

ТЕХНОЛОГИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ИНЖЕНЕРНЫХ СИЛОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ

А.П. Свинцов¹, Ю.В. Николенко¹,
В.В. Дьяконов²

¹Кафедра проектирования и строительства
промышленных и гражданских сооружений

² Кафедра месторождений полезных ископаемых
и их разведки им. Крейтера
Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

Представлены результаты исследования и совершенствования технологии капитального ремонта железобетонных силосов посредством возведения железобетонной гильзы в скользящей опалубке с обогревом бетона инфракрасным излучением.

Ключевые слова: силос, железобетон, опалубка, домкрат, обогрев.

В настоящее время в хозяйственной жизни страны ощущается недостаток в инженерных силосных сооружениях (силосов) для хранения сыпучих материалов, например, зерна, комбикормов, минеральных удобрений, цемента, известковой муки. Строительство новых силосов по различным причинам ограничено, а существующие сооружения во многих случаях требуют ремонта различной степени сложности. В стенах железобетонных силосов в процессе эксплуатации образуются трещины различной направленности, длины и ширины раскрытия. Указанные повреждения приводят к авариям и значительным разрушениям, так как в местах образования трещин снижается несущая способность конструкции. Кроме того, многие сыпучие материалы характеризуются повышенной гигроскопичностью и поглощают влагу, поступающую из воздуха через щели, что увеличивает их слеживаемость. Даже через волосяные трещины атмосферные осадки проникают в полость силосов и вызывают порчу хранящихся материалов. Исследованиями установлено, что, например, известковая мука при отборе из силоса не только просачивается сквозь трещины в щелях, но и выбивается струйками на расстояние 2—3 м и разносится ветром, загрязняя окружающую среду [1].

Исследованиями установлено, что во многих случаях причинами повреждений и разрушений железобетонных силосов являются: уменьшенное (по сравнению с проектом) армирование; устройство стыков арматуры в одной плоскости; низкое качество бетона; плохой уход за уложенным бетоном; большие площади срывов бетона при прохождении скользящей опалубки [2].

Исследованиями также установлено, что трещины образуются из-за превышения температурных напряжений в теле железобетонной стены силоса относительно нормальных расчетных значений [1; 3]. В наиболее неблагоприятных условиях

работают силосы для хранения материалов, имеющих повышенную температуру при поступлении на склад. Кроме того, при отборе материала, характеризуемого высокой слеживаемостью, он не оседает постепенно, а зависает, и в нижней области силоса образуются пустоты. При обрушении зависшей массы материала под воздействием воздушного удара в стенах силоса образуются трещины или даже вывалы бетона. Длина трещин составляет $1/3—2/3$ высоты стены силосной банки.

Для восстановления эксплуатационных характеристик железобетонных силосов требуется их ремонт или реконструкция.

Ремонт железобетонных силосных банок в большинстве случаев заключается в устранении трещин, предотвращении их дальнейшего развития [1; 4]. В ряде случаев для производства капитального ремонта требуется остановка работы силосного сооружения и очистка его от хранящегося материала.

Одним из высокоэффективных решений по реконструкции железобетонных силосов является возведение монолитной железобетонной гильзы вдоль внутренней поверхности банки с использованием скользящей опалубки [2; 3].

Возведение монолитной железобетонной гильзы внутри существующей силосной банки позволяет полностью закрыть трещины и даже проломы. Вероятность образования сквозных трещин и щелей существенно снижается. Это позволяет повысить долговечность инженерного силосного сооружения и увеличить продолжительность межремонтного периода.

Важно иметь в виду, что в результате возведения железобетонной гильзы произойдет изменение нагрузок с возможным смещением центра масс, что влечет за собой риск непредвиденного перераспределения усилий, возникающих в несущих конструкциях и основании. В связи с этим необходимо проверить несущую способность ремонтируемой конструкции силоса не только по общепринятой методике расчета, но и с учетом возможного смещения центра масс [5].

Капитальный ремонт инженерных силосных сооружений, как правило, связан с бетонными работами. В климатических условиях России это имеет свои особенности. Значительная часть территории страны характеризуется коротким, но жарким летом и длинной, но холодной зимой, длящейся 6—7 месяцев, а в некоторых районах и более. Производство работ в холодный период, который наступает при установлении среднесуточной температуры наружного воздуха ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ при минимальной температуре в течение суток ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ становится невозможным из-за остановки химической реакции гидратации цемента. Приостановка реконструкции силосов в ожидании прихода теплого периода года привела бы к значительным экономическим потерям и порождению целого ряда социальных проблем. Возведение объектов из монолитного железобетона в зимний период года возможно с искусственным обогревом и без него. Применение того или иного метода зависит от его эффективности в конкретных производственных условиях.

Для обеспечения производства бетонных работ в холодный период года в Российском университете дружбы народов усовершенствована технология реконструкции железобетонных силосов, заключающаяся в возведении монолитной железобетонной гильзы методом скользящей опалубки с тепловой обработкой бетона. В основу указанного усовершенствования положен обогрев уложенного бетона инфракрасными излучателями. Известный принцип передачи лучистой энергии от ис-

точника к нагреваемой поверхности через воздушную среду применяется для тепловой обработки бетона монолитных конструкций стен, перекрытий и др., возведенных в разборно-переставной опалубке. Одной из особенностей применения этой технологии обогрева является необходимость обеспечения замкнутого пространства у бетонной поверхности для снижения потерь тепловой энергии от обдувания ветром.

При реконструкции инженерных силосных сооружений работы по возведению железобетонной гильзы производят внутри силоса, где вероятность ветра весьма минимальна. В этой связи авторы считают целесообразным исследовать возможность применения инфракрасного облучения для обогрева бетона, уложенного в скользящую опалубку.

Схема возведения монолитной железобетонной гильзы внутри силосной банки в скользящей опалубке с тепловой обработкой бетона представлена на рис. 1.

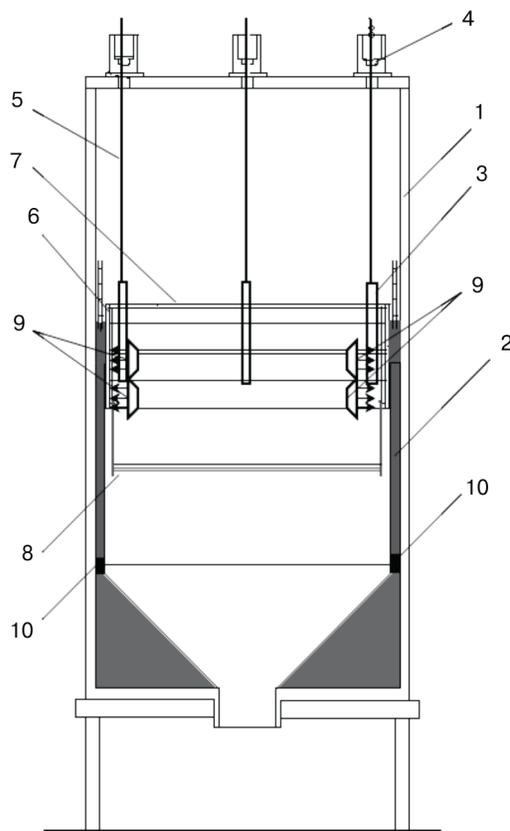


Рис. 1. Схема капитального ремонта силоса:

1 — реконструируемый силос; 2 — железобетонная гильза; 3 — домкратная стойка-рама; 4 — гидравлический домкрат; 5 — домкратный стержень; 6 — щит опалубки; 7 — рабочий пол; 8 — подвесные подмости; 9 — инфракрасные излучатели; 10 — маячный бордюр

Сборку опалубки производят внутри силосной банки, предварительно очищенной от хранящегося материала. Перед установкой скользящей опалубки по контуру сопряжения днища силоса с его вертикальной частью (стенами) бето-

нируют «маячный бордюро» высотой 100—150 мм и толщиной не менее толщины возводимой гильзы. При укладке первого слоя бетона «маяки» препятствуют вытеканию бетонной смеси из-под опалубки. Кроме того, «маяки» служат для установки скользящей опалубки в проектное положение для обеспечения ее вертикального перемещения в процессе работ. Из щитов опалубки формируют короб, точность установки которого проверяют с помощью нивелира. Щиты опалубки и рабочий настил закрепляют на опалубочных балках (кружалах), установленных на стойках-рамах. Домкратные тумбы, домкраты с силовой станцией устанавливают на надсилосной плите. В надсилосной плите бурят отверстия, через которые в полость силоса пропускают домкратные стержни, закрепляемые к стойкам-рамам. На стойках-рамах закрепляют подвесные подмости и устанавливают инфракрасные излучатели с рефлекторами-отражателями. Армирование и бетонирование гильзы осуществляют в процессе подъема опалубки. Арматуру и бетон подают через проемы в надсилосной плите.

Тепловая обработка бетона при укладке его в скользящую опалубку позволяет существенно повысить эффективность производства работ за счет синхронизации скорости движения опалубки со скоростью схватывания бетона. При этом бетон успевает набрать прочность, при которой его возможное замораживание не приведет к снижению прочностных показателей после оттаивания.

Возведение железобетонной гильзы внутри реконструируемой силосной банки позволяет повысить долговечность инженерного силосного сооружения и увеличить продолжительность межремонтного периода.

Применение скользящей опалубки с тепловой обработкой бетона для возведения железобетонной гильзы в полости силосной банки позволяет производить капитальный ремонт инженерного силосного сооружения в течение всего календарного года и обеспечивать необходимые условия для формирования требуемых прочностных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Боровский Л.И., Свинцов А.П.* Восстановление эксплуатационных характеристик блока железобетонных силосных банок // Монтажные и специальные работы в строительстве. — 1996. — № 4. — С. 15—16.
- [2] *Ковалев А.О., Панкратова Г.Е., Радугина Н.Б., Поздняков Н.В.* От практики реализации — к новой технологии проектирования инженерных силосных сооружений // Промышленное и гражданское строительство. — 2004. — № 3. — С. 32—33.
- [3] *Свинцов А.П., Задиранов А.Н., Малов А.Н., Николенко Ю.В.* Технология реконструкции и восстановления железобетонных силосов с вертикальными трещинами // Строительная механика конструкций и сооружений. — 2009. — № 3. — С. 70—74.
- [4] *Боровский Л.И., Свинцов А.П., Казарян Г.М.* Восстановление эксплуатационных характеристик железобетонных силосных банок с вертикальными трещинами // Монтажные и специальные работы в строительстве. — 1996. — № 7. — С. 33—34.
- [5] *Боровский Л.И., Свинцов А.П.* Учет смещения центра масс при оценке несущей способности монолитных железобетонных конструкций // Монтажные и специальные работы в строительстве. — 1996. — № 5—6. — С. 27—28.

TECHNOLOGY OF OVERHAUL OF ENGINEERING SILOS

**A. Svintsov¹, Yu. Nikolenko¹,
V. Diakonov²**

¹Department of design and construction
of industrial and civil buildings

²Department of Mineral Deposits
Engineering faculty

Peoples' Friendship University of Russia
Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419

Introducing results of research and improved technology of overhaul of reinforced concrete silos through the erection of reinforced concrete sleeve in the sliding form with concrete heated by infrared radiation.

Key words: silo, concrete, timbering, cuddy, firing.