

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**». Актуальность заявленной темы обусловлена запросом руководителей и специалистов элеваторов, хлебоприемных и сельскохозяйственных предприятий, которые сталкиваются с трудностями в решении ряда сложных технологических и организационных задач, связанных с выбором конструкций зернохранилищ, в том числе металлических силосов, с их технической эксплуатацией и управлением процессами хранения зерна. Активное участие в семинаре приняли также руководители и специалисты, которые смогли предложить решения по проектированию, строительству и техническому оснащению современных зернохранилищ различного предназначения и исполнения.

● *В.Б. Фейденгольд, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой зерна и продуктов его переработки МПА, в своем первом докладе остановился на востребованности зерна внутри страны и на международных рынках, на острой необходимости иметь достаточное количество зернохранилищ, обеспечивающих его сохранность.*

В настоящее время население земного шара превышает 8 млрд человек и к середине 2050-х годов приблизится к 10 млрд. Его динамичное развитие ставит непростые вопросы по обеспеченности продуктами питания животного и растительного происхождения, полученных в значительной степени при использовании зерна, мировое производство которого не превышает 2,3 млрд т и составляет менее 300 кг на человека в год. Решение планетарной проблемы по увеличению производства, сохранности и правильного перераспределения зерна возможно только с учетом анализа влияния целого комплекса факторов — демографического, экологического, экономического, технологического, социально-политического характера, которые тесно связаны между собой и обязательно с наличием или отсутствием зернохранилищ.

По приведенным данным Росстата, в 2022 г. в России собраны рекордные 157,7 млн т зерновых и зернобобовых культур, это на 29,9% больше, чем в 2021 г. (121,4 млн т). Из них на пшеницу приходится 104,2 млн т, что на 37% больше предыдущего урожая (76,1 млн т). По другим зерновым также отмечается рост: по ячменю — на 30%, ржи — на 26,5%, кукурузе — на 5%. Побиты исторические рекорды и по масличным — 29,076 млн т, что на 17% выше показателя 2021 г. Существенный прирост зафиксирован по гречихе (33%) и овсу (20%). Исходя из валового сбора зерна и данных ФГБУ «Центр Агроаналитики» на 01.01.2021



о наличии в России зернохранилищ общей вместимостью 157,1 млн т, а также с учетом соотношения собранных культур, имеющих различную натуру, необходимости отдельного размещения партий зерна, потребности в дополнительных емкостях для проведения технологических операций с зерном, несовпадающих колебаний урожая в регионах и фактического распределения зернохранилищ по территориям дефицит мощностей зернохранения по стране в настоящее время определяется в объеме не менее 50 млн т, что значительно превосходит величину, прогнозируемую Долгосрочной стратегией развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года.

Более 80% зернохранилищ, возводимых в последние 30 лет в нашей стране, представлены металлическими силосами общей вместимостью около 1 млн т в год. За это время накоплен как позитивный, так и негативный опыт их проектирования, строительства и эксплуатации; выполнен целый ряд научных обобщений и разработок в этом направлении; предложены альтернативные решения; на новом технологическом уровне возрождено строительство сооружений и силосов из монолитного железобетона; кроме того, нашли применение каркасные металлические хранилища напольного типа; для временного хранения зерна широко используются полимерные рукава.

Профессор сформулировал основные технологические и технические требования к зернохранилищам:

- надежно защищать зерно от атмосферных осадков, грунтовых и поверхностных вод, от резких перепадов температур;
- обеспечить защиту зерна от вредителей хлебных запасов;
- быть приспособленными для загрузки и выгрузки зерна, для контроля состояния зерновой массы при хранении, для вентилирования зерна;
- размеры емкостей и их количество должны обеспечивать возможность хранения различных по объему и качеству партий зерна, не допуская их смешивания.

Помимо этого, к зернохранилищам предъявляются такие требования, как:

- соответствие нормам и правилам в области промышленной безопасности;
- оснащенность устройствами для предупреждения и локализации взрывов и пожаров;
- экономичность при строительстве и эксплуатации, достаточная прочность и устойчивость зданий и сооружений, соответствующих повышенным нагрузкам, в том числе динамического характера;
- автоматизация производства, управление на базе компьютерной техники;
- архитектурная выразительность и привлекательность.

Используя эти требования в качестве базы для сравнения, В.Б. Фейденгольд проанализировал достоинства и недостатки зернохранилищ различного исполнения. Внимание было

акцентировано на технико-экономических характеристиках металлических силосов, которые имеют ряд преимуществ: быстрый монтаж, низкие капитальные вложения, возможность вентилирования зерна, использование конструкций с плоским или коническим днищем. Основным недостатком металлических силосов связан с плохой защитой зерна от резких перепадов температур вследствие высокой теплопроводности металла и малой толщины стенок, что нередко приводит к образованию конденсата на металлических конструкциях, неспособных из-за отсутствия пористости материала поглощать свободную влагу. В таблице 1 приведены сравнительные данные, характеризующие защитные свойства металлического и железобетонного силосов от перепадов температур.

Таблица 1. Характеристики металлического и железобетонного силосов, определяющие их защитные свойства от перепадов температур

Материал	Толщина стенки, мм	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	Пористость, %
Металл	2–6	52	0
Железобетон	120–220	1,4–1,8	15–25
Зерновая масса (справочно)	—	0,15–0,25	30–60
Пенопласт (справочно)	—	0,04	80–90

Учитывая опыт, который накопился за время эксплуатации металлических силосов, можно утверждать, что для обеспечения сохранности в них зерна необходимо выполнять более жесткие требования к его качеству и состоянию при закладке на хранение в железобетонные силосы. В частности, влажность при загрузке не должна превышать 14,0%. Запрещается загрузка зернохранилищ свежубранным зерном, не прошедшим сушку и очистку; содержание сорной примеси в нем не должно превышать пределов, установленных ГОСТ для зерна средней чистоты. Хранение зерна в металлических силосах в зависимости от региона расположения не должно превышать двух лет. На практике эти требования не всегда соблюдаются, что приводит к образованию очагов самосогревания и большим количественным и качественным потерям зерна. Важно отметить, что удельная стоимость силоса большой вместимости значительно ниже стоимости силоса, имеющего малую вместимость (табл. 2).

С целью экономии средств часто возводят силосы диаметром до 30 м и вместимостью от 3 до 8 тыс. т и даже выше. Однако в таких силосах практически невозможно сформировать однородные по качеству партии зерна, происходит их смешивание. А если загружены партии с более высокой влажностью и засоренностью, то могут появиться очаги самосогревания, приводящие к потере качества. Оборудовать силосы такого размера надежной

системой термометрии не представляется возможным, также сложно организовать отбор проб для контроля качества зерна при хранении.

Таблица 2. Удельная стоимость силоса в зависимости от его размера и вместимости

Диаметр, м	Высота, м	Вместимость, тыс. т	Стоимость 1 тонны вместимости, усл. ед.
9,0	21,7	1,1	1,0
9,9	28,4	1,8	0,91
14,4	28,8	3,64	0,85
21,7	30,9	8,4	0,75



Силосный корпус и зерносклад из железобетона (ООО «Волгохлебстроймонтаж»)

В.Б. Фейденгольд довел до слушателей информацию об оптимальном для предприятий соотношении силосов разных размеров, обеспечивающем их наибольшую загрузку и согласующимся с данными, приведенными в нормативном документе «Свод правил. Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна СП 108. 13330.2012». Рекомендуется обеспечивать следующее соотношение емкостей исходя из вместимости: до 200 т — 5%, 600–800 и 1400–1800 т — по 10%, от 3000 и более — 55%.

Все это указывает на то, что только при разумном сочетании различных в технологическом отношении технических средств, отвечающих условиям эксплуатации, можно достичь положительных результатов, а также на необходимость, наряду со строительством металлических силосов, возрождать индустрию строительства железобетонных зернохранилищ.

● О новом в строительстве и реконструкции зернохранилищ из монолитного железобетона рассказал И.А. Вайнер, генеральный директор ООО «Волгохлебстроймонтаж» (г. Саратов).

Он, в частности, отметил, что в последнее десятилетие наметилась явная тенденция к возвращению монолитного железобетона в качестве основного материала для строительства современных зданий мельниц, комбикормовых и маслоэкстракционных заводов, а также зернохранилищ. Это обусловлено высокой надежностью, низкими эксплуатационными затратами, экономической выгодой применения этого материала. При этом исключаются такие проблемы, как коррозия металлоконструкций и необходимость проведения регулярных мероприятий по их ог-

незащите. Предлагая строительство силосных корпусов из монолитного железобетона, ООО «Волгохлебстрой-монаж» опирается на многолетний опыт их эксплуатации:

- максимальный коэффициент загрузки при обеспечении отдельного хранения большого количества партий зерна разного качества;
- отсутствие конденсата на крыше и стенах силосов;
- долговечность.

Главным достижением компании стало внедрение при строительстве «скользящей опалубки», благодаря чему появилась возможность за 6 месяцев возводить силосные корпуса практически любых размеров. Работы по бетонированию идут непрерывно, это позволяет избежать рабочих швов и, соответственно, повысить качество конструкций.

Также И.А. Вайнер рассказал об опыте компании в строительстве современных механизированных зернохранилищ напольного типа, выполненных из монолитного железобетона, о возможности создания зерноскладов длиной 50–100 м, шириной 18–36 м, высотой стен от 12 до 22 м.

Преимущества такого зернохранилища: полная механизация загрузки и выгрузки зерна; полная загрузка склада благодаря использованию разравнивающего устройства; отдельное хранение партий зерна в отсеках; доступ в склад малой техники для уборки остатков продукции; возможность применения системы активного вентилирования зерна и термометрии.

● *В лекции В.В. Старостина, кандидата технических наук, генерального директора ООО «Проект Стамер», содержались практические рекомендации по вопросам проектирования и строительства зернохранилищ на основе металлических силосов и бункеров с учетом строительных норм и требований Ростехнадзора.*

Руководитель компании рассказал о последовательности процедур, необходимых для оформления заказа и проведения проектных, строительных, монтажных и пусконаладочных работ, а также о соблюдении гарантий со стороны заказчика и исполнителя работ.

● *Руководитель Центра онлайн-технологий и международного сотрудничества МПА, кандидат технических наук, доцент Л.В. Устинова ознакомила с техническими характеристиками современных систем хранения зерна и продуктов его переработки, таких как:*

- силосы круглой формы из гофрированной оцинкованной стали с плоским днищем и конусной воронкой;
- бункера с профилированными стенами модульной конструкции для хранения зерна и других продуктов;
- бункера с гладкими стенами модульной конструкции для хранения специальных продуктов, в том числе труднотыпучих;
- бункера-накопители прямоугольные для установки в производственном здании или на открытом воздухе.

Руководитель Центра привела европейские нормы ANSI/ASAE и Eurocode для пшеницы насыпным весом 834 кг/м³, используемые при расчете прочностных характеристик, параметров силосов и конструктивных элементов с учетом снеговой и сейсмической нагрузок, силы ветра. Ею были представлены карта снежного покрова и сейсмического районирования территории РФ и иллюстрации разрушений силосов, связанных с несоблюдением этих норм.

Причины разрушения металлических силосов:

- ошибки в проектировании;
- нарушения в технологии строительно-монтажных работ;
- технологические ошибки при эксплуатации (загрузка–выгрузка зерна);
- снеговые и ветровые нагрузки;
- усталость металла (качество);
- коррозия и биокоррозия конструкций.

Металлические емкости для хранения зерна требуют высококвалифицированного подхода к их эксплуатации, подчеркнула Л.В. Устинова. Малейшее отклонение от требований технологического регламента к эксплуатации подобного рода зернохранилищ, как правило, создает неуправляемую предаварийную обстановку, способную привести к масштабным катастрофическим разрушениям. ■

Продолжение в следующем номере



ИНФОРМАЦИЯ

На субсидирование железнодорожных перевозок сельскохозяйственной продукции по льготным тарифам будет дополнительно направлено 2 млрд рублей. Такое распоряжение подписал Председатель Правительства Михаил Мишустин (от 27 апреля 2023 года №1092-р).

Федеральное финансирование позволит аграриям снизить транспортные расходы и увеличить поставки в российские регионы зерновых и различных культур, овощей и рыбной продукции, а также минеральных удобрений. «Это решение позволит перевезти без перебоев не менее миллиона тонн

грузов и поможет сельхозпроизводителям и пищевой промышленности получить все, что нужно для их деятельности. А у людей в каждом российском субъекте сохранится широкий выбор качественных продуктов», — отметил Михаил Мишустин.

По материалам government.ru /