

УДК 69.059.14

ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СИЛОСОВ

Земцова Ольга Григорьевна,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика».

Гуреева Екатерина Николаевна,

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
г. Пенза,*

магистрант.

Береговой Дмитрий Петрович,

ООО ЦНЭПБ «Промтэк», г. Пенза,

эксперт.

Аннотация

Статья посвящена методике проведения обследования строительных конструкций металлических силосов. В работе приводится алгоритм выполнения обследования, описание основных конструктивных элементов и их возможных дефектов и повреждений.

Ключевые слова: силос, металлический силос, обследование, дефекты.

PECULIARITIES OF INSPECTION OF STRUCTURES OF METAL SILOS

Zemtsova Olga Grigorevna,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

Candidate of Sciences, Associate Professor of the department “Mechanics”.

Gureeva Ekaterina Nikolaevna,

Penza State University of Architecture and Construction, Penza,

undergraduate student.

Beregovoj Dmitriy Petrovich,

ООО СНЕНПВ “Promtehk”, Penza,
expert.

Abstract

The article is devoted to the method of conducting an inspection of building structures of metal silos. The paper provides an algorithm for performing the survey, a description of the main structural elements and their possible defects and damage.

Keywords: silos, metal silos, inspection, defects.

В настоящее время большинство предприятий Пензенской области по хранению и переработке растительного сырья при строительстве или реконструкции зернохранилищ отдает предпочтение металлическим силосам (рисунок 1). Эти сооружения получили широкое распространение благодаря оптимальному соотношению стоимости и сроков возведения.



Рисунок 1 – Строительство металлических силосов в Бековском районе Пензенской области (февраль 2019 г.)

Гарантией длительной и надежной работы металлических силосов является своевременное проведение осмотров, технического обслуживания и необходимых ремонтов. На данный момент в нормативной документации отсутствует утвержденная методика проведения обследования конструкций металлических силосов. Поэтому при обследовании подобного рода сооружений приходится руководствоваться общими документами: ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [1], СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» [2], «Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров» [3] с учетом особенностей проектирования и эксплуатации силосов.

При обследовании металлических силосов важно особое внимание уделить основным конструктивным элементам и возможным характерным дефектам, приводящим к снижению эксплуатационной надежности сооружения.

Фундаменты. Фундаменты силосов следует проверять на целостность, отсутствие трещин и неровностей. Кроме того, при обследовании фундаментов выполняется проверка соответствия марки бетона и пространственного положения проектным характеристикам. При неравномерной загрузке или разгрузке силоса или при неправильной передаче нагрузок от ребер жесткости возникает крен фундаментной плиты, приводящий к изменению геометрии всей конструкции и возможному ее дальнейшему обрушению (рисунок 2).



Рисунок 2 – Пример обрушения металлического силоса

Особое внимание следует уделить проверке герметичности основания силоса (рисунок 3). В силосах разных фирм-производителей стык металлических панелей и фундамента выполняется различными способами. Чаще всего – в виде бетонного кольца со слоем герметика или в виде фундаментной ленты в форме уголка также со слоем герметика.



Рисунок 3 – Пример разрушения стыка металлических панелей и фундамента

Корпус силоса. При обследовании оболочки силосов проверяется: состояние стеновых панелей, ребер жёсткости и болтовых соединений.

Стеновые панели силосов представляют собой металлический гофрированный лист с перфорацией для крепления и определенным радиусом кривизны в зависимости от диаметра силоса. Гофрирование листа выполняется для придания ему дополнительной жесткости. Толщина листа назначается с учетом физико-механических свойств металла и результатов прочностных расчетов. Как правило, на панели устанавливаются с убыванием толщины снизу вверх. Максимальная толщина стеновой панели ограничена возможностями оборудования для изготовления стеновых панелей и составляет 5 мм. В случае превышения нагрузок в нижней части силоса прочностных характеристик металла стеновые панели выполняются из сдвоенных листов. Для монтажа силосов используют гальванизированные высокопрочные гайки увеличенной высоты и болты с пластиковыми уплотнителями.

Вертикальные стойки являются ребрами жесткости металлической оболочки и служат для передачи снеговой, ветровой и эксплуатационной нагрузки на фундаменты. Конструкция стоек у разных производителей отличается формой сечения и способом наращивания по длине. Для экономии металла стойки выполняются переменной толщины и площади поперечного сечения по высоте силоса.

При обследовании оболочки силоса проверяется:

- соответствие толщины металла проектным характеристикам;
- наличие деформаций и повреждений панелей и стоек (рисунок 4),
- отслоение антикоррозийного покрытия элементов,
- наличие коррозии панелей, стоек, болтовых соединений,
- герметичность стыков (по наличию следов продукта или пыли в местах соединения элементов),
- целостность болтовых соединений, наличие срезанных или отстреливших болтов (особенно вблизи технологических отверстий).



Рисунок 4 – Примеры повреждения вертикальной стойки и металлических панелей силоса

Особое внимание следует уделить проверке герметичности примыкания крыши к стенкам силоса. При нарушении герметизации этих швов влага атмосферных осадков проникает внутрь силоса, приводя к намоканию зерна и его порче.

Внутреннее пространство силоса. При наличии технической возможности выполняется обследование силоса изнутри на предмет появления

деформаций (выпучин, вмятин, трещин и т.д.) и коррозионных очагов в стеновых панелях.

Крыша силоса. Крыши силосов выполняются из листов оцинкованного металла в виде специальных трапециевидных прогонных секторов. Угол наклона крыши силоса как правило составляет 30° . Сверху крыши устанавливают специальное устройство, которое служит для правильной загрузки зерна в силос. Крыша оборудуется смотровым люком, лестницей, а также приспособлениями для обслуживания и крепления термоподвесок, которые входят в систему послыйного контроля температуры хранимого продукта. На крыше также монтируются специальные воздухопроводы. Их конструкция предотвращает проникновение в силос различных атмосферных осадков и птиц.

Крыша силоса воспринимает снеговую и ветровую нагрузку, вес конструктивных и технологических элементов (термоподвески, лестницы, дефлекторы, люки и т.д.). При обследовании крыши силоса проверяется отсутствие деформаций элементов (рисунок 5), герметичность крыши, надежность крепления крышек люков.



Рисунок 5 – Пример обрушения крыши силоса в результате превышения допустимой снеговой нагрузки

Лестницы. Для безопасного доступа на крышу силоса используется внешняя лестница. Внешние лестницы изготавливаются из оцинкованной стали и крепятся на силос при помощи болтовых соединений. На них предусмотрены ограждения и кронштейны крепления. Перила вертикальных лестниц должны быть оборудованы предохранительными обручами. Площадки переходных лестниц изготавливают из стальных оцинкованных элементов, рабочая поверхность которых покрывается просечным металлом. Конструкции лестниц должны соответствовать следующим требованиям:

- ступени должны выполняться из перфорированного или рифленого металла, препятствующего скольжению, и иметь бортовую обшивку высотой 150 мм, препятствующую проскальзыванию ноги;
- минимальная ширина лестницы – 650 мм;
- максимальный угол по отношению к горизонтальной поверхности – 50° ;
- минимальная ширина ступеней – 200 мм;
- высота ступеней по всей высоте лестницы должна быть одинаковой и не превышать 250 мм;
- ступени должны иметь уклон вовнутрь $2-5^{\circ}$;
- поручень лестницы должен соединяться с поручнем переходов и площадок без смещения; конструкция поручня должна выдерживать нагрузку 0,9 кН, приложенную в верхней точке ограждения;
- высота поручня – 1 м;
- конструкция лестницы должна выдерживать сосредоточенный груз 4,5 кН;

При обследовании внешних лестниц силосов проверяется наличие коррозии, надежность крепления элементов лестницы между собой и к конструкциям силоса.

Оборудование. Для контроля за правильностью эксплуатации силоса необходимо при проведении обследования проверить наличие и функционирование предусмотренного технологического оборудования [4]: электрооборудование, термоподвески, системы аэрации, аспирации,

вентиляторы, зачистной шнек, датчики контроля уровня сыпучих материалов, электронные блоки управления и т.п.

Рассмотренная методика обследования позволяет в полной мере оценить техническое состояние конструкций металлических силосов и дать заключение о возможности дальнейшей безопасной эксплуатации или необходимости проведения ремонтных работ.

Библиографический список:

1. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

3. РД 153-112-017-97. Инструкция по диагностике и оценке остаточного ресурса вертикальных стальных резервуаров.

4. Станкевич Г.Н., Гапонюк О.И., Буценко И.Н. Проблемные вопросы хранения зерна в современных металлических силосах большого диаметра // Вестник Алматинского технологического университета. 2012. №5. С. 62-66.

5. Абрашитов В.С., Сорокин Д.С. Состояние несущих строительных конструкций здания и возможность их дальнейшей эксплуатации [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2019. №10. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://mechanicspguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no-10-nov-2019/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/3.10/view>

6. Шеин А.И., Бакушев С.В., Зернов В.В., Зайцев М.Б. Опыт обследования зданий и сооружений [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2017. №5. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://mechanics.pguas.ru/Plone/nomera-zhurnala/no5/stroitelnye-konstrukcii-zdaniya-i-sooruzheniya/5.16/at_download/file.

7. Земцова О.Г., Кондратьев К.А., Береговой Д.П. Взрывобезопасность как элемент качества конструкций // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. №4(30). С. 149-153.

8. Земцова О.Г., Шеин А.И. Динамический расчет и обеспечение устойчивости зданий и сооружений при строительстве и эксплуатации: курс лекций по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство». Пенза: ПГУАС, 2018. 84 с.