складах оно наблюдается ранней осенью при засыпке естественно более теплого зерна на холодный пол.

В бунтах такое самосогревание обычно является результатом недосмотра при устройстве бунта, когда зерно сыпается на сырой грунт или недостаточно гидроизолированную от грунта площадку. Развитие низового самосогревания очень часто сопровождается массовым прорастанием зерна в нижнем слое насыпи.

Низовое самосогревание возможно и в силосах элеватора, если зерновую массу не охлаждали до наступления холодов. При этих условиях быстро устанавливаемая в подсилосных помещениях низкая температура воздуха способствует охлаждению нижней части конструкций силосов, что создает предпосылки для перепада температуры в зерновой массе.

**Вертикально-пластовое** самосогревание характерно для зерновых масс, хранящихся в силосах, но встречается оно и в складах. Причиной его могут быть неравномерный обогрев или охлаждение стен хранилища, например, обогрев одной наружной стены солнцем или передача тепла по стенке от соседнего силоса. Способствует возникновению вертикально-пластового самосогревания легкий сор и пыль, семена многих сорных растений, размещающиеся ближе к

стене силоса, представляют собой благоприятную среду для развития микробов и начала процесса самосогревания.

В складе в случае увлажнения какой-либо его стены, соприкасающейся с зерновой массой, тоже может возникнуть вертикально-пластовое самосогревание. Иногда оно может быть вызвано охлаждением или нагревом стены склада. Так, замечено, что при хранении семян в закромах, у которых одна из стен – наружная стена склада, может быть вертикально-пластовое самосогревание

Последнее совершенно исключается, когда стенки закрома удалены на 50-60 см от наружной стены склада.

**Сплошное** самосогревание – такой вид самосогревания, при котором вся зерновая масса, за исключением строго ограниченных периферийных участков, находится в греющемся состоянии.

До последнего времени его рассматривали как запущенную форму одного из рассмотренных видов (то есть пластового или гнездового), что, безусловно, правильно. Однако сплошное самосогревание может проявляться сразу в зерновых массах с высокой влажностью и содержащих большое количество различных примесей, в том числе частей растений и недозревших зерен. Даже кратковременное хранение теплого зерна в осенний период приводит к бурному развитию процесса самосогревания во всей массе насыпи. Колебания в температуре, обнаруживаемые в данный момент, существенного значения не имеют. Для спасения зерна необходимо применять неотложные меры [ 2, 3, 9 ].

### **3.4 Условия, способствующие процессу самосогревания**

Темпы развития процесса самосогревания в зерновой массе, фиксируемые на основании измерений ее температуры, могут быть весьма различны во

времени. В одних случаях температуры порядка 50 °С устанавливаются через несколько дней после начала развития процесса, а в других – через довольно продолжительный период. Такое различие в темпах самосогревания обусловливается многими причинами, которые можно разделить на три группы: состояние зерновой массы; состояние зернохранилищ и их конструкция; условия содержания зерновых масс в хранилищах и методы ухода за ними.

Каждая из этих групп-причин при определенных условиях может иметь решающее значение в развитии процесса самосогревания, поэтому они должны учитываться в практике хранения.

**Состояние зерновой массы.** Из всех условий и показателей, характеризующих состояние зерновой массы, на развитие процесса самосогревания особенно влияют ее исходная влажность и температура, физиологическая активность и состав микрофлоры.

Зависимость интенсивности всех физиологических процессов, протекающих в зерновой массе, от ее влажности заметна и при развитии явления самосогревания. Последнее чаще всего наблюдается в партиях зерна, заложенных на хранение во влажном и сыром состоянии или увлажнившихся впоследствии.

При наличии капельно-жидкой влаги в зерновой массе (конденсация водяных паров и так далее) процесс самосогревания протекает интенсивно даже при общем незначительном повышении влажности зерна, так как в этом случае происходит описанное ранее поверхностное увлажнение. Вообще, чем больше свободной воды содержится в зерне и примесях, тем больше условий для термогенеза, и тем интенсивнее идет процесс самосогревания.

Е. А. Шаройко, экспериментируя с массой семян подсолнечника, показал, что в наиболее увлажненных из них (24,9 %) уже через пять суток температура достигла 65 °С, в другом образце с влажностью 19,9 % за этот же период температура поднялась до 45 °С, а в семенах с влажностью 15,4 % в течение указанного срока самосогревания не наблюдалось, оно возникло позднее.

Возможность самосогревания зерновых масс с повышенной влажностью зависит также и от их температуры. Даже в партиях сырого зерна развитие процесса самосогревания возможно только при каком-то температурном минимуме, обеспечивающем достаточную физиологическую активность всех компонентов зерновой массы, а следовательно, и достаточный термогенез.

Необходимо иметь в виду, что естественное прекращение процесса самосогревания после достижения в зерновой массе наивысшей температуры не имеет практического значения. К этому времени в партии зерна или семян любой культуры будут полностью потеряны пищевые, фуражные и посевные качества.

Как показали наблюдения отечественных и зарубежных исследователей, численный и видовой состав микроорганизмов в процессе самосогревания претерпевает следующие закономерные изменения:

- начало процесса – увеличение количества микроорганизмов, в том числе эпифитных бактерий и плесневых грибов;
- развитие процесса (повышение температуры до 25-40 °С) – дальнейшее увеличение количества микроорганизмов, усиленное развитие плесневых грибов и актиномицетов, значительное сокращение эпифитной микрофлоры;
- далеко зашедший процесс (повышение температуры выше 40-50 °С) – полное исчезновение эпифитной микрофлоры, уменьшение численности плесневых грибов, накопление кокков и споросных термофильных бактерий, снижение общего количества микроорганизмов в зерновой массе;
- конечный этап самосогревания – дальнейшее снижение численности микроорганизмов.

В начальные периоды самосогревания наблюдается не только накопление плесневых грибов, но и изменение их видового состава. Характер этих изменений будет зависеть не только от температуры зерновой массы, но и от ее влажности. По мере развития процесса самосогревания первоначальные виды

грибной флоры *Alternaria*, *cladosporium* и другие сменяются видами *Aspergillus* и *Penicillium*.

Среди последних особенно характерно нарастание в огромных количествах *Aspergillus flavus* – продуцента токсических веществ – афлатоксинов.

Известно также, что партии зерна, хотя бы однажды подвергшиеся частичному самосогреванию, становятся неустойчивыми при хранении даже после ликвидации этого процесса. Объясняется это тем, что активное развитие плесеней и других микроорганизмов приводит к разрушению покровных тканей зерна, а численно возросшая микрофлора при малейших благоприятных условиях снова активизируется и быстро приводит к повышению температуры зерновой массы.

Физиологическая активность зерновой массы в целом также является важнейшим фактором, способствующим возникновению процесса самосогревания. В свежееубранном зерне, не прошедшем послеуборочного дозревания, в партиях зерна морозобойного, недозрелого, с наличием проросших зерен, с примесью семян сорных растений и тому подобное интенсивность дыхания может быть очень велика.

Партии зерна, прошедшие послеуборочное дозревание и период нормального хранения, значительно более устойчивы при хранении. При правильно организованном долгосрочном хранении зерновых масс также наблюдается снижение физиологической активности всех ее живых компонентов. Это уменьшает возможность возникновения самосогревания и замедляет во времени начальные стадии его развития.

**Состояние зернохранилищ и их конструкция.** Степень гидроизоляции зернохранилищ, теплопроводность их конструктивных элементов, циркуляция воздуха и другие особенности их устройства также могут способствовать возникновению процесса самосогревания.

Чем более гидроизолировано хранилище и менее теплопроводны его стены, пол и крыша, чем лучше можно регулировать доступ воздуха к зерновой массе, тем меньше будет возможностей для самосогревания.

При недостаточной гидроизоляции крыши, стен или пола хранилища создаются условия для увлажнения отдельных участков зерновой массы, а следовательно, и ее самосогревания.

Неравномерный обогрев или охлаждение зерновых масс при хорошей теплопроводности стен, пола или крыши приводит к значительным перепадам температур, что обычно является важнейшей предпосылкой к самосогреванию.

Нерегулируемый свободный доступ наружного воздуха в хранилища (кроме тех случаев, когда это специально делают с учетом температуры воздуха и его относительной влажности) может привести к резким перепадам температур в зерновой массе, увлажнению определенных слоев и их самосогреванию. Поэтому хранение в хороших и прочных складах, позволяющих ограничивать доступ воздуха в определенные периоды времени, особенно весной и осенью, значительно сокращает возможности для развития процессов самосогревания.

**Условия содержания зерновой массы в хранилищах и методы ухода за ней.** Из условий этой группы важнейшими являются высота насыпи и соблюдение правил при очистке, сушке и перемещениях зерновой массы.

Высота насыпи всегда должна быть увязана с состоянием зерновой массы. Чем выше ее физиологическая активность и влажность, тем меньше должна быть высота насыпи. Охлажденная и сухая зерновая масса при условии ее достаточной гидро- и теплоизоляции устойчива при хранении и может быть загружена в силосы элеватора высотой 20-30 м и более. При хранении в складах высота насыпи таких партий зерна может достигать 4-6 м. Насыпь влажного и сырого зерна в складах в теплое время года снижают до 2 м. Однако и это не

гарантирует от возникновения самосогревания. Известны случаи самосогревания зерновых масс с влажностью в пределах или несколько выше критической, заложенных на хранение слоем насыпи высотой всего в 1 м.

Различная обработка зерна и перемещение, проводимые без учета свойств зерновой массы и ее состояния, могут форсировать процесс самосогревания. Ярким примером этого может быть перелопачивание теплого или греющегося зерна в целях охлаждения. При недостаточном охлаждении перелопачиванием достигают лишь аэрирования греющейся зерновой массы, которое приводит к бурной вспышке процесса самосогревания. Такая же картина получается при активном вентилировании зерновой массы, если через нее пропущено недостаточное количество воздуха или в насыпи образуются застойные – непродуваемые участки.

Зная природу самосогревания зерновой массы и условия его развития, в практике хранения никогда не следует рассчитывать на возможность самоликвидации этого процесса под действием естественного перепада температур. Даже большая разница между температурой греющейся зерновой массы и окружающего ее холодного воздуха в складе (или даже в бунте) не прекращает самосогревания.

### **3.5 Изменения качества и потери в массе зерна при самосогревании**

Всякий, даже начальный, процесс самосогревания приводит к потерям в массе сухих веществ зерна и снижению его качества. Размеры этих потерь находятся в прямой зависимости от температуры нагрева и продолжительности пребывания зерновой массы в греющемся состоянии. Чем продолжительнее период активного развития микроорганизмов в зерновой массе и чем выше была в

ней температура, тем больше потери в весе и заметнее ухудшение качества зерна. Поэтому своевременное выявление процесса самосогревания зерновой массы в самых его начальных стадиях совершенно необходимо. Его достигают систематическим наблюдением за температурой в различных участках насыпи каждой хранящейся партии зерна.

В процессе самосогревания изменяются следующие показатели качества зерна:

- признаки свежести (блеск; цвет, запах и вкус);
- технологические, пищевые и фуражные достоинства в связи с происходящими изменениями в его химическом составе;
- посевные качества.

При самосогревании появляется новый вид порчи - потемнение (зерна темно-коричневые) или почернение (обугливание) зерна.

Случаи обугливания зерна и полная потеря сыпучести зерновой массы наблюдаются только при запущенных формах самосогревания, когда температура достигает максимума или близка к этому пределу.

Изучение природы почернения зерна в последней фазе самосогревания показало, что одной из причин появления обуглившегося зерна являются микроорганизмы. Так, Е. Н. Мишустин и О. П. Подъяпольская нашли бактерии, выделяющие темноокрашенные гумусообразные соединения и в том числе гуминовую кислоту. Я.И. Раутенштейн выделил из почерневшего при самосогревании зерна большое количество специфических микрококков и бактерий. Л. С. Львова совсем недавно показала, что одной из причин почернения зерна может быть бурное развитие термофильных грибов из семейства Мукоровых.

Второй причиной потемнения зерна при самосогревании, как это установили В. Л. Кретович и Р. Р. Токарева, является образование меланоидинов – веществ, образующихся в результате взаимодействия сахаров с аминокислотами, дипептидами или трипептидами при повышенных температурах.

Обуглившееся зерно в наши дни – редкое явление, так как в результате систематического наблюдения за температурой зерновых масс при хранении обычно процесс самосогревания ликвидируется в ранних фазах, предшествующих полному почернению.

Значительно чаще можно встретить в партиях зерна отдельные пораженные или испорченные микроорганизмами зерна. Наличие таких зерен обязательно учитывается при оценке качества каждой партии и находит отражение в государственном нормировании. Как известно, прогнившие и проплесневевшие зерна относятся к фракции испорченных зерен сорной примеси. При хранении зерна в ходе наблюдений ведется учет динамики примесей. Особенно характерным при этом учете является контроль за фракцией испорченных зерен.

Следует при этом отметить, что посевные качества зерна (всхожесть и энергия прорастания) ухудшаются еще в начальный период самосогревания.

Если указанные изменения внешних признаков связать с повышением температуры в партиях зерна основных зерновых культур в процессе самосогревания, то можно установить зависимости, приведенные ниже.

**Начальный период самосогревания.** Температура повышается до 24-30 °С. В партиях менее влажного зерна появляется амбарный запах. Партии сырого зерна имеют явно выраженный запах плесени. Цвет в массе образца еще сохраняется, однако появляются отдельные потемневшие зерна, на зародышах обнаруживается плесневый налет; на зернах образуется конденсационная влага. Обнаруживается тенденция к снижению всхожести, особенно «полевой».

**Развитие процесса самосогревания.** Повышение температуры до 34-38 °С, обычно происходящее в короткий срок (3-7 дней), приводит к существенным изменениям в свойствах зерновой массы. Заметно снижается сыпучесть, наблюдается ярко выраженное отпотевание, появляются запахи – соло-

довый и похожий на выделяющийся в процессе выпечки хлеба. Наиболее влажные зерна ржи и пшеницы несколько темнеют, у овса и ячменя темнеют пленки (белый и светло-желтый цвета переходят в желтый); незрелые зерна становятся мягкими, на многих из них появляются колонии плесеней, резко снижается всхожесть семян. При достижении указанной температуры потери в весе и качестве весьма значительны.

**Запущенные формы самосогревания.** При далеко зашедшем процессе самосогревания (повышение температуры до 50 °С и более) резко снижается сыпучесть зерновой массы, происходит интенсивное потемнение зерна; отдельные зерна оказываются проплесневевшими или прогнившими, зерно приобретает сильный запах разложения. Процесс самосогревания завершается обугливанием зерна и полной потерей сыпучести зерновой массы, которая иногда превращается в монолит.

В процессе самосогревания изменяются углеводный, белковый и липидный комплексы зерна, в результате чего ухудшаются технологические, пищевые и фуражные достоинства. Так, экспериментально доказано, что при самосогревании накапливается много аминного и аммиачного азота под действием ферментов зерна и микроорганизмов; наблюдается и тепловая денатурация белков. Существенные изменения происходят с углеводным комплексом зерна. Значительная часть крахмала гидролизуеться до сахаров и используется в качестве энергетического материала при дыхании клетками зерна и микроорганизмами. Джемс, Ретгер и Том показали, что в процессе самосогревания кукурузы, главным образом, расходуются углеводы.

Е. Л. Зелени на основании исследования процесса самосогревания 122 образцов кукурузы установил зависимость между влажностью, кислотностью зерна и скоростью самосогревания

Хлеб, выпекаемый из муки, выработанной из гревшегося зерна, всегда имеет пониженные показатели качества (меньший объемный выход, меньшую

пористость с худшей структурой пор, более темный мякиш: растрескавшиеся корки и так далее).

Кроме того, в этом хлебе часто проявляется «тягучая» или картофельная болезнь. В мякише формового хлеба из зерна, подвергшегося самосогреванию, отчетливо видно развитие «тягучей» болезни. Следует иметь в виду также, что неоднородная влажность зерен в партии, различные сроки воздействия повышенных температур в разных участках насыпи, преимущественное развитие тех или иных представителей микрофлоры на отдельных зернах и другие факторы (например, целостность покровных тканей зерна) приводят к неодинаковой степени повреждения отдельных зерен. В каждой партии гревшегося зерна, за исключением случаев полного обугливания зерновой массы и превращения ее в монолит, обнаруживаются зерна с различной степенью порчи.

Размеры потерь зерна в массе при самосогревании, как это отмечалось в начале настоящего раздела, могут быть весьма различны. В самых начальных стадиях процесса они еще трудно уловимы, так как находятся в пределах погрешности методов их учета, а в производственных условиях они укладываются в пределы точности определения влажности и точности весов, применяемых для взвешивания зерновых масс.

При развитии процесса, когда дыхание самого зерна интенсивное и микроорганизмы развиваются бурно, потери будут весьма ощутимыми. Пересчет на абсолютно сухое вещество показывает, что размер потерь выражается в целых единицах процентов от массы зерна. Так, Джемс, Ретгер и Тома установили, что при экспериментальном самосогревании кукурузы потери в массе достигали 10-15 %.

Необходимо отметить, что каковы бы ни были размеры потерь зерна при самосогревании, они не признаются оправданными. Самосогревание зерновых масс должно быть ликвидировано в самых начальных стадиях, когда потери в массе еще физически неощутимы или укладываются в нормы естественной

убыли. Систематически и правильно организованное наблюдение за температурой зерновых масс в течение всего срока их хранения позволяет своевременно ликвидировать процесс самосогревания. Следует также иметь в виду, что при запущенных формах самосогревания потери в массе зерна могут происходить и в результате подсыхания части ее слоев. Такое явление особенно заметно при самосогревании семян подсолнечника [1, 2, 3, 5, 8, 9].

### **3.6 Самосогревание свежееубранного зерна**

Самосогревание свежееубранного зерна по своей природе не отличается от любого процесса самосогревания в зерновой массе. Мы особо останавливаемся на этом вопросе, потому что в свежееубранной зерновой массе, находящейся еще в условиях временного полевого хранения (на площадках в поле, на токах) или уже сложенной в зернохранилища, весь процесс самосогревания может носить скоротечный характер. В короткий срок, буквально за несколько десятков часов, зерно может быть совершенно испорчено. Это обстоятельство необходимо учитывать как в условиях сельскохозяйственного производства, так и в работе хлебоприемных предприятий в напряженный период приема огромных количеств свежееубранного зерна.

Понятно, что скорость развития процесса самосогревания в свежееубранном зерне зависит от ее состояния и условий окружающей среды. Важнейшие из них: исходная влажность зерновой массы и сравнительная однородность ее отдельных компонентов по влажности, количество и видовой состав примесей, а также исходная температура.

Меньшая стойкость свежееубранного зерна связана не только с общей большей ее физиологической активностью, но и значительной неоднородно-

стью входящих в нее компонентов (в том числе и зерна основной культуры) по влажности. Все эти факторы создают предпосылки к возникновению процесса самосогревания в любой свежесобранной зерновой массе.

Условно все случаи самосогревания свежесобранного зерна можно разделить на две группы:

- самосогревание зерновых масс с пониженной или нормальной влажностью;
- самосогревание зерновых масс с повышенной или очень высокой влажностью, часто превышающей пределы, предусмотренные ограничительными кондициями.

Самосогревание партий свежесобранного зерна сухого или средней сухости обычно возникает только в результате недостаточного ухода за зерновыми массами и прежде всего в результате того, что не приняты меры к снижению их температуры перед закладкой на хранение или вскоре после закладки.

Во время образования зерновой массы после обмолота температура ее в южных районах страны бывает от 20 до 40 °С и больше. При этих условиях основное зерно и все компоненты зерновой массы, только что сложенной на хранение (микроорганизмы, семена сорных растений и другие), еще находящиеся в активном состоянии, энергично дышат, выделяя тепло и влагу. В результате увлажняется и нагревается воздух межзерновых пространств, который перемещается в верхние и боковые участки зерновой массы. При достаточном перепаде температур в результате охлаждения зерновой массы с поверхности или по стене хранилища создаются предпосылки для конденсации водяных паров в определенном слое и «отпотеванию» зерна. Образование капельно-жидкой влаги, даже незначительное, способствует бурному развитию микроорганизмов и выделению еще большего количества тепла.

Конденсация влаги на зернах обнаруживается в верхнем или боковом слое зерновой массы на расстоянии 0,50-0,75 м от ее поверхности или стены

силоса. В этих случаях внимательное послойное определение влажности зерновой массы всегда показывает несколько повышенную влажность указанных слоев (на 0,75-1,50 %). Еще более усиленное отпотевание в различных участках насыпи может происходить уже в ходе процесса самосогревания.

Систематический уход за партиями сухого свежесобранного зерна, заключающийся в их своевременном проветривании и охлаждении, исключает возможность возникновения процесса самосогревания.

Значительно быстрее в условиях теплой и сырой осени развивается процесс самосогревания в свежесобранной зерновой массе повышенной влажности. В таких случаях теплообразование идет настолько интенсивно, что повышение температуры наблюдается в насыпях толщиной всего в 1 м или даже меньше. Понятно, что при таком самосогревании весьма существенная роль в образовании и выделении тепла в зерновой массе наряду с микроорганизмами принадлежит зерну. Наличие значительного количества свободной воды, незаконченность процессов дозревания, высокая активность ферментов и так далее способствуют энергичному дыханию самого зерна. Сырые семена сорных растений усиливают и без того высокую физиологическую активность свежесобранной зерновой массы.

Быстрота развития процесса самосогревания обязывает вести наблюдения за температурой свежесобранной зерновой массы в различных ее участках и слоях ежедневно, а некоторых случаях и несколько раз в сутки.

Своевременное вмешательство и предупреждение развития процесса самосогревания в свежесобранном зерне позволит сохранить его технологические и семенные качества.

### **3.7 Самосогревание зерновых масс с пониженной влажностью при длительном хранении**

Из истории длительного хранения зерна известны случаи самосогревания зерновых масс с влажностью ниже критической. Так, в партиях пшеницы с влажностью 12-14 % при хранении в складах в течение трех-пяти лет без перемещения самосогревание возникает на третий-четвертый год хранения, обычно без каких-либо особых внешних воздействий. Оно развивается в верхнем слое насыпи на глубине 0,5-0,8 м во второй половине лета. К осени медленное нарастание температуры в течение длительного периода (один-два месяца) заканчивается быстрым развитием процесса. Установлено, что самосогреванию сухой зерновой массы предшествует слеживание ее верхних слоев. При одной из очередных визировок щуп с большим трудом вводится в средние и нижние участки насыпи. Наблюдениями за случаями такого самосогревания установлено, что влажность зерна в греющемся слое на 1,5-2,5 %, а иногда и больше, чем средняя влажность партии. Слежавшийся и еще не подвергшийся самосогреванию слой также имеет более высокую влажность (на 1-2 %).

Основной причиной возникновения самосогревания в сухих зерновых массах, хранящихся длительное время без перемещения, являются сезонные перепады температур, особенно в верхних слоях насыпи. Доступ к этим слоям окружающего воздуха с различной температурой (в зависимости от времени года) сопровождается перемещением и конденсацией влаги.

Связанное с этим увлажнение определенного слоя приводит к активизации всех физиологических процессов и в первую очередь микрофлоры в весенний период. Однако общая низкая влажность зерновой массы, последующее изменение температуры воздуха и его относительной влажности в летний

период (воздух становится сухим и теплым), приводящие к выравниванию влажности, приостанавливают развитие микроорганизмов. Повторение этого явления каждую весну приводит к постепенному разрушению покровных тканей зерна и накоплению плесневых грибов. В результате в один из весенних сезонов вспышка микробиологических процессов носит более бурный характер, переходящий в развивающийся процесс самосогревания.

Также причиной возникновения самосогревания сухого зерна при долгосрочном хранении происходит в результате скопления в отдельных участках зерновой массы вредителей хлебных запасов.

Контроль за влажностью и зараженностью вредителями сухого зерна, хранящегося длительное время в складах по отдельным слоям насыпи, и обязательная проверка влажности слоя на глубине 0,50-0,75 м от поверхности и также пристенных участков насыпи позволяют своевременно обнаруживать случаи назревающего самосогревания и принимать необходимые меры. Обязательно необходимо при хранении зерна проявление признаков слеживания и своевременно проводить необходимые мероприятия [1, 2, 9].

### **3.8 Слеживание зерновых масс при хранении**

**Слеживание зерна** – это явление частичной или полной потери его сыпучести. В зависимости от причины слеживания, кроме потери сыпучести, могут изменяться и другие свойства зерновой массы, а также и ее качество.

Долгое время считали, что явление слеживания наблюдается только при хранении зерна в силосах элеватора. Однако наблюдения за партиями зерна, длительное время хранящегося в складах, показали, что зерно может слеживаться и при других способах хранения при использовании незначительной

высоте насыпи (2-4 м).

**Виды и степень слеживания зерновой массы.** Известны случаи **сплошного** и **послойного** слеживания. В свою очередь, послойное слеживание возможно в верхних, нижних или боковых участках насыпи. Степень слеживаемости, то есть прочность сцепления зерен, также весьма различна. В одних случаях сыпучесть зерновой массы восстанавливается довольно легко, а в других ее восстановить почти невозможно.

Многообразие видов слеживания объясняется тем, что причины, приводящие к слеживанию, могут быть весьма различны по своей природе. Обычно слеживание возникает в результате одной из следующих причин:

- давления зерна на нижние слои насыпи и участки, прилегающие к стенам хранилища;
- замерзания зерна влажного и сырого состояния при ее избыточном охлаждении;
- самосогревания;
- отдельных физиологических процессов.

**Первая причина** слеживания может быть названа **физической**. Слеживание по этой причине наблюдается в силосах элеваторов. Уплотнение происходит уже во время наполнения силосов и может достигать весьма значительной степени в зависимости от их формы, размеров поперечного сечения и высоты (чем больше поперечное сечение и высота, тем больше уплотнение). Кроме того, уплотнение зависит от срока хранения и рода зерна: культуры более тяжелые уплотняются меньше, пленчатые больше. Под влиянием уплотнения зерна приходят в очень тесное соприкосновение между собой, особенно в нижних слоях и в углах силосов. В этих местах между зернами постепенно образуется некоторое сцепление, в результате которого зерновая масса начинает частично терять сыпучесть и превращаться в уплотненные куски более или менее значительных размеров.

Известны случаи слеживания сухих зерновых масс влажностью 12-14 % при продолжительном (в течение года и более) хранении в высоких железобетонных силосах.

При хранении в силосе зерновой массы в течение двух-трех лет без перемещения после ее выпуска на внутренних стенах силоса обнаруживаются сплошные или гнездовые многослойные наросты зерна, своего рода «сталактиты», для удаления которых приходится применять механические воздействия.

Слеживание легче происходит при хранении влажного и сырого зерна, обладающего, как известно, пониженной сыпучестью. При хранении такой партии большими по высоте насыпями в нижних слоях происходит запрессовывание. При этом даже изменяется форма отдельных зерен – на них образуются вмятины.

Вторая причина слеживания – **смерзание** – тоже носит чисто **физический** характер. При замораживании сырой зерновой массы в неподвижном состоянии (в складе или на специальной площадке) она превращается в прочные глыбы которые невозможно перемещать и перерабатывать.

Особенно сильно слеживается зерновая масса в процессе ее самосогревания. Как уже отмечалось ранее, при запущенных формах самосогревания сыпучесть теряется совсем, зерна склеиваются между собой и под тяжестью верхних слоев довольно сильно запрессовываются. Известны случаи, когда такую слежавшуюся зерновую массу приходилось извлекать из силоса при помощи лома в виде довольно прочных глыб.

Потере сыпучести, слеживанию и запрессовыванию зерновой массы при самосогревании способствует нарушение структуры зерна. Под действием микроорганизмов, насекомых или клещей разрушаются оболочки зерна, частично деформируются и внутренние ткани; жизнедеятельность зерна также способствует его деформации и разрушению. Особенно это заметно при про-

растании. В последних стадиях самосогревания наблюдается развитие микробов, выделяющих гумусообразные соединения. Наличие этих выделений в зерне с изменившейся структурой также благоприятствует слеживанию.

Однако не всегда слеживание является следствием самосогревания зерновой массы. В некоторых случаях оно предшествует процессу самосогревания. Случаи такого порядка мы рассматривали выше при характеристике процессов самосогревания в сухом зерне, хранящемся в складе длительное время.

Такое слеживание в верхнем слое насыпи, по-видимому, объясняется жизнедеятельностью микроорганизмов, получающих возможность развиваться во время перепадов температур и связанных с ним послойным увлажнением зерновой массы.

Общая низкая влажность зерновой массы и быстрое рассредоточение влаги в сухом зерне после каждого перепада температур приостанавливают дальнейшее развитие микроорганизмов. Однако их воздействие уже сказалось на состоянии покровных тканей зерна.

Изменение состояния покровных тканей зерна, наличие продуктов жизнедеятельности клеток микробов на поверхности зерен и, наконец, содержимое клеток микробов, развитие которых задержано, приводят к склеиванию зерен и послойному слеживанию.

Замечено, что активное развитие плесневых грибов в зерновой массе даже без ее самосогревания также всегда сопровождается понижением сыпучести и явлением слеживания.

Слеживанию зерновой массы способствуют и развивающиеся в ней вредители. Скопление клещей, рыжего мукоеда и особенно гусениц амбарной моли всегда приводит к гнездовому или послойному слеживанию зерновой массы. В случае развития амбарной моли слеживание всегда наблюдается в верхнем слое насыпи.

Какими бы причинами ни вызывалось слеживание зерновой массы, оно

должно быть обязательно своевременно предотвращено или ликвидировано. В начальный период слеживания зерновая масса еще без особых усилий и затрат может быть приведена в нормальное состояние, достаточно ее лишь переместить. Так предотвращают устойчивое слеживание зерновой массы при долгосрочном хранении [[1](#), [2](#), [12](#)].

## Список использованных источников

1. Трисвятский, Л. А. Хранение зерна / Л. А. Трисвятский. 4-е, перераб. и доп. изд. – М.: Агропромиздат, 1986. – 351 с. – <https://studfiles.net/preview/5063468/>
2. Пунков, С. П. Хранение зерна, элеваторно-складское хозяйство и зерносушение / С. П. Пунков, А. И. Стародубцева. 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1990. – 367 с. - <http://bookre.org/reader?file=719643&pg=8>
3. Трисвятский, Л. А. / Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов [Текст] : учеб. для вузов / Л. А. Трисвятский, Б. В. Лесик, В. Н. Кудрина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1991. – 415 с. - [https://www.agrowebcee.net/fileadmin/content/awuzbekistan/files/library/KHraneniya\\_i\\_tekhnologiya\\_selskokhozjaistvennykh\\_kultur..pdf](https://www.agrowebcee.net/fileadmin/content/awuzbekistan/files/library/KHraneniya_i_tekhnologiya_selskokhozjaistvennykh_kultur..pdf)
4. Нилова, Л. П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров: учебник / Л. П. Нилова. 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 448 с. – (Высшее образование).
5. Рукосуев, А. Н. Товароведение зерномучных и хлебных товаров: учебник для товаровед. фак. торг. вузов / А. Н. Рукосуев. – М.: Экономика, 1973. – 319 с.
6. Технология переработки растительной продукции / Н. М. Личко [и др.]; под. ред. Н. М. Личко. – М.: Колос, 2008. – 538 с. – <http://bookre.org/reader?file=1238800&pg=15>
7. Правила организации и ведения технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности. – В.: ВНИИКП, 1997. – 256 с. – <http://lawru.info/dok/1989/09/11/n1178816/page2.htm>
8. Медведева З. М. Технология хранения и переработки продукции растениеводства: учеб. пособие / З. М. Медведева, Н. Н. Шипилин, С. А.

Бабарыкина; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015.–340с. –

<http://etc.nsau.edu.ru/files/TPSel%20Hoz%207/Pererabotka%20produkcii%20rasteni%20evodstva.pdf>