



# Долговечность конструкций

Светлана СОКОЛОВА,

старший научный сотрудник лаборатории коррозии и долговечности бетонных и железобетонных конструкций ОАО «НИЦ «Строительство» – НИИЖБ им. А.А. Гвоздева

**Опыт эксплуатации бетонных и железобетонных строительных конструкций и сооружений в условиях воздействия агрессивных факторов внешней среды свидетельствует о сложности обеспечения проектной долговечности конструкций. Поэтому защита строительных конструкций от коррозии – одна из главных проблем в решении вопроса обеспечения долговечности зданий и сооружений в целом.**

В соответствии с требованиями нормативно-технической документации (НТД), для предотвращения коррозионного разрушения железобетонных конструкций в зависимости от степени агрессивности среды следует применять первичный, вторичный виды защиты или их сочетание. Однако применяемыми в настоящее время методами первичной защиты, в том числе с использованием химических добавок, не всегда удается обеспечить требуемую долговечность железобетонных конструкций.

В большинстве средне- и сильноагрессивных сред наиболее оправданными являются методы вторичной защиты – это поверхностная защита бетона и железобетона, заключающаяся в нанесении систем защитных покрытий, которые ограничивают или исключают воздействие агрессивной среды на бетонные и железобетонные конструкции, что позволяет сохранить эксплуатационные свойства конструкций на расчетный срок службы зданий и сооружений.

Вторичную защиту поверхностей надземных и подземных железобетонных сооружений следует выбирать исходя из условий возможности возобновления систем защитных покрытий. Для подземных конструкций, вскрытие и ремонт которых в процессе эксплуатации практически исключены, необходимо выбирать материалы, обеспечивающие вторичную защиту конструкций на весь период эксплуатации.

Анализ экспериментальных материалов и практического опыта по вторичной защите показал, что наиболее экономичными, перспективными и широко применяемыми для защиты поверхностей бетонных и железобетонных конструкций в России и за рубежом являются системы антикоррозионных полимерных покрытий, которые в зависимости от вида защищаемой конструкции и условий

эксплуатации должны обладать определенным комплексом заданных свойств, нормируемых НТД.

Однако до недавнего времени нормативная документация на технические требования к антикоррозионным покрытиям устанавливала в основном показатели качества материалов, а также покрытий на металлических подложках. Методы испытаний систем покрытий на бетоне были охвачены государственной стандартизацией в незначительном масштабе, что зачастую приводило к несовпадению номенклатуры показателей качества покрытий в различных нормативных документах.

Учитывая сложившуюся ситуацию, появилась необходимость в разработке единых критериев оценки вторичной защиты для сравнения различных вариантов систем защитных покрытий, что позволит осуществлять выбор оптимальных решений по антикоррозионной защите для продления срока службы бетонных и железобетонных строительных конструкций и сооружений различного назначения.

Защитные свойства системы покрытия на бетоне зависят в первую очередь от химической стойкости материала покрытия, непроницаемости его в агрессивной среде и величины адгезии к защищаемой поверхности. При этом трещиностойкость системы покрытия в агрессивных средах должна отвечать допустимой ширине раскрытия трещин в железобетонных конструкциях.

На основании многолетнего опыта НИИЖБ разработаны критерии оценки вторичной защиты по таким важным показателям качества покрытий на бетоне, как адгезия, трещиностойкость, водонепроницаемость, водопоглощение, диффузионная проницаемость, морозостойкость и истираемость. Основным эффектом защитного действия покрытия определяют при его оптимальной толщине,

как правило, путем сопоставления показателей качества бетонов с системой защитного покрытия и контрольного состава бетона (без защиты).

Вышеуказанные методы оценки защитных свойств систем покрытий по бетону включены в межгосударственный стандарт ГОСТ 31383-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний», разработчиком которого является НИИЖБ.

В последние годы в стране выполнены серьезные разработки в области защиты строительных конструкций от коррозии, на основании которых разработаны межгосударственный стандарт ГОСТ 31384-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования» и Свод правил СП 28.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85). Вышеуказанные документы призваны заменить устаревшие стандарты в области защиты от коррозии и учесть новый опыт, накопленный за последние годы, при использовании ряда региональных документов, в том числе в области вторичной защиты бетона.

Системы защитных покрытий бетона, представленные в ГОСТ 31384-2008, условно разделены на лакокрасочные тонкослойные системы покрытий, лакокрасочные толстослойные системы покрытий, комбинированные системы покрытий, а также пропиточно-кольматирующие системы покрытий проникающего действия (на полимерной и на цементной основе). Все эти системы покрытий в настоящее время широко применяются на практике для вторичной защиты поверхностей бетонных и железобетонных строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных сред. Далее рассмотрим некоторые из них, прошедшие экспертную проверку в НИИЖБ.

Химически стойкие лакокрасочные тонкослойные системы покрытия, адгезионно связанные с поверхностью бетона, являются эффективным средством антикоррозионной защиты бетонных и железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в средне- и сильноагрессивных газовойздушных средах. В качестве примера систем покрытий, прошедших экспериментальную проверку в НИИЖБ и широко применяющихся на

строительных объектах, можно назвать покрытия отечественных производителей: «Политон-УР», «Ферротан» (ЗАО «НПП ВМП»); ЗАС-3, ЗАС-3В (ООО НПО «Космос»); ЗПСМ-Б-2, ЗПСМ-ВД (ХК «Промстройтехнология»); СБЭ-111 «Унипол» (ЗАО «НПО Коррзащита»); «Армакот», ОС-12-03 (ЗАО «Морозовский Химический Завод»).

Лакокрасочные толстослойные системы покрытия выполняют одновременно функции антикоррозионной защиты и гидроизоляции. В качестве примеров систем толстослойных лакокрасочных покрытий, успешно применяющихся для защиты железобетонных конструкций, можно назвать каучуковые системы «ПРИМПРОМКОР», эпоксидно-каучуковые «Унипол-гидроизоляция», покрытия на основе полимочевины «Колфлекс» и системы покрытий на основе хлорсульфированного полиэтилена ХСПЭ. Толстослойные системы надежно предотвращают попадание влаги в тело бетона, защищают поверхность бетона от воздействия агрессивных сред, повышают сохранность арматуры в бетоне, стойкость бетона к морозным воздействиям. Вышеуказанные системы являются трещиностойкими и могут применяться для защиты железобетонных конструкций, допускающих раскрытие трещин в бетоне от 0,3 до 2,0 мм.

Комбинированные системы защитных покрытий, включающие в себя пропиточные композиции и покрывные лакокрасочные материалы, увеличивают защитное действие по сравнению с традиционными лакокрасочными тонкослойными покрытиями. В качестве примеров систем комбинированных защитных покрытий, применяющихся в строительстве для вторичной защиты поверхностей бетонных и железобетонных конструкций, можно назвать покрытия на эпоксидно-каучуковой основе ЗАС-1 – ЗАС-3 (НПО «Космос»), системы защитных покрытий ЗПСМ–ЗПСМ-Б-2 («Промстройтехнология») и полиуретановые системы покрытий «Ферротан» – «Политон» УР (ЗАО «НПП ВМП»).

Одним из перспективных методов вторичной защиты железобетонных конструкций является применение пропиточно-кольматирующих композиций на полимерной основе. Сущность метода заключается в заполнении пор бетона материалом, который резко снижает проницаемость бетона, придает ему гидрофобные свойства. Такой метод защиты особенно эффективен для вторичной защиты конструкций, подвергающихся механическим нагрузкам, когда возможно повреждение системы защитного покрытия. Наносятся пропиточные компози-



## В последние годы в стране выполнены серьезные разработки в области защиты строительных конструкций от коррозии

ции на поверхность бетона в состоянии естественной влажности. Примерами пропиточно-кольматирующих композиций на полимерной основе, применяющихся для вторичной защиты бетонных и железобетонных конструкций, являются материалы «Силор», «Консолид», ВВМ-М, ВХВД-65.

Широкое применение для вторичной защиты находят пропиточно-кольматирующие составы на цементно-полимерной основе. Основной областью применения пропиточно-кольматирующих систем на цементной основе является создание поверхностного слоя конструкций повышенной водонепроницаемости. К эффективным пропиточно-кольматирующим материалам на цементно-полимерной основе отечественного производства относятся «Акватрон», «Гидротекс», «Кальматрон», «Кальмафлекс», «Пенетрон» и др.

В последнее десятилетие на строительном рынке наблюдается расширение номенклатуры материалов зарубежных производителей для систем защитных покрытий бетона. Но, к сожалению, они не всегда учитывают отечественные климатические условия, к тому же до-

статочно дороги. В связи с этим по распоряжению правительства г. Москвы была разработана программа по созданию импортозамещающих отечественных защитных материалов и систем покрытий на их основе.

В рамках этой программы ООО «ОМЕГА ПЛЮС» совместно с НИИЖБ освоено производство и внедрение полимерных композиций широкого спектра действия «Консолид» и ВУК для вторичной защиты бетонных и железобетонных строительных конструкций, эксплуатирующихся в средне- и сильноагрессивных средах.

Композиция «Консолид» относится к классу материалов проникающего и гидроизолирующего действия и может быть использована для проведения работ по упрочнению, обеспыливанию, восстановлению, ремонту, гидроизоляции и защите от атмосферных и техногенных воздействий различных строительных бетонных и железобетонных конструкций.

Для защиты железобетонных конструкций, допускающих в процессе эксплуатации образование и раскрытие трещин на поверхности бетона, с шириной раскрытия до 2,0 мм, следует выде-

**Табл. 1. Результаты испытаний систем покрытий по основным показателям качества на бетоне**

| № п/п | Наименование показателя, единица измерения | Обозначение НТД на испытание | Результаты испытаний |              |                  |
|-------|--------------------------------------------|------------------------------|----------------------|--------------|------------------|
|       |                                            |                              | Бетон с покрытием    |              | Бетон без защиты |
|       |                                            |                              | Консолид             | Консолид+ВУК |                  |
| 1     | Адгезия покрытия к бетону, МПа             | ГОСТ 28574-90                | 3,3                  | 3,3          | –                |
| 2     | Водонепроницаемость, МПа                   | ГОСТ 31383-2008              | W16                  | W18          | W4               |
| 3     | Водопоглощение, %                          | ГОСТ 12730.3-78              | 0,03                 | 0,02         | 4,5              |
| 4     | Морозостойкость, циклы                     | ГОСТ 31383-2008              | 500                  | 600          | 150              |
| 5     | Трещиностойкость, мм                       | ГОСТ 31383-2008              | –                    | 2,0          | –                |
| 6     | Истираемость, г/см <sup>3</sup>            | ГОСТ 13087-81                | –                    | 0,017        | 0,90             |

**Табл. 2. Результаты испытаний системы покрытия по основным показателям качества на бетоне**

| № п/п | Наименование показателя, единица измерения                   | Обозначение НТД на испытание | Результаты испытаний           |                  |
|-------|--------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------|
|       |                                                              |                              | Бетон с покрытием ВД-АК-1505КС | Бетон без защиты |
| 1     | Адгезия покрытия к бетону, МПа                               | ГОСТ 28574-90                | 3,0                            | –                |
| 2     | Водонепроницаемость, МПа                                     | ГОСТ 31383-2008              | W12                            | W4               |
| 3     | Водопоглощение, %                                            | ГОСТ 12730.3-78              | 2,5                            | 4,5              |
| 4     | Морозостойкость, циклы                                       | ГОСТ 31383-2008              | 300                            | 150              |
| 5     | Сопротивление паропроонианию покрытия, м <sup>2</sup> чПа/мг | ГОСТ 25898-83                | 0,08                           | –                |

лить класс трещиностойких покрытий, к числу которых относятся системы покрытий на основе полиуретановой композиции ВУК. Этот класс полиуретановых материалов, благодаря технологическим и конструкционным свойствам, обладает регулируемой высокой деформативностью и трещиностойкостью, высоким сопротивлением к истиранию и адгезией к бетону.

Результаты испытаний систем покрытий «Консолид» и «Консолид» + ВУК на бетоне по сравнению с незащищенным бетоном приведены в таблице 1.

Применение защитных покрытий на основе полимерных композиций «Консолид» и «Консолид» + ВУК на бетоне позволяет обеспечить 100%-ю защиту бетона от проникания влаги, повысить морозостойкость бетона с полимерным покрытием в 3–4 раза по сравнению с незащищенным бетоном, повысить величину водонепроницаемости бетона на 6–7 ступеней (с W 4 до W 16-18), обеспечить высокую адгезионную прочность сцепления покрытия с бетоном (не менее 3,3 МПа). Ориентировочный срок службы систем покрытий «Консолид» и ВУК на бетоне составляет не менее 15 лет.

На протяжении ряда лет в Москве и других регионах системы вторичной защиты на основе полимерных композиций «Консолид» и ВУК успешно применяются для вторичной защиты (как при новом строительстве, так и при реконструкции зданий и сооружений) железобетонных строительных конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах, в транспортном, промышленном и гражданском строительстве.

Следует остановиться на современных тенденциях развития вторичной защиты. Сейчас как в мире, так и в России наблюдается ужесточение экологического законодательства по охране окружающей среды, что приводит к вытеснению традиционных органорастворяемых материалов для защитных композиций водорастворяемыми материалами, а также материалами с высоким сухим остатком. Это относится и к материалам, применяемым в строительстве для вторичной защиты бетонных и железобетонных конструкций.

В рамках программы по разработке защитных покрытий на основе экологически безопасных лакокрасочных материалов НИИЖБом совместно с ООО «Латом-БИС» разработаны системы покрытий на основе водно-дисперсионных акриловых сополимеров ВД-АК-1505 КС.

Анализ отечественных и зарубежных разработок показал, что среди всех известных типов водно-дисперсионных материалов композиции на основе акриловых пленкообразователей признаны лучшими по эксплуатационным и защитно-декоративным свойствам, и большая часть выпускаемых в мире материалов на водной основе для защиты бетона приходится на акриловые. При выборе защитных покрытий бетона одним из главных критериев являлось низкое водопоглощение и одновременно способность пропускать водяные пары (паропроницаемость), что позволяет подложке «дышать». Для регулирования паропроницаемости и гидрофобности были применены техно-

логические добавки на основе кремний-органических соединений.

Результаты испытаний системы защитно-декоративного покрытия на основе водно-дисперсионного состава ВД-АК-1505 КС на бетоне по сравнению с незащищенным бетоном приведены в таблице 2.

Применение системы защитного покрытия ВД-АК-1505 КС на бетоне позволяет обеспечить высокую адгезионную прочность сцепления с бетоном (до 3,0 МПа), повысить морозостойкость бетона с покрытием в 2 раза по сравнению с незащищенным бетоном, снизить величину водопоглощения бетона на 40% и повысить величину водонепроницаемости бетона на 4 ступени (с W 4 до W 12). Покрытие может наноситься на бетон с влажностью в поверхностном слое до 10% и обеспечивать защитно-декоративную отделку жилых и общественных зданий, эксплуатирующихся в условиях агрессивного воздействия промышленной и городской атмосферы в умеренном климате в течение 10 лет.

В заключение необходимо подчеркнуть, что при условии правильного выбора систем покрытий для защиты бетонных и железобетонных строительных конструкций применительно к тем или иным условиям эксплуатации может быть обеспечена долговечность конструкций и увеличены в 2–3 раза межремонтные сроки, а применение отечественных защитных материалов позволит значительно уменьшить стоимость строительства при обеспечении требуемой долговечности строительных конструкций.