

По окончании этих работ кирпичная колонна была заглублена до отметки верхнего обреза новой стены подвала. Колонна была частично разобрана для обеспечения выполнения четвертого этапа работ – устройства лифта.

Схема устройства шахты лифта приведена на рис. 9.

Для устройства лифтовой шахты необходимо было вначале решить конструкцию переопирания железобетонных плит перекрытия, а затем прорезать в них «окна» для пропуска самой шахты

Эти работы выполнялись по участкам поэтажно. Лифтовая шахта была спроектирована в монолитных железобетонных конструкциях с жесткой арматурой.

Следует отметить, что объемно-планировочные решения здания в определенной степени подверглись реконструкции,

так как лифт имеет выходы в две стороны, а в здании использованы по существу две конструктивные схемы.

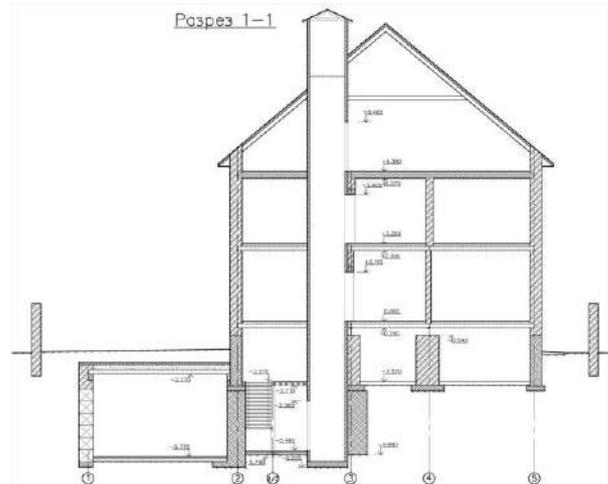


Рис.9. Схема устройства шахты лифта

УДК 69.059.2

**Избаш М.Ю., Крутова Н.А.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

## **ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ РЕВИТАЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕВАТОРОВ**

**Введение.** В последнее время в нашей стране широкое распространение получили силосные сооружения, выполненные из стали. Причиной этого является как большой срок службы уже существующих железобетонных силосных сооружений и, как следствие, необходимость их реконструкции и модернизации, так и широкая рекламная компания стальных силосов. В связи с этим многие фирмы, занимающиеся хранением и переработкой зерна, отказываются от восстановления и ремонта существующих железобетонных сооружений в пользу устройства новых. Стальные силосы – это относительно новое направление в области хранения зерна. Для продвижения своего товара на рынке продавцы зачастую используют фактор малой информированности заказчиков, что не позволяет оптимизировать и даже планировать затраты на строительство силосов для зерна. В большинстве случаев

акцент делается на достоинства сооружений без указания их недостатков.

**Цель и задачи настоящей работы** - выполнить анализ стальных силосных сооружений по сравнению с реконструируемыми железобетонными силосами.

### **Результаты исследования**

Стальные силосные сооружения имеют как ряд преимуществ, так и недостатков. К их достоинствам можно отнести безопасное хранение зерна, срок службы от 20 до 50 лет, усовершенствованные технологические комплектующие, но аналогичные характеристики свойственны и реконструированным и модернизированным железобетонным силосам. Если сравнивать эти сооружения по практике эксплуатации, то и те и другие имеют ряд недостатков.

Рассмотрим более подробно основные причины возникновения дефектов в стальных силосах и реконструируемых железобетонных.

Одной из причин являются ошибки, допускаемые на стадии проектирования. Данная проблема является общей для конструкций силосов, независимо от вида материала. Так, неверно определенные нагрузки, количество циклов загрузки – выгрузки, давление сыпучего материала приводят к неправильному назначению поперечных сечений несущих элементов, что и вызывает в дальнейшем возникновение дефектов конструкции и обрушению сооружений [1-3].

Актуальной проблемой при проектировании стальных силосов является задание снеговой и ветровой нагрузок. Для американских силосов стандартная нагрузка на крышу коммерческого силоса составляет 10 тыс. фунтов, или более 4,5 т. Для силосов до 20 м в диаметре (то есть емкостью до 3 тыс. т) практически все американские производители (кроме Westeel (Канада), у которого нагрузка в два раза меньше) декларируют этот параметр. Европейские производители (например, Sumaga, Испания) предлагают 2,5-3 т. Для больших силосов американцы могут повысить эту нагрузку до 9 т (а для силосов диаметром более 30 м – до 11,5 т), Sumaga – до 7 т [4, 5].

Увеличенная нагрузка на верхушку силоса позволяет опирать на него транспортные галереи без опасения повредить силос. Необходимо вкладывать деньги в устройство безопорных пролетов транспортерных мостов, если допустимая нагрузка заказчика не устраивает. Так, для силосов, импортируемых Турцией, принимается нагрузка на крышу  $110 \text{ кг/м}^2$ , а для Украины снеговая нагрузка на крышу силоса составляет от  $800 \text{ кг/м}^2$  до  $180 \text{ кг/м}^2$  [6]. Такие ошибки могут вызывать обрушения сооружений (рис. 1).

Одним из примеров аварий, вызванных неверным определением нагрузок, может служить обрушение стального бункера накопителя объемом около  $650 \text{ м}^3$ , входящего в состав зерноочистительного комбината и эксплуатируемого до этого

всего 12 дней. Обрушение бункера произошло внезапно, в безветренную погоду, при наличии в нем 430 т зерна. Он обрушился с наклоном в сторону машинного зала зерноочистительного комплекса, стойки получили значительные искривления с изгибом на  $180^\circ$ , но без разрыва стали [4].



Рис.1. Повреждение крыши силоса под влиянием снеговой нагрузки

Кроме фактора допуска ошибок в процессе определения нагрузок, можно отметить несовершенство существующих методик расчета как стальных, так и железобетонных силосных сооружений. Принято условно разделять сооружение на отдельные простые элементы с дальнейшим расчетом их по элементарным плоским расчетным схемам. При таком подходе не учитывается совместная пространственная работа сооружения, что приводит к большому числу погрешностей и дальнейшему развитию дефектов и деформаций. Так, в Украине в последние годы достаточно сильно распространилась ситуация с закупкой и эксплуатацией зарубежных стальных силосных емкостей большого

диаметра (объем около 1000 м<sup>3</sup>), выполненных по стандартному проекту. Проект не предусматривает нижней выпускной части конструкции, которую инженерам приходится дополнительно проектировать. Такое проектирование выполняется в строгом соответствии с рекомендациями действующих нормативных документов и доминирующими представлениями о работе емкостных конструкций. В результате, практически сразу после начала эксплуатации, отмечаются прогибы и погнутости элементов разгрузочных воронок – ребер жесткости и несущей стенки. Их величина может достигать нескольких сантиметров [1-3].

При реконструкции железобетонных силосов на стадии проектирования допускаются неправильные проектные решения по усилению сооружений. Одними из наиболее часто допускаемых проектировщиками ошибок при реконструкции становятся неверно определенные причины повреждений, некорректно рассчитанные нагрузки, а также выбор материалов, которые не подходят для усиления конструкции (рис.2).



Рис. 2. Заделка швов монтажной пеной

Примером неправильно принятого решения по усилению может служить использование системы бандажей, такой вариант усиления не способствует увеличению пространственной жесткости силосных сооружений, так как бандажи включаются в работу только после разрушения капитали колонны (рис. 3).



Рис.3. Неработающий металлический бандаж

Ошибки на стадии монтажа. В основе этих ошибок лежит некорректное выполнение проекта, отступление от него, либо некачественное выполнение монтажных работ [1-3]. Подобные проблемы существуют как при монтаже стальных силосов, так и при выполнении работ по реконструкции железобетонных сооружений.

К распространенным ошибкам при монтаже стальных конструкций, приводящих к образованию в них дефектов, можно отнести:

1. Нарушение правильной последовательности монтажа стальных конструкций, особенно связанное с установкой временных и постоянных связей, что может затруднить стыковку элементов каркаса и покрытия, привести к потере устойчивости отдельных элементов и к обрушению конструкций еще в период монтажа. Связи в конструкциях из любого материала выполняют важную роль. Они обеспечивают пространственную жесткость здания и отдельных его элементов в период монтажа и эксплуатации. Связь должна монтироваться одновременно с другими элементами каркаса в порядке, предусмотренном проектом [4].

2. Неточная подгонка и неправильное соединение элементов в монтажных стыках выражаются в неполной постановке всех соединительных элементов, в недостаточных размерах (по длине и сечению) монтажных швов, в несовпадении

осей стыкуемых элементов и других отступлениях от проекта. Неправильно выполненные стыки имеют недостаточную несущую способность и могут привести к аварии здания [5].

3. Смещение конструкций с проектных осей затрудняет или делает невозможной стыковку элементов друг с другом, вызывает появление дополнительных усилий в них. Последствия смещения стальных конструкций с осей аналогичны для железобетонных конструкций [6].

Стальные конструкции могут получать повреждения при монтаже в результате неправильной строповки, когда не

учитывается возможность потери устойчивости отдельных сжатых элементов и их местного изгиба.

Примером ошибки при монтаже может служить непроектная постановка болтов. Например (рис.4), главной причиной обрушения в 2008 году силоса емкостью единовременного хранения 5,5тыс.т признана именно эта ошибка. Устанавливая ворота, рабочие произвели вырез проема в листовой оболочке очень близко к отверстиям под болты – сделали его практически по граням отверстий, не выдержав тем самым требуемое расстояние от центра болта до края листа. В связи с этим, из трех болтов «рабочими» оказались только два [5].



Рис. 4. Обрушение элеватора в 2008 году

Причинами разрушений болтовых соединений (рис. 5) являются как малая прочность болтов и высокая прочность металла (в таком случае происходит срез болта металлом); так и противоположная ситуация (высокая прочность болта, низкая – металла) - происходит разрушение в виде смятия металла.

Кроме этого, использование некачественных материалов: бетона (рис.6), цинкового покрытия панелей, герметика, приводит к образованию дефектов.

Большое значение для силоса имеют толщина и качество цинкового покрытия. Толщина цинкового покрытия у разных

производителей в базовом исполнении может варьироваться в пределах от 270 гр/м<sup>2</sup> (минимальный стандарт покрытия по американским нормам) до 450 гр/м<sup>2</sup> (у европейских производителей). При увеличении толщины покрытия растет не только цена конечного изделия, но и возникает опасность растрескивания слоя цинка при механической обработке (при толщине 350 гр/м<sup>2</sup>), что чревато так называемой питтинговой коррозией [5].

Ошибки, возникающие на стадии эксплуатации. Одной из основных проблем, вызывающих дефекты и обрушения силосов, является неравномерный режим

загрузки – выгрузки. В таком случае сооружения подвержены несвойственным им по проекту нагрузкам, в результате чего как стальные, так и реконструированные силосы могут деформироваться.

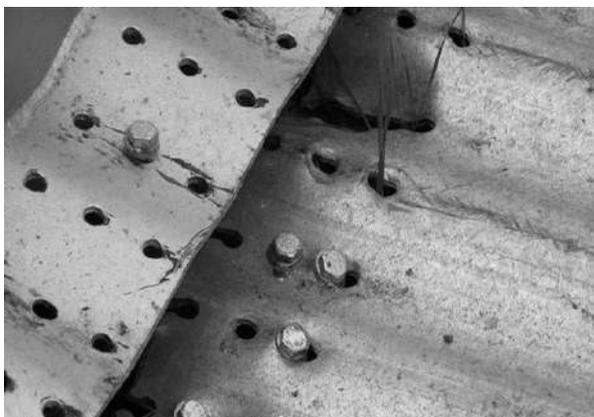


Рис. 5. Разрушение болтовых соединений

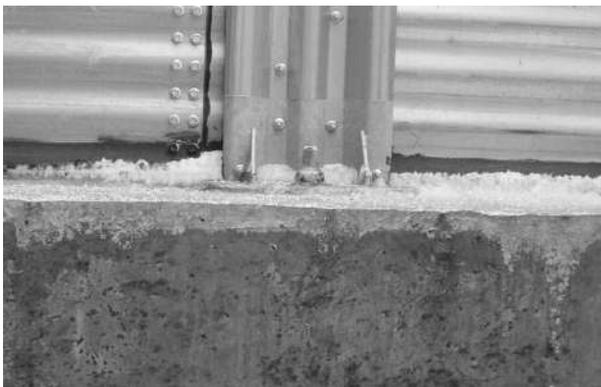


Рис.6. Промерзание бетона

**Выводы**

Сравнивая стальные силосы и реконструированные железобетонные, можно выделить три основные группы причин

отказов и обрушений: ошибки при проектировании, монтаже и эксплуатации. Часто руководители агрокомплексов считают, что новые стальные сооружения лучше старых, но, как показывает практика, «новый» не означает лучший или более качественный. Также необходимо учитывать, что для нового строительства необходимо выполнить демонтаж существующих железобетонных сооружений, что также увеличивает себестоимость строительства. Таким образом, проведение ремонта и модернизация существующих сооружений является экономически целесообразными.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Добромислов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам [текст] /А.Н. Добромислов.– М.: Издательство АСВ, 2004, - 72 с.
2. Скориков Б.А. Реконструкция элеваторных сооружений [текст] / Б.А. Скориков, В.И. Карев, А.В. Фрейфельд. - М.: Агротром издат, 1988. - 143 с.
3. Шкинев А.Н. Аварии в строительстве [текст] / А.Н. Шкинев. - М.: Стройиздат, 1984. – 320 с.
4. Резуев С.Б. Металлические силосы для хранения зерна: мифы и реальность [электронный ресурс] / С. Б. Резуев, И.В. Бакаев // Хранение и переработка зерна. - 2011. - № 2. – Режим доступа: <http://hipzmag.com>.
5. Стариков М.А. Хранение зерна. Что надо знать про металлические силосы [электронный ресурс] / М.А. Стариков // Журнал современного агропромышленника.- 2011. - №3. – Режим доступа: <http://www.zerno-ua.com>
6. John W. Carson Silo failures: why do they happen [электронный ресурс] / John W. Carson, Tracy Holmes // Task quarterly 7. - 2003. -№ 4. – р. 499-512. – Режим доступа: <http://task.gda.pl/files/quart/tq2003/04/tq407b-g.pdf>
7. J. Johnson Deterioration of concrete tower silos [электронный ресурс] / J. Johnson//Fact sheet order. – 2008. - №12. – Режим доступа: <http://www.omafra.gov.on.ca>