

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ  
НА ОСНОВЕ ОПЫТА РЕМОНТА ПЛАВУЧИХ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**Мишутин Н.В., к.т.н., с.н.с.**

*Черноморский государственный университет им.П.Могилы,  
г.Николаев*

В настоящее время, когда остро ощущается дефицит капитальных вложений в новое строительство, первоочередной задачей всего промышленного комплекса является увеличение сроков эксплуатации различных сооружений, а в связи с тем, что конструкционным материалом корпусов сооружений служит, в основном, бетон и железобетон, то главной задачей, стоящей перед специалистами, является их ремонт и защита.

В процессе эксплуатации бетонные и железобетонные конструкции подвергаются механическим, физическим, химическим, биологическим воздействиям и кроме того, разрушение бетона из-за коррозии арматуры – карбонизация, воздействие хлоридов, блуждающие токи и пр.-. Но на конструкции сооружений воздействуют вышеуказанные факторы не по одному, а в совокупности, что значительно увеличивает эксплуатационную нагрузку на бетон и арматуру.

В свою очередь, в тонкостенных железобетонных конструкциях плавучих сооружений защитный слой – 6-15см - обеспечивает долговременную работу сооружений. Однако, в последние годы при строительстве различных сооружений имеются факты несоблюдения толщин защитного слоя, применение материалов пониженного качества, нарушение правил эксплуатации сооружений, что приводит к разрушению защитного слоя и как следствие коррозии арматуры и бетона. Все это ведет к значительному уменьшению рабочего ресурса железобетонных конструкций и, соответственно, сокращает срок эксплуатации инженерных сооружений, что влечет за собой увеличение расходов на их ремонт.

Главной задачей при эксплуатации сооружений является обеспечение безотказной работы всех конструкций сроком не менее проектного, увеличение межремонтного периода и сохранность конструкций в

надлежащем виде при минимальном расходе трудовых и материальных ресурсов.

Анализ опыта эксплуатации и ремонта плавучих и стационарных железобетонных сооружений показывает, что большинство дефектов и проблем вызваны недостаточным вниманием к обследованию, разработке технологии производства ремонтных работ и недостаточным контролем качества. Это же относится и к материалам, применяемым для ремонта, ведь их правильный выбор имеет немаловажное значение, а часто и определяющее значение для увеличения срока службы сооружения и будущего межремонтного периода. Эффективный и качественный ремонт железобетонных конструкций можно осуществить только при условии проведения детального обследования (диагностики) конструкций и выяснении причин разрушения, которые будут учитываться в процессе подбора материалов, технологии производства ремонтных работ, соответствующих условиям воздействия внешней среды и эксплуатационным нагрузкам, оценки качества работ на всех этапах. Поэтому, вопросы, касающиеся обеспечения заданных свойств в период времени эксплуатации сооружения и долговечности, требуют особого внимания. К этому можно отнести влияние вредных примесей в заполнителях, морозостойкость крупного заполнителя и др. Для получения объективной оценки о долговременном поведении бетона необходимо исследование его свойств не только в проектном возрасте, но также и в более поздних сроках. В процессе исследований и постройки сооружений необходимо учитывать взаимное влияние качества цемента и заполнителей на долговременные свойства бетона.

Современные работы отечественных и зарубежных ученых показывают целесообразность ограничения щелочей (до 0,6 %) в цементах, используемых для морозостойких бетонов. К сожалению, современные производственные схемы цементных заводов часто не предусматривают ограничение содержания щелочей.

В вопросе о влиянии качества цемента на качество бетона следует рассмотреть эффективность использования цементов с повышенным содержанием белита, которые рекомендуются к применению в массивных конструкциях или в условиях жаркого климата. В присутствии повышенного содержания щелочей и несбалансированного содержания гипса они могут способствовать уменьшению времени начала схватывания – появляется эффект ложного схватывания. Чем больше белита в цементе, тем важнее точный выбор содержания S03 и тем более узок диапазон его колебаний.

По исследованиям НИИЖБ, 23 % изученных цементов имеют недобжиг клинкера. Недобор прочности компенсируется высокой степе-

нюю помола. Это приводит к ограничению потенциала цемента, снижению долговечности бетона. Ликвидация образовавшегося дефицита цемента позволит решить эти задачи.

Следует обратить внимание, что условия эксплуатации должны адекватно отражаться в проектных решениях. Учитывая имеющийся опыт, отраженный в европейских стандартах, необходимо обеспечить комплексный подход к выбору требований к бетону в зависимости от классов сред эксплуатации, которые входят в понятие так называемых «мер первичной защиты бетона».

При проявлении дефектов, связанных с использованием неморозостойкого бетона, на практике часто наблюдается желание восстановить эксплуатационные свойства конструкции с помощью мер вторичной защиты с помощью лакокрасочных покрытий или пропиточных материалов. Проведенные исследования показали, что вторичная защита бетона может уменьшить водопоглощение бетона и повысить стойкость к шелушению поверхности. Однако вторичная защита не повышает морозостойкость по критерию прочности, а в ряде случаев снижает ее. При эксплуатации конструкции в условиях воздействия мороза и хлористых солей долговечность должна быть обеспечена мерами первичной защиты бетона. При необходимости защита конструкции от хлоридной коррозии должна быть обеспечена вторичной защитой арматуры с использованием покрытий по арматуре, а не по бетону. В частности, можно использовать опыт США по применению полимерных покрытий на арматуре при строительстве искусственных сооружений, эксплуатирующихся в условиях хлоридной агрессии.

При ремонте железобетонных конструкций в первую очередь нужно провести обследование повреждений. Такое обследование проводится в несколько этапов.

На первом этапе визуально определяется цель использования конструкции и наличие повреждений или разрушений.

Второй этап предусматривает дополнительное визуальное изучение конструкций, изучение чертежей сооружения и отдельных конструкций.

На третьем этапе (при выявлении коррозии железобетона) при помощи электромагнитного измерителя проверяют толщину защитного слоя арматуры.

На четвертом этапе отбирают образцы бетона и проверяют их в специальной строительной лаборатории, где определяют глубину карбонизации. После этого специальными приборами определяют глубину залегания арматуры и адгезионную прочность наружного слоя бетона.

После окончания обследования определяют главные причины повреждений и разрушения конструкции, и определяют виды, объемы работ, необходимые материалы и методы для восстановления конструкции.

Следующий этап – подготовка конструкций к восстановлению. Удаляют весь поврежденный бетон, а так же защитный слой бетона в местах залегания арматуры, если такой слой меньше толщины определенной карбонизации. Для удаления такого удаления эффективно применяется метод удаления бетона при помощи струи воды под большим напором. При таком удалении происходит смачивание арматуры и стали, образуется тонкий слой окисления, но как показывает практика, он не только не вредит арматуре, но и защищает ее. Так же способ удаления бетона водой не создает вибрации конструкции, тихий, быстрый и более эффективный, чем ручное удаление или при помощи пневмоинструмента.

После удаления бетона поврежденные места подготавливают к ремонту, очищают от веществ, которые могут снизить адгезию (жир, масло, мастика и т.д.). Оставшиеся продукты коррозии удаляют струей сжатого воздуха или при помощи пескоструйного аппарата.

Перед началом проведения ремонтных работ влажность бетона не должна превышать 4%, а температура поверхности должна быть более, чем на 3 градуса выше точки росы.

При проведении работ по ремонту и восстановлению железобетонных конструкций особое внимание следует уделить выбору ремонтных материалов для бетонных конструкций. Подбор материалов и проектные решения по ремонту должны быть выполнены с учетом совмещения работы ремонтного слоя и ремонтируемой конструкции.

Основной проблемой, которая должна быть решена на предремонтном этапе, является выбор ремонтного материала. Эффективный ремонтный материал должен обеспечить качество ремонта, сохранность его последствий. Конструкция, подвергшаяся ремонту, в период дальнейшей эксплуатации должна обладать надежностью и иметь все необходимые функции «здоровых» конструкций. Необходимо обосновать применение ремонтного материала, отвечающего требованиям по нанесению и обеспечению характеристик по прочности и деформативности, обеспечивающий совместимость со «старым» бетоном, что является гарантией долговечности.

При выборе ремонтных составов следует учитывать скорость набора прочности при твердении. Очень быстрый набор прочности ремонтным составом может негативно сказаться на транспортировке и укладке материала в конструкцию. Очень медленный – может создать про-

блемы со сроками выполнения ремонтных работ, нарушить последовательность технологического потока, а также привести в ряде случаев к негативным последствиям в обеспечении требуемого качества работ. В большинстве случаев ведущим свойством является прочность материала, но, к примеру, в случае ремонта плавучих сооружений или резервуаров для жидкостей отличительной чертой положительных характеристик ремонтного состава является водостойкость и в случае работы в условиях переменных температур – термическая деформативность. А при укладке и твердении – безусадочность (1).

Технология восстановления защитного слоя железобетонных конструкций плавучих и стационарных железобетонных сооружений, разработанная совместно с ОГАСА, содержит требования к материалам, указания по технологии подготовки поверхности ремонтируемой конструкции, технологии приготовления коллоидного клея и судостроительного бетона, процесс производства восстановительных работ и контроль качества.

Вышуканная технология, с успехом применяемая при ремонте плавучих железобетонных сооружений, нашла широкое применение при производстве ремонтных работ на очистных сооружениях Николаевского водоканала (отстойники и бассейны), срок эксплуатации которых превышает 20 лет.



Рис. 1. Объект до ремонта

Повышению качества проведенных работ способствовало использование при приготовлении ремонтных составов комплексных химических добавок на основе суперпластификатора С-3 и Пенетрон-адмикс. Кроме того, при восстановлении железобетонных конструкций использовался судостроительный бетон с полипропиленовой фиброй длиной 38 мм.



Рис.2. Разрушение железобетонных конструкций. Полностью прородированные металлические конструкции



Рис.3. Процессы восстановления опорных конструкций и гидроструйная очистка бетона и арматуры

Рис.4. Объект после ремонта



Полипропиленовая фибра устойчива абсолютно ко всем химическим веществам, входящим в состав бетона, к физическим повреждениям во время перемешивания, к щелочам, применяемым в производственных процессах, имеет прекрасную термостойкость, не корродирует в отличие от стальных волокон, не требует скоростных смесителей в отличие от щелочестойкого стеклофиброволокна, и нещелочестойкого стекловолокна которое имеет свойство разлагаться в цементной среде бетона, распределяется равномерно не образуя сгустков по всему объему состава и армируя его по всем направлениям, не теряет своей дол-

говечности и внешнего вида. Также фибра совместима с любыми добавками в бетон, в том числе и пластификаторами, противоморозными добавками, ускорителями твердения и замедлителями схватывания.



Рис.5. Внешний вид полипропиленовой фибры длиной 38мм

Опыт проведения восстановительных работ подтверждает, что при выборе материалов для ремонта и восстановления железобетонных конструкций выбранный ремонтный материал должен обеспечивать прочностные характеристики и совместимость с телом бетона существующей конструкции, что является гарантией качества ремонта.

**Вывод.** Резюмируя вышеизложенное, можно однозначно констатировать, что применение комплексного подхода с применением материалов, систем и методов железобетонного судостроения к восстановлению эксплуатационной пригодности строительных конструкций, позволяет стабилизировать коррозионные процессы, обеспечить их нормируемую несущую способность и долговечность строительных объектов, значительно увеличить межремонтные сроки и, соответственно, существенно сократить эксплуатационные расходы при регламентированном уровне безопасности эксплуатации зданий и сооружений.

## SUMMARY

**This article presents problems of ensuring the quality of the repair work and the experience in the use of shipbuilding technologies on various objects.**

1. Гедулян С.И., Коваль С.В., Савченко С.В. Совместимость – как критерий отбора эффективных материалов для ремонта бетонных и железобетонных конструкций// Вісник ОДАБА.-2014.- Вип.53.- С.82-88. 2. А.В.Мишутин, Н.В.Мишутин. Повышение долговечности бетонов морских железобетонных плавучих и стационарных сооружений//Одесса: «Эвен». - 2011. - 292 с.: ил.