

УДК 666.972.16: 620.193

Степанова В.Ф., доктор технических наук, профессор,
зав. лабораторией,
НИИЖБ им. А.А. Гвоздева
ОАО «НИЦ «Строительство»
109428, Россия, г. Москва, 2-я Институтская ул., д.6
+7(499) 171-43-74, e-mail: vfstepanova@mail.ru

ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Приведен обзорный материал по химическим добавкам для бетона. Показано влияние добавок на эксплуатационные характеристики бетонных и железобетонных конструкций и эффективность их использования в условиях воздействия различных агрессивных сред.

Ключевые слова: химические добавки, бетон, коррозионная стойкость, область применения, экономическая эффективность

Продолжающееся соревнование между сторонниками применения стальных и железобетонных конструкций выигрывает тот, кто предлагает более экономичный и более долговечный вариант сооружения. В настоящее время, когда прежнее жёсткое требование экономии металла перестало быть актуальным, это соревнование ещё более обострилось. Во многих случаях железобетон является более универсальным материалом: возможность придания железобетонной конструкции любой формы, более высокая стойкость во многих агрессивных средах с минимальными затратами на дополнительную (вторичную) защиту, высокая долговечность являются преимуществами железобетонных сооружений. Однако высокая коррозионная стойкость железобетонных конструкций достигается лишь при правильном проектировании, учитывающем качество эксплуатационной среды, особенности применяемых для изготовления железобетона материалов. Одним из важнейших факторов достижения высокого качества железобетона является применение эффективных химических добавок. Правильно выбранные добавки позволяют создавать эффективную технологию, обеспечивать необходимые физико-механические характеристики бетона, высокую морозостойкость и коррозионную стойкость, необходимые в конкретных условиях эксплуатации конструкций.

Технические требования к добавкам регламентируются ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия», а методы испытаний - ГОСТ 30459-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности». С учётом этих документов создано большое число технических условий на конкретные виды добавок. Оценивая ситуацию с техническими условиями на добавки с позиций коррозионной стойкости бетонов, следует отметить следующее. По нашему мнению, технические условия должны отражать как положительное, так и негативное влияние добавок на бетонные смеси и бетоны. Однако нередко негативное влияние отдельных видов добавок на определённые характеристики бетонов замалчиваются. Очевидно, это происходит по двум причинам. Первая из них – желание изготовителя продать максимальное количество продукта. Намеренное исключение указаний о негативных побочных явлениях от применения добавки в сопроводительных документах следует оценивать как недобросовестную рекламу со всеми вытекающими отсюда последствиями. Однако нередко случаи, когда разработчик и изготовитель не выполняют в полном объёме необходимые испытания добавок. В этом случае

возможное негативное влияние добавки остаётся не выявленным и проявляет себя лишь в реальной технологии и в конструкции. К таким негативным явлениям относятся – наличие в добавке компонентов, вызывающих коррозию стального оборудования, стальной арматуры и закладных деталей, а также коррозионное растрескивание предварительно напряжённой арматуры, введение в бетон большого количества щелочей, способных взаимодействовать с кремнезёмом заполнителей и вызывать разрушение бетона в процессе эксплуатации конструкций. Некоторые добавки способны вызывать существенное изменение обычного процесса гидратации вяжущего с образованием компонентов, способных к перекристаллизации в поздние сроки – после набора бетоном прочности. В результате со временем может произойти растрескивание бетона, снижение несущей способности железобетонной конструкции. В ряде случаев применение химических добавок вызывает образование высолов на поверхности конструкций и ускоренное разрушение от морозных воздействий.

Как правило, испытание добавок должно выполняться по большинству показателей, названных в ГОСТ 30459-2008, где приведен перечень обязательных испытаний для добавок разных видов.

Остаётся актуальной разработка добавок, повышающих морозостойкость бетона. В настоящее время принципиально решён вопрос получения бетонов высокой морозостойкости марок до F1000 и более. Как правило, такие добавки по составу являются многокомпонентными и включают в себя пластифицирующие (водоредуцирующие) и воздухововлекающие (микрогазообразующие) компоненты. С помощью таких комплексных добавок в разное время получены бетоны высокой морозостойкости при возведении Кислогубской приливной электростанции, выдержавшие в сооружении более 15000 циклов замораживания и оттаивания. Получены высокоморозостойкие бетоны для плит трамвайного пути новой конструкции и другие.

В настоящее время проблема состоит в том, чтобы расширить номенклатуру комплексных добавок указанного назначения. В частности, придать этим комплексам большую технологичность (дозирование на бетоносмесительных узлах одного комплексного продукта, создание сухих комплексных добавок, не расслаивающихся и не боящихся замораживания). В этом плане удачной является разработка порошкообразного модификатора ПФМ-НЛК, нашедшем применение в условиях Якутии (Республика Саха) при строительстве на вечной мерзлоте и на Дальнем Востоке. Модификатор позволяет получать бетоны марок F300-F400. Тем не менее, работы в этом направлении следует продолжить с целью получения модификаторов для бетона марок F1000, что необходимо для сооружений, эксплуатирующихся при воздействии морской воды, солевых сред и мороза.

Исследования, выполненные в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, показали, что с помощью добавок можно сильно повысить стойкость бетонов в агрессивных сульфатных средах. Бетоны особо низкой проницаемости марок W16-W20, изготавливаемые с применением водоредуцирующих добавок, в первую очередь с С-3 и «Реламикс», обладают сильно выраженной коррозионной стойкостью в этих средах. Ещё выше сульфатостойкость бетонов указанных марок, изготовленных с применением органо-минеральных комплексов, содержащих С-3 и аморфный микрокремнезём, например модификатор МБ-01. Сульфатостойкость этих бетонов, приготовленных на рядовых среднеалюминатных цементах, значительно превосходит стойкость бетонов марок W4-W8, изготовленных на сульфатостойких портландцементов. Имеется реальная возможность готовить сульфатостойкие бетоны на рядовых цементах, отказаться от применения дефицитных сульфатостойких цементов. Работы в указанном направлении продолжаются.

Исследования показывают, что коррозия бетона, вызываемая взаимодействием реакционноспособного диоксида кремния со щелочами (РЩК), наблюдается не только при использовании цементов с повышенным содержанием щелочей (более 0,6%), но и при введении в бетон добавок, содержащих катионы щелочных металлов (натрий и калий). Кроме того, щёлочесодержащие добавки снижают конечную прочность бетона и вызывают образование

высолов. Щёлочи содержится в большинстве минеральных солей, применяемых в качестве добавок-ускорителей и противоморозных добавок. В условиях дефицита заполнителей с низким содержанием реакционноспособного кремнезёма проблема разработки безщелочных добавок названного назначения становится особенно актуальной.

Замена щёлочесодержащих добавок на кальцийсодержащие снижает опасность РЦК, однако, возникают другие проблемы и в первую очередь коррозия стальной арматуры. Общеизвестно, что добавки хлорида кальция – эффективного ускорителя твердения и противоморозной добавки – вызывают депассивацию и коррозию стальной арматуры. Добавки нитрата кальция опасны для предварительно напряжённой арматуры, поскольку могут вызывать коррозионное растрескивание. Один из путей решения задачи, предложенный ранее в НИИЖБ, совместное применение водоредуцирующих добавок и небольшого количества солей-электролитов. При снижении водоцементного отношения концентрация электролита в жидкой фазе твердеющего бетона увеличивается, что повышает в целом эффективность добавки. Встречаются некоторые предложения по применению противоморозных добавок при дозировке 1-2% при температуре до минус 25°C. Парадоксально это даже слышать! Во-первых, дозировка противоморозных добавок, как правило, высокая 8-10%, во-вторых, как показывает практический опыт, добавок, работающих при температуре минус 25°C, практически нет. Практика строительства за рубежом, активно внедряющаяся в отечественное строительство, предполагает использование эффекта от противоморозных добавок лишь в период транспортирования и укладки бетонной смеси в опалубку. В дальнейшем уход за бетоном предполагает его утепление и/или обогрев бетона.

Следует отметить, что в настоящее время практически не применяются по основному назначению добавки-ингибиторы коррозии стали в бетоне, хотя в 70-х годах применение таких добавок в комплексах ННК, ННХК было достаточно распространено. Полагаем, что такое положение сложилось вследствие уменьшения объёмов научно-исследовательских работ в технологии бетона. В то же время, за прошедшие десятилетия в Российской академии наук разработаны новые эффективные органические ингибиторы коррозии металлов. Например, ИФХАН-80 – мигрирующий ингибитор коррозии, который может применяться как для защиты арматуры в новых конструкциях, так и при их ремонте на стадии эксплуатации.

Строительный рынок заполняется зарубежными добавками, эффективность которых в условиях строительства в наших странах не всегда доказана. Развитие исследований в области технологии бетона, в частности создание отечественных добавок – модификаторов бетона является насущной задачей.

Надо отметить, что немало появилось на рынках и отечественных добавок. В основном это добавки-ускорители твердения с пластифицирующим эффектом, добавки-пластификаторы и суперпластификаторы. Отрадно, что отечественные производители начинают конкурировать с зарубежными поставщиками добавок, но, к сожалению, приходится констатировать, что порой появляются добавки, не отвечающие требованиям стандартов и технических условий на эти добавки. С целью исключения появления на рынке некачественных продуктов необходимо иметь единый подход и единые критерии оценки качества добавок.

Технические условия должны разрабатываться на основании результатов испытаний добавок по комплексу необходимых и достаточных показателей с тем, чтобы оценить их основное действие на бетон, выявить возможные негативные действия на бетонные смеси и бетон.

Наиболее распространённые и проверенные на сегодня добавки нашли широкое применение в практике строительства. В качестве позитивного примера можно привести создание системы добавок с торговой маркой «Универсал – П-2», «Универсал – П-4», «Хидетал – П-5», а также этой марки П-6, П-7, П-8, ГП-9. Надо отдать должное фирме «СКТ-Стандарт», которая с самого начала своей работы, когда имела только добавку ЛМГ-1, вела свои работы на научной основе. Отсюда ее высокий рейтинг на отечественном рынке. Хорошо себя зарекомендовали добавки «Релаксол», а также комплексные добавки, изготавливаемые на его основе. Это суперпластификаторы и

ускорители твердения «Реламикс» и «СП-3», суперпластификатор с противоморозным действием «С-3 Р2». Указанные добавки исследованы в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева по большому комплексу показателей и для них определена широкая область применения, включая преднапряжённые конструкции, армированные высокопрочными арматурными сталями и бетон с высокими показателями водонепроницаемости и морозостойкости.

Широкому массовому внедрению добавки предшествует детальное изучение её свойств с учётом качества и долговечности бетонных и железобетонных конструкций. При наличии грамотных технологов, как правило, можно найти решение той или иной задачи с учётом свойств материалов, вида добавки, условий эксплуатации конструкции.

Но не маловажный фактор в конкуренции – экономический. Поэтому при прочих равных условиях потребители выбирают наиболее экономически выгодную добавку. Выбирая те или иные добавки, всегда необходимо помнить, что строим мы не на один год, поэтому вопрос их влияния на коррозионную стойкость железобетонных конструкций должен быть одним из важнейших факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия».
2. ГОСТ 30459-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности».
3. ГОСТ 31384-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования».
4. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85».

УДК 666.972.16: 620.193

ХІМІЧНІ ДОБАВКИ ТА КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОНУ

© Степанова В.Ф.

Наведено оглядовий матеріал щодо хімічних добавок для бетону. Показано вплив добавок на експлуатаційні характеристики бетонних і залізобетонних конструкцій та ефективність їх використання в умовах впливу різних агресивних середовищ.

Ключові слова: хімічні добавки, бетон, корозійна стійкість, область застосування, економічна ефективність

UDC 666/972/16:620/193

CHEMICAL ADDITIVES AND CORROSION RESISTANCE OF CONCRETE

©Stepanova, V.F.

An overview material for chemical additives for concrete is given below. Shows the effect of additives on the performance of concrete and reinforced concrete structures and the effectiveness of their use in conditions of various aggressive environments.

Keywords: chemical additives, concrete, corrosion resistance, sphere of application, cost-effectiveness.