

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
БЕТОНОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ РЕМОНТА  
ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ  
МОРСКИХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.**

**Мазуренко Л.В. Анисимов К.И. Якушев Д.И.**

Одесская государственная академия строительства и архитектуры.

**Рассмотрены возможности зональной поверхностной пропитки бетонов мономерами и технологические вопросы применения бетонополимеров при ремонте призматических железобетонных свай морских гидротехнических сооружений.**

Кризис экономики нашего государства отразился на всех сферах хозяйственной деятельности и, прежде всего, на строительной отрасли. Свертывание государственных программ финансирования строительства привело к простоям предприятий и организаций строительной индустрии, что, в свою очередь, отразилось на состоянии их материально-технической базы, кадрах, применяемых технологиях. Переход на новые экономические отношения также привел к уменьшению объемов финансирования ремонтных работ, что стало причиной резкого износа существующих зданий и сооружений, коммуникаций и дорог и т.п. Так, по различным данным от 40% до 90% свай причалов Черноморско-Азовского и Дунайского бассейнов, где общая доля набережных-эстакад на призматических железобетонных преднапряженных сваях составляет около 40% от общей протяженности причального фронта, подверглась повреждению.



Вместе с тем, нормативная периодичность текущего ремонта для сооружений такого типа составляет 4 года и капитального ремонта – 20 лет, притом, что пик строительства пришелся на 60<sup>е</sup> годы. Характерными разрушениями железобетонных призматических свай являются “шейки” в зоне переменного уровня воды и продольные трещины в надводной части, развитие которых приводит к отслаиванию защитного слоя бетона, обнажению арматуры и ее коррозии.

По различным данным до 90% случаев наступления физического износа железобетонных элементов морских причальных сооружений приходится на «природные» факторы, как то: коррозия, гниение, воздействие волн, льда, течений; остальная часть – «технологические» факторы - ошибки при проектировании и строительстве, нарушении режима эксплуатации и пр. Однако следует учесть, что «технологические» и «природные» факторы тесно взаимосвязаны. В общем случае, интенсивное протекание коррозии железобетонных элементов, как правило, спровоцировано “технологическими” факторами, сводящимися к нарушению защитного слоя за счет нарушения технологии изготовления свай, нарушениях при транспортировке и погружении. Механизм протекания коррозионного разрушения свай можно представить следующим образом: проникновение активных ионов из морской воды через защитный слой к арматуре вызывает ее коррозию, продукты которой значительно превышают объем исходного материала, что приводит к возникновению внутренних напряжений и растрескиванию. Этот процесс сопровождается так же разрушением бетона за счет кристаллизации солей при попеременном насыщении морской водой и ее испарении и из-за замораживания и оттаивания бетона. Разрушением бетона из-за агрессивного действия на него солевого состава морской воды можно пренебречь, так как этот процесс имеет длительный генезис в сравнении с вышеуказанным.

В сложившейся экономической ситуации вопрос ремонта существующего причального фронта становится особо актуальным. В условиях снизившегося в портах Украины грузооборота, а так же не оправдавшихся прогнозов на продолжение увеличения осадки мирового флота не всегда целесообразно стоит вопрос о



реконструкции причалов. В то же время концепция развития морских портов Украины до 2010 года предполагает увеличение грузооборота более чем в 1.7 раза (относительно 1995 г.). При этом инвестирование в развитие портов будет проводиться в косвенной форме (законодательная база, тарифные и аккордные ставки), а прямое инвестирование – за счет средств портов. Поэтому сегодня, как никогда остро, стоит вопрос о разработке и внедрении передовых методов, материалов, оборудовании и технологии при проведении строительных и ремонтно-восстановительных работ, обеспечивающих максимальную эффективность при минимальных затратах.

Анализируя существующие методы ремонта разрушений свай в зоне переменного уровня, хотелось бы выделить следующие два: по рекомендациям РД 31.31.27-81, применявшийся до 80<sup>х</sup> годов, и хорошо зарекомендовавший себя метод, успешно применяющийся с 90<sup>х</sup> годов и в настоящее время. В общем виде технологии представлены следующими операциями:

- по первому варианту: поврежденное место зачищается от обрастаний, удаляется бетон нарушенной структуры, восстанавливается арматура, устанавливается стальная опалубка – “бочка”, производится бетонирование. Работы выполняются водолазами;
- по второму варианту: поврежденный участок сваи осушается, путем установки специального кессона, производится зачистка от обрастаний, удаляется бетон нарушенной структуры, восстанавливается арматура, производятся мероприятия направленные на улучшение адгезионных свойств по контакту старого бетона, производится бетонирование полимербетонным составом до восстановления исходной геометрии сечения, устраивается гидроизоляционное композитное армированное покрытие, стойкое к механическим воздействиям.

Хорошие результаты, получаемые при применении второго варианта, как то: восстановление несущей способности и обеспечение долговечности отремонтированного участка достигается за счет применения специальных составов и, что очень важно, возможности проведения работ в воздушно – сухой среде, что позволяет контролировать качество выполнения работ на любом этапе непосредственно инженерно-техническими работниками.



И, наоборот: при проведении ремонтных работ по первому варианту не давало ожидаемых результатов, что приводило к необходимости проведения внеплановых повторных ремонтов.

Общеизвестно, что стоимость работ по качественному ремонту существующего сооружения значительно превышает стоимость первоначальных мероприятий по снижению коррозионных явлений, выполняемых на стадии строительства. В то же время, последние, являются наиболее эффективными по сравнению с работами, выполняемыми в процессе эксплуатации. Так, технология пропитки, успешно применявшаяся на стадии производства призматических ЖБ свай морских гидротехнических сооружений (автор Смирнов М.А.), заключалась в пропитке стиролом бетона, с последующей термической полимеризацией. Образовавшаяся при этом бетонополимерная оболочка существенно улучшала эксплуатационные свойства обработанного фрагмента (обработке подвергались участки свай, находящиеся в зоне переменного уровня и надводной зоне), как то: повышалась морозостойкость, прочность, стойкость к истирающему воздействию, стойкость к химической коррозии и, как следствие, – увеличивалась долговечность. Однако, как уже упоминалось, эта технология применялась только на стадии производства свай. В связи с этим был проведен ряд экспериментов, на основании которых разработана методика применения технологии зонной пропитки бетона для капитального и профилактического ремонтов призматических железобетонных свай причалов – эстакад. Учитывая характер разрушения свай, было принято решение, ограничиться глубиной пропитки тела свай до 8 – 10 см, что позволило существенно снизить длительность технологических операций, а, следовательно, и общее время ремонта. Проведенные испытания на моделях свай и стандартных образцах – кубиках показали, что при глубине пропитки сечения, составляющей величину 0.1 от длины ребра, прочность на сжатие образцов возрастала, гарантированно, в 1.5 раза, по отношению к контрольным образцам. Поверхность пропитанных образцов практически не разрушалась под действием концентрированных соляной и серной кислот. При морозостойкости контрольных образцов равной 100 обработанные образцы не снижали прочности после 300 циклов. Испытания



прочности контакта старого и нового бетонов на растяжение, при пропитке образцов в зоне набетонирования, показали, что разрушение всегда происходит по фрагментам необработанного бетона. В качестве пропиточной жидкости используется мономер стирола, обладающий низкой вязкостью, с введенными термокаталитическими добавками. Полимеризация – термокаталитическая, при температуре 80°C. Технология представлена следующими операциями: сушка бетона прогревом до 80°C при разряжении до 0.8 кгс/см<sup>2</sup> – 30 мин., пропитка мономером при избыточном давлении до 1 кгс/см<sup>2</sup> 30 мин., термокаталитическая полимеризация в среде глицерина – 1 ч. Приведенное время для различных стадий является ориентировочным, принятым по данным качественных экспериментов и данным разных исследователей. (В настоящее время проводятся работы по оптимизации технологических процессов.) Применение технологии пропитки для ремонта свай, в сравнении с применяющейся сегодня, позволит отказаться от использования дорогостоящих полимерных добавок зарубежного производства для приготовления высококачественных полимербетонов за счет возможности использования обычных бетонов с последующим приданием им необходимых качеств путем пропитки; исключить проведение специальных мероприятий по обеспечению высоких адгезионных свойств старого и нового бетонов и мероприятий по устройству защитного и гидроизоляционных покрытий свай. Технология пропитки также может применяться для профилактики и ремонта мелких дефектов (незначительное растрескивание защитного слоя бетона без его отслоения). В этом случае возможен отказ от термокаталитической и переход к каталитической полимеризации с применением инъекционной технологии. Возможно, применение инъекционных технологий и каталитической полимеризации будет оправдано при ремонте и реконструкции различных зданий и сооружений, когда, по тем или иным причинам, не представляется возможным использование стандартных приемов и технологий. Так, в настоящее время на кафедре ГСиГМ разрабатывается методика усиления кладки стен и фундаментов зданий исторической части застройки г.Одессы без вывода последних из эксплуатации при условии полного сохранения фасадов.