

## **МЕТОДОЛОГИЯ И ПРАКТИКА РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ДЛЯ РЕМОНТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Украина, как и Российская Федерация, обладает значительным объемом основных фондов, который представлен объектами жилищно-гражданского строительства, производственного назначения, энергетики, транспортными сооружениями, инженерной инфраструктуры. Только в основных отраслях промышленности в Украине эксплуатируется свыше 250 млн. куб. метров несущих железобетонных конструкций. Согласно имеющимся данным только в России в двадцатом веке в строительстве было использовано около 10 млрд. куб. метров бетона и железобетона. Во многих отраслях уровень физического износа конструкций достиг критической величины за которым наблюдается неконтролируемый рост аварийных ситуаций и аварий.

Наиболее опасное состояние установилось с мостами. Сегодня на путях сообщений Украины эксплуатируется 28438 мостов и путепроводов, 76% коммунальных мостов требуют ремонта, 14% - немедленного ремонта. Аналогичная ситуация наблюдается и в США, где из 575 тысяч автомобильных железобетонных мостов 230 тысяч признаны ненадежными в эксплуатации или вообще закрыты.

Угрожающим является техническое состояние систем водопроводно-канализационного хозяйства Украины. В водоснабжении около 22% сетей ветхих и аварийных, в канализации 13% находятся в аварийном состоянии.

Большую тревогу вызывает состояние крупнопенельных жилых зданий строительства 60...70 годов, площадь которых составляет 23% всего многоквартирного фонда страны. При этом каждый третий дом существующего жилого фонда требует проведения капитального или текущего ремонта.

Со старением и физическим износом инфраструктуры и исчерпанием ресурса железобетонных конструкций поддержание работоспособности и ремонт выходят на ведущие позиции в проектировании и строительной отраслях.

Деградация железобетонных конструкций вызывается воздействием нагрузок и среды в виде веществ или /и/ энергии. В практике эксплуатации отмечается множество схем повреждений несущих, ограждающих и совмещенных железобетонных конструкций (трещины в бетоне силового и коррозионного происхождения, поверхностные разрушения бетона, объемные повреждения бетона, коррозия арматуры, повышенная водопроницаемость и др.).

Наиболее часто в практике встречаются случаи ремонта трещин и ремонт несущих железобетонных конструкций с коррозией арматуры.

В существующих нормативных документах рассматриваются отдельные вопросы проектирования, производства и контроля качества. Однако до настоящего времени не существует четкой методологии количественного проектирования параметров ремонтных систем и технологии выполнения работ. Вследствие этого ремонт часто оказывается недолговечным при использовании дорогостоящих материалов.

Успешное решение проблемы обеспечения жизненного цикла ремонтной системы возможно на основе системного подхода при учете всех факторов, способных повлиять на качество ремонта на стадиях проектирования, производства работ и эксплуатации. Это возможно при целостном рассмотрении проблемы заказчиком – владельцем эксплуатируемого объекта, проектировщиком, разрабатывающим ремонтную систему, технологом – разработчиком и производителем ремонтного материала, подрядчиком - производителем работ, специалистом службы эксплуатации.

С использованием положений бетоноведения, физики бетона, технологии бетона и железобетона, теории тепломассопереноса, физико-химической механики материалов, теории коррозии, механики разрушения, теории железобетона нами разрабатываются научные основы количественных методов проектирования ремонтных систем и технологий ремонта железобетонных конструкций с целью формализации принятия решений.

Различные типы ремонтных материалов требуются при различных видах ремонта. На специалиста возлагается обязанность оценить все условия химического и физического воздействия, в которых будет эксплуатироваться ремонтный материал, а также совместимость ремонтной системы с материалами конструкции.

Совместимость определяется как равновесие физических, химических, электрохимических и деформационных характеристик между ремонтным материалом и бетоном ремонтируемой конструкции, обеспечивающее способность конструкции после ремонта сопротивляться напряжениям, вызванным действием объемных деформаций, химическими и электрохимическими воздействиями без отказов и повреждений в течении назначенного периода времени. Ремонтные материалы и системы должны быть совместимы по деформационным характеристикам, адгезионным характеристикам и долговечности (включая правильную подготовку поверхности), конструктивным и механическим характеристикам, а также электрохимическим характеристикам и водонепроницаемости.

Как пример успешного применения указанного подхода приведены результаты решения задачи проектирования и разработки инъекционных смесей для ремонта железобетонных конструкций.

Специфика метода производимых ремонтных работ при инъецировании сформировала комплекс требований к физико-техническим и технологическим параметрам разрабатываемых растворов, главными из которых являются следующие:

- высокая текучесть материала (низкая вязкость), с сохраняемостью свойства на нормируемом уровне на протяжении определенного периода времени;
- отсутствие водоотделения и седиментации составляющих раствора для сохранения однородности характеристик смеси на протяжении периода выполнения работ;
- отсутствие усадки или прогнозируемое расширение материала;
- высокий темп набора прочности;
- прочность раствора, регламентируемая несущей способностью конструкции;
- достаточная (нормируемая) адгезия способная обеспечить прочность контакта со “старым” бетоном, для восстановления целостности и несущей способности конструкций.

Достижение необходимого уровня вышеперечисленных свойств возможно за счет применения комплекса модифицирующих добавок, основными из которых являются:

- водопонижающие и разжижающие добавки, влияющие на реологические свойства смеси – суперпластификаторы;
- регуляторы темпов схватывания и твердения смеси;
- добавки, повышающие водоудерживающую способность смеси;
- добавки, обеспечивающие отсутствие усадочных деформаций материала или прогнозированное расширение без появления значительных внутренних напряжений.

При подборе составов инъекционных смесей возникает проблема противоречивости некоторых технологических требований к материалу, решаемая путем применения комплекса добавок. Как пример можно рассматривать установление оптимальной взаимозависимости между реологическими свойствами и водоудерживающей способностью материала. Так, при стабильном водо-твердом отношении с увеличением дозирования суперпластификатора повышается текучесть смеси, но в то же время повышается и водоотделение, вследствие высвобождения воды из сольватных оболочек зерен материала, вызванного адсорбцией молекул суперпластификатора на поверхности зерен. При введении добавок, повышающих водоудерживающую способность, наблюдается некоторое снижение текучести смеси. Достижение необходимого уровня качества материала по данным параметрам (реологии и сегрегации) производится за счет оптимального сочетания дозировок каждого компонента.

Разработанная нами смесь для ремонта железобетонных конструкций методом инъектирования является весьма оригинальной, поскольку при высокой текучести с сохранением ее на протяжении определенного периода времени, она характеризуется достижением относительно высокого уровня прочности уже в первые сутки твердения, отсутствием процессов седиментации и усадочных деформаций. В частности, была разработана модифицированная инъекционная смесь, которая по техническим параметрам не уступает соответствующим образцам импортного производства, а по стоимости - в четыре раза дешевле. В Украине аналогов данного материала не существует. В процессе исследований было испытано 25 составов смесей, из которых был отобран тот, параметры которого наиболее соответствовали необходимым требованиям. Некоторые характеристики смеси приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики инъекционной смеси	
Текучесть 1л раствора через воронку с отверстием 8 мм, сек	20
Сохранение текучести, мин	40
Прочность на сжатие в возрасте 28 сут. кгс/см <sup>2</sup>	485
Усадка затвердевшего раствора	Не наблюдается
Сроки схватывания, час	
начало	3
конец	24

Ремонтная смесь производится в виде сухой смеси. Разработанная смесь успешно использовалась при ремонте железобетонных канализационных коллекторов в г. Симферополе, ремонте железобетонных конструкций зерновых силосов в г. Приморске, ремонте каменных конструкций зданий и очистных сооружений в г. Днепропетровске, Никополе, ремонте железобетонных конструкций Запорожской АЭС.

## Литература

1. Пшинько А.Н. Подводное бетонирование и ремонт искусственных сооружений. - Дн-ськ, Пороги, 2000.- 412 с.
2. Morgan D.R. Compatibility of concrete repair materials and systems // Construction and Building Materials, 1996, Vol.10, No.1.- PP.57-67.
3. Пунагин В.Н., Приходько А.П., Савицкий Н.В. Долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций: Уч. пособие// Киев: УМК ВО, 1988.-112с.
4. А.Н.Пшинько, Н.В.Савицкий, Е.А.Крекнина, А.Н.Зинкевич. Применение отечественных материалов и технологий ремонта трубопроводов инженерных сетей. // Сб. научн. тр.: Строительство. Материаловедение. Машиностроение., Вып. №11. – Дн-ск: ПГАСиА, 2000. С52-56.
5. Н.В. Савицкий, А.Н. Пшинько, Е.А. Крекнина, А.Н. Зинкевич, А.Н. Савицкий, Г.Л. Шипко. Разработка технических требований и составов инъекционных растворов. // Сб. научн. тр.: Строительство. Материаловедение. Машиностроение., Вып. №14. – Дн-ск: ПГАСиА, 2001. С 121-124.
6. Савицкий Н.В. Основы конструктивно-технологического проектирования железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах //Новини науки Придніпров'я, №1-2.-С.51-56.

## РЕФЕРАТ

### УДК 69.059.7

**Методология и практика разработки систем для ремонта железобетонных конструкций/Пшинько А.Н., Савицкий Н.В., Зинкевич А.Н., Савицкий А.Н., Чернец С.А.**

Рассмотрена актуальность применения комплексного подхода при реализации систем ремонта железобетонных конструкций зданий и сооружений. Приведен пример разработки и применения инъекционной смеси для ремонта конструкций.