

# КАК СОХРАНИТЬ ЗЕРНО БЕЗ ПОТЕРЬ\*

В Международной промышленной академии (МПА) в конце февраля прошел семинар по программе повышения квалификации на тему **«Как правильно выбрать металлические зернохранилища и сохранить в них зерно без потерь. Альтернативные решения металлическим силосам»**.



● С докладом *«Опыт внедрения и эксплуатации металлических силосов. Технические решения, компоновка зерновых комплексов на основе металлических силосов и оснащение их технологическим и транспортным оборудованием нового поколения»* выступил А.В. Давыдов, руководитель группы элеваторного направления ОАО «Мельинвест» (г. Нижний Новгород).

Докладчик остановился на классификации металлических зернохранилищ по конструкции и способу изготовления стен силосов: сварные, витые и сборные, выделив сборные силосы как наиболее распространенные. В основе их строительства заложены принципы возведения каркаса и закрепления на нем металлических листов.

По назначению силосы делятся на фермерские малой вместимости, с возможностью кратковременного хранения зерна небольшими партиями; конусные (хоперы) — это накопительные бункеры для зерна перед суш-

кой и очисткой, формированием помольных партий, а на комбикормовых заводах — перед вводом в комбикорма; экспедиторские для отгрузки зерна на железнодорожный и автомобильный транспорт; плоскдонные вместительные силосы для длительного хранения зерна на заготовительных и перевалочных предприятиях, а также для формирования крупных партий зерна, отправляемых на экспорт судами.

В зависимости от варианта использования силосов выбираются те или иные конструкции. Проводятся прочностные расчеты стен и днища с учетом давления на них зерна в статике (при хранении) и в динамике — при заполнении и выгрузке. А.В. Давыдов особо отметил важность применения строгого подхода к подготовке партий зерна к хранению его в металлических емкостях. Он также предложил оборудование для сушки и очистки зерна, выпускаемое ОАО «Мельинвест».



*Зернохранилище с металлическими силосами (ОАО «Мельинвест»)*

● *Вопросы хранения зерна в разных климатических условиях и в хранилищах различного исполнения (напольные и силосные, железобетонные и металлические), а также технологии предупреждения его потерь при хранении, в том числе в процессе самосогревания в металлических силосах, раскрыл В.Б. Фейденгольд в своей второй лекции.*

Прежде всего он напомнил об уникальной природе зерна, которое в здоровом, выполненном и целом состоянии надежно защищено от воздействия внешних факторов оболочками. При благоприятных внешних условиях они помогают, например, зернам пшеницы сохранять свою жизнеспособность на уровне 40–80% более 10 лет. Биохимические процессы, протекающие в зерне, включают команды и механизмы, позволяющие ему при относительно низкой температуре и влажности длительное время находиться в состоянии, близком к анабиозу. При этом на поддержание процессов жизнедеятельности в течение года расходуется сотые или десятые доли процента (0,08–0,3%) сухого вещества.

Урожай формируется задолго до его приемки на тока и заготовительные элеваторы и зависит в первую очередь от сортовых особенностей зерна. Сорт как генетический носитель природных свойств определяет потенциальную урожайность, способность противостоять неблагоприятным воздействиям окружающей среды, технологические и потребительские достоинства зерна. Качество и объем урожая обусловлены также состоянием почвы, климатическими условиями конкретного года, применяемой агротехникой выращивания и уборки, организацией послеуборочной обработки в хозяйствах. Основными причинами получения неполноценного зерна в поле являются: созревание при неблагоприятных погодных условиях; повреждение грибными болезнями и полевыми вредителями; механические повреждения при уборке и обмолаоте, транспортировании, послеуборочной обработке; неоднородность зерновой массы по качеству и состоянию. В какой мере и в каком направлении перечисленные факторы и условия объективного и субъективного (вероятностного) характера проявятся в конкретной ситуации, такой и будет урожай в текущем году. Следовательно, приспособить всю технологическую систему к работе с максимальным эффектом и обеспечить в необходимом объеме условия полной сохранности зерна, что не менее важно, а также правильно его обработать и использовать по назначению практически невозможно. Однако свести потери к минимуму всегда будет актуальной и вполне выполнимой задачей, отметил докладчик.

Зерно как любой живой организм находится в постоянном взаимодействии с окружающей средой, ее условия оказывают непосредственное влияние на интенсивность процессов, протекающих в нем. К числу основных причин возникновения биологических потерь следует отнести процессы, связанные с дыханием зерна, наличием

микроорганизмов, сорных примесей и вредителей хлебных запасов. Все это сопровождается выделением тепла, накоплением его избытка и влаги в отдельных участках зерновой массы, что вследствие плохой теплопроводности приводит к возникновению и развитию процесса самосогревания.

В таблице 1 приведены сравнительные данные об интенсивности дыхания зерна пшеницы с различной влажностью при температуре хранения 20°C (за единицу принята интенсивность дыхания зерна влажностью 14,0%).

**Таблица 1. Интенсивность дыхания зерна пшеницы при различной влажности**

Влажность зерна, %	14,0	15,5	17,0	19,0
Интенсивность дыхания (CO <sub>2</sub> на 100 г СВ в сутки)	1	3–5	6–12	20–40

Также важным параметром, определяющим физиологическую активность зерна, является температура. За одни сутки потери сухого вещества (СВ) зерна пшеницы влажностью 16,0% при повышении температуры с 10°C до 55°C увеличиваются в 40 раз, влажностью 18,0% — в 160 раз, влажностью 22,0% — в 400 раз. Расчеты (в пределах допустимых погрешностей) показывают, что в зерновой массе весом 1000 т повышение температуры при самосогревании на 10°C сопровождается потерями сухого вещества для разных культур на уровне 1–2 т.

Влажность зерна, при которой появляется так называемая свободная влага, приводящая к резкой активизации процессов жизнедеятельности зерна и населяющих его микроорганизмов, называется критической. В таблице 2 приведена величина критической влажности зерна для различных культур.

**Таблица 2. Критическая влажность зерна различных культур**

Культура	Влажность, %
Пшеница, рожь, ячмень	14,5–15,5
Рис, гречиха, овес	13,5–14,5
Кукуруза, сорго, просо	12,5–13,5
Подсолнечник, кукуруза, рапс	6,0–8,0

При этом следует учитывать, что зерно и семена всех культур относятся к капиллярно-пористым системам. Находясь в постоянном взаимодействии с воздухом, они способны как поглощать из него влагу, так и отдавать ее в окружающую среду. Влагообмен между воздухом и зерном прекращается, когда парциальное давление водяного пара в воздухе, соответствующего относительной влажности воздуха при определенной температуре, и парциальное давление водяного пара над зерном равны. В этом случае наступает состояние динамического рав-

новесия, влажность зерна называется равновесной. В таблице 3 приведены значения равновесной влажности для зерна различных культур.

Опыты показывают, что в зерне пшеницы при влажности 17,0% и начальной температуре 20°C вследствие тепловыделения за трое суток повышается температура на 0,6°C, а при начальной температуре 25°C — на 1°C. При влажности 19,0% и начальной температуре 25°C температура зерна за трое суток повышается на 2,2°C. Эти данные относятся в основном к выделению тепла самим зерном. Более интенсивно накопление тепла происходит за счет выделения его микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности. Это оказывает существенное влияние не только на количественные потери, но и на показатели, характеризующие качество и безопасность зерна, а также на товарный вид вырабатываемой из него продукции.

Вследствие низкой теплопроводности зерновой массы около 85% выделяющегося тепла концентрируется в очаге тепловыделения, вызывая быстрое повышение температуры. При этом температурная волна от очага тепловыделения распространяется очень медленно и при отсутствии условий, способствующих образованию новых очагов, практически полностью затухает уже на расстоянии 0,5–0,7 м, что затрудняет его обнаружение.

Таблица 3. Равновесная влажность зерна

Культура	Относительная влажность воздуха, %							
	75				80			
	Температура воздуха, °C							
	0	10	20	30	0	10	20	30
Пшеница	15,8	15,5	15,1	14,8	16,7	16,3	16,0	15,7
Рожь, ячмень	17,0	16,7	16,3	15,4	18,3	17,9	17,4	16,5
Овес	16,6	16,1	15,6	15,0	17,9	17,3	16,8	16,2
Горох	16,8	16,5	16,1	15,8	17,7	17,3	17,0	16,7
Подсолнечник	8,9	8,5	8,2	7,6	9,5	9,3	9,1	8,5

Следует отметить, что признаком неблагополучного состояния зерна служит не собственно температура, а степень ее повышения за сутки. Повышение температуры более чем на 0,5°C является первым объективным признаком самосогревания и служит сигналом к тому, чтобы усилить контроль за этой партией. А если эта тенденция подтвердится, немедленно приступить к ликвидации очага самосогревания.

В таблице 4 даны сведения Г.А. Закладного (2007 г.) о нижних температурных порогах развития (НТПР) насекомых основных видов и продолжительности их развития при разной температуре и влажности зерна от 12,5 до 15,0%. Следует отметить, что в благоприятных условиях одна самка жуков способна откладывать в среднем от 300 до 600 яиц. Учитывая, что цикл развития насекомых составляет в среднем полтора–два месяца, их численность в зерне может быстро увеличиваться. Например, в пшенице при температуре 25°C численность рисового долгоносика через один месяц может возрасти почти в 70 раз, амбарного долгоносика — в 45 раз, зернового точильщика — в 60 раз. В этой связи снижение влажности зерна ниже критической и охлаждение его до температуры ниже 10°C являются основными технологическими приемами, которые не позволят вредителям хлебных запасов развиваться в зерновой массе и предотвратят количественно-качественные потери зерна. В иных обстоятельствах его можно защитить от повреждения насекомыми и клещами, лишь «законсервировав» путем обработки инсектицидами контактного действия.

Таким образом, чтобы с минимальными потерями сохранить партию зерна в металлическом силосе, ее необходимо просушить до влажности ниже критической. Обязательно очистить от сорной примеси, пропустив через зерноочистительную машину. При перемещениях необходимо в максимальной степени исключить травмирование зерна. Обеспечить режим его хранения при температуре ниже 10°C.

Вот почему важно следить за температурой зерновой массы при хранении. Профессор рассказал о технических решениях, способных обеспечить эффективный контроль температуры зерна, в частности, в металлических силосах,

Таблица 4. Нижние температурные пороги для развития насекомых и продолжительность их развития при разной температуре

Вид насекомого	НТПР, °C	Продолжительность развития при температуре (не более °C), сутки							
		12	15	17	20	22	25	27	30
Амбарный долгоносик	10,2	376	141	99	69	57	46	40	34
Мельничная огневка	10,7	488	147	101	68	56	44	39	33
Зерновая моль	12,6	—	211	115	69	54	41	35	29
Рисовый долгоносик	13,5	—	309	132	71	54	40	34	28
Малый мучной хрущак	14,8	—	—	259	109	79	56	47	37
Булавоусый хрущак	15,2	—	—	257	96	68	47	39	31
Суринамский мукоед	15,6	—	—	244	78	53	36	30	24
Зерновой точильщик	16,4	—	—	665	111	71	46	38	29
Короткоусый мукоед	18,5	—	—	—	236	101	54	42	31

Таблица 5. Периодичность контроля температуры зерна\*

Состояние зерна по влажности	Свежеубранное (в течение трех месяцев с момента приема)	Прочее зерно с температурой		
		выше 10°C	от 10 до 0°C	0°C и ниже
Сухое и средней сухости	1 раз в 5 дней	1 раз в 15 дней	1 раз в 15 дней	1 раз в 15 дней
Влажное	ежедневно	1 раз в 2 дня	1 раз в 5 дней	1 раз в 15 дней
Сырое	ежедневно	—	—	—

\*Кроме кукурузы, подсолнечника, рапса, проса.

Источник: Инструкция №9-7-88 по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы.

Таблица 6. Периодичность контроля температуры зерна кукурузы, проса и риса

Состояние зерна по влажности	Свежеубранное (в течение трех месяцев с момента приемки)	Прочее зерно с температурой	
		выше 10°C	10°C и ниже
Сухое	1 раз в 3 дня	1 раз в 10 дней	1 раз в 15 дней
Средней сухости	1 раз в 2 дня	1 раз в 5 дней	1 раз в 10 дней
Влажное и сырое	ежедневно	—	—

Источник: Инструкция №9-7-88 по хранению зерна, маслосемян, муки и крупы.

привел данные о периодичности такого контроля (таблицы 5 и 6). Кроме того, он ознакомил с позициями по этому вопросу, изложенными в Федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» (приказ Ростехнадзора от 03.09.2020 г. №331). В них указано, что температура зерна проверяется в сроки, которые определяются эксплуатирующей организацией в технологическом регламенте для каждого вида сырья в зависимости от влажности, в том числе с учетом ограничений, установленных техническими регламентами и документами по стандартизации. В металлических силосах контроль температуры сырья в сухом состоянии при температуре выше 10°C проводят один раз в три дня, при температуре сырья 10°C и ниже — один раз в семь дней.

В.Б. Фейденгольд также привел полный перечень требований к системам термометрии зерна, на основании которого можно оценить используемую на предприятии систему термометрии и грамотно подойти к выбору предлагаемых на рынке вариантов. Система термометрии должна иметь четыре режима управления: «автоматический» — система по заранее составленной программе (не реже одного раза в сутки) автоматически включается и проводит измерение в обегавшем режиме по всем контрольным точкам; «диспетчерский» — централизованное (при помощи пульта) управление оператором текущими измерениями температуры; «ручной» — измерение переносным прибором с подключением к любой термоподвеске; «наладочный» — оператор имеет возможность самостоятельно менять конфигурацию системы, проводить настройку сервисных возможностей, диагностировать и обнаруживать неисправности, определять их вид и место в системе. Предел допускаемой погрешности схемы из-

мерения не должен превышать  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ , термоподвески —  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ . Передача аналогового сигнала от датчика до АЦП должна выполняться по 4- или 3-проводной схеме (ГОСТ Р 50353). Система термометрии должна давать возможность отслеживать динамику изменений температуры продукта в силосах. Обеспечивать по заданию оператора получение в автоматическом режиме выборочной информации по силосам, заполненным зерном. Представлять результаты измерения в цифровой, табличной и графической форме на индикаторе, дисплее и на распечатке на принтере. Она должна быть оснащена звуковой сигнализацией, оповещающей о превышении критических значений температуры; позволять измерять температуру и относительную влажность окружающего воздуха. Иметь постоянную привязку к дискретному времени (регистрация даты, времени измерения и аварийной ситуации) и



Привязка силосов с коническим дном к зерносушилке

возможность модернизации, включения в локальные компьютерные сети предприятия. Должна быть снабжена информационной подсистемой типа «силосная доска» с автоматической передачей в нее данных о температуре. Позволять оператору работать в режиме «совета» при разработке рекомендаций для принятия решений. Гибкость системы при внедрении, то есть возможность поэтапного ее внедрения, — тоже важный довод при выборе системы термометрии. К ней должны подключаться любые термоподвески со стандартными датчиками. Система должна быть включена в Государственный реестр средств измерений, иметь сертификат качества, разрешение Ростехнадзора на использование на объектах категории Б и техническую документацию в полном объеме (проект привязки системы термометрии к зернохранилищам, ТУ, паспорт, методику поверки).

● В докладе С.Л. Белецко, кандидата технических наук, директора ВНИИКП — филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, на тему «Технологии и режимы, обеспечивающие длительное хранение зерна» был приведен перечень возможных изменений качества зерна в процессе длительного хранения: снижение биологической ценности, ухудшение хлебопекарных свойств, потеря блеска, изменение количества и качества клейковины, приводящее к понижению его класса. Докладчик проинформировал о трудностях выявления внутренних дефектов зерна, которые оказывают существенное влияние на его сохранность: травмированные зерна (с трещинами оболочек и эндосперма), поврежденные насекомыми (наличие внутри зерновки живых и мертвых вредителей или личинок), поврежденные клопом-черепашкой, с дефектами зародыша (механическими, биологическими, в том числе со скрытым прорастанием), и проиллюстрировал возможности рентгеноскопического анализа для их обнаружения.

● О том, какие необходимо применять температурные режимы хранения пшеницы в различных регионах страны, рассказал старший научный сотрудник ФГБУ НИИПХ Росрезерва В.В. Лоозе. Он привел данные за 2014–2019 гг. по динамике изменения температуры хранящегося зерна в силосах элеваторов, расположенных в Северо-Западном, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Замеры температуры проводили в верхнем, среднем и нижнем слоях зерна, а также фиксировали параметры наружного воздуха. В конце доклада В.В. Лоозе дал ряд рекомендаций по поддержанию температурного режима при длительном хранении зерна в зависимости от территориального расположения элеватора.

Слушатели одобительно отозвались о прошедшем в МПА мероприятии. По завершении курса они получили удостоверения о повышении квалификации. ■

## ЭЛЕВАТОРМЕЛЬМОНТАЖ ВОЛГОГРАД



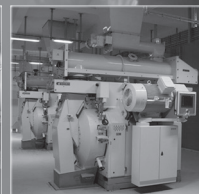
(8442) 94 44 65

E-mail: info@montaj.ru

www.montaj.ru



### 60-летний опыт работы



#### СТРОИТЕЛЬСТВО:

- Элеваторов
- Комбикормовых заводов
- Мельзаводов
- Крупазаводов
- Заводов по производству семян
- Маслоэкстракционных заводов
- Семяочистительных комплексов
- Заводов по производству строительных материалов

#### ИЗГОТОВЛЕНИЕ:

- Деталей самотечного транспорта
- Задвижек и перекидных клапанов с различными типами приводов
- Сборных бункеров бестарного хранения сырья
- Деталей и оборудования аспирационных сетей
- Нестандартизированных металлоконструкций

#### ЗАВОДЫ ПОД КЛЮЧ:

- Возведение здания
- Монтаж технологического оборудования
- Монтаж электро-технического оборудования и автоматизация
- Пусконаладочные работы
- Осуществление функций генерального подрядчика
- Гарантии на выполненные работы