

Ф. М. Алмакаева, Э. Ф. Алмакаева

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Ключевые слова: долговечность, прочность, химическая коррозия бетона, защита бетона, ПАВ.

На предприятиях химической промышленности, построенных по старым типовым проектам, наблюдаются заметные повреждения несущих и ограждающих конструкций, значительно снижающих долговечность объектов. Современные исследования процессов коррозии бетона позволяют в большинстве случаев обеспечивать защиту бетонных и железобетонных конструкций от химической коррозии мерами первичной и вторичной защиты.

Keywords: durability, strength, chemical corrosion of concrete, concrete protection, surfactants.

The enterprises of the chemical industry, built on the old standard projects, there are noticeable damage to the bearing and enclosing structures, significantly reducing the durability of objects. Modern studies of corrosion processes of concrete in most cases allow to ensure the protection of concrete and reinforced concrete structures against chemical corrosion measures primary and secondary protection.

Переработка углеводородного сырья в полуфабрикаты и готовую продукцию осуществляется в технологических установках и сопровождается агрессивным воздействием на окружающую среду. Это воздействие распространяется, в том числе и на сооружения как производственных цехов для размещения оборудования (фундаменты, эстакады, постаменты), так и складских и административных зданий, расположенных на территории производства. Промышленные здания и сооружения нефтехимии являются не только частью собственности отдельно взятых промышленных гигантов, но и национальным богатством, как нашей республики, так и страны. Но, вопросам увеличения сроков службы строительных конструкций и обеспечения химической стойкости до сих пор не уделяется должного внимания. Большинство зданий и сооружений химических заводов, построенных по типовым проектам 50-х, 70-х годов прошедшего столетия, спроектированы без учета требований по химической стойкости и долговечности. На этапе проектирования размеры конструктивных элементов назначались только по требованию прочности, в зависимости от несущей способности конструкции [1,2]. На практике же заложенный в строительные объекты нефтехимических производств показатель водонепроницаемости и морозостойкости не стыкуется с параметрами прочности. Например, чтобы обеспечить качественную характеристику прочности бетона и его водонепроницаемости, класс бетона должен быть не меньше В 22,5, а водонепроницаемость не менее W4. Назначенный по устаревшим нормативам класс бетона В 15 не обеспечивает такую марку по водонепроницаемости. Как известно, в соответствии с требованиями строительных норм и правил (СНиП) П.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии», марка по водонепроницаемости назначается в зависимости от среды эксплуатации. Её обеспечение защищает бетон от не силового воздействия. Из-за недооценки влияния агрессивных сред, воздействие которых

СНиП ранее не регламентировались, даже тщательно выполненные расчёты и запроектированные в соответствии с ними элементы не дают гарантии заложенной долговечности. В условиях действия кислот, щелочей, паров снижение несущей способности происходит чаще не от механических нагрузок, а именно от недооценки агрессивных сред (рис. 1).



Рис. 1 – Разрушение поверхностного слоя бетонной конструкции насосной станции

На сегодняшний момент вопрос увеличения ресурса уже используемых бетонных и железобетонных конструкций на объектах химической и нефтегазоперерабатывающей промышленности стоит остро, в том числе и в нашем регионе: изменение климатических условий и агрессивная среда значительно снижают их нормативный срок службы. Если учесть потери от коррозии, а это около 20% от долговечности, то объекты, построенные в 1970-80 гг, теряют свой ресурс уже через 35-40 лет с начала эксплуатации. А к таким объектам относится фактически весь технологический комплекс действующих химических производств на территории Татарстана.

Основной конструкционный материал несущих и ограждающих конструкций технических сооружений производственных объектов – это бетон и железобетон. Бетон является пористо-капиллярным телом и разрушение бетона в агрессивных средах происходит главным образом по связующему –

цементному камню, так как заполнители щебень, гравий, песок обладают большой плотностью и химической стойкостью. Коррозия бетона в агрессивной газовой среде зависит от состава и концентрации газов, влажности паров, температуры, особенностей состава бетона (проницаемость, вид вяжущего, толщина защитного слоя, вид армирования и др.) и проявляется в увеличении объема наружных слоёв бетона с образованием рыхлого слоя, не имеющего прочности. При этом возникает чёткая граница между повреждённым и неповреждённым слоем бетона, что приводит к снижению сечения конструкции, коррозии и полному разрушению стальной арматуры и, как следствие, обрушение. Поскольку цементный камень, изготовленный на портландцементе, имеет щелочную реакцию, уменьшить скорость коррозии бетона в агрессивных средах, изменяя в известных пределах состав портландцементного вяжущего, не представляется возможным. Как следствие, внутренняя поверхность кровельной и потолочной частей насосных станций, камер холодной и горячей воды, водосборный бассейн градирни, постаменты и др. конструкции разрушаются раньше заложенного срока долговечности. Кроме разрушения поверхностного слоя конструкций, возникают очаги протечки (бассейны, колодцы), также приводящие к потере ресурса конструкции.

Длительное время единственным способом повышения защитных свойств конструкций из бетона, работающих в агрессивных средах является снижение проницаемости. При незначительных концентрациях в среде газов и влажности паров, повышение непроницаемости поверхности бетонной конструкции дает положительный эффект. Экспериментальные работы и обследование состояния конструкций показывают, что повышение стойкости с уменьшением проницаемости бетона наблюдается лишь при малых концентрациях кислот и магниезальных солей. На практике достаточно часто встречаются случаи, когда накопление растворов солей и других соединений в бетоне в критических количествах, вызывает его разрушение.

Одной из форм защиты бетона и железобетона служит применение мало проницаемых антикоррозионных покрытий в виде гидроизоляции, оклеечной изоляции, футеровок, уплотняющих пропиток и др., обладающих химической стойкостью. Если в сооружениях и оборудовании имеется опасность контакта с жидкими агрессивными средами, то, конструкции также изолируются антикоррозийными покрытиями. При ремонтных работах в качестве защитного покрытия используются полимерцементные составы. Они имеют ряд преимуществ, благодаря высокой адгезии и паронепроницаемости. Хороший эффект защиты создает гидроизоляция проникающими цементными смесями: химически активные вещества вступают во взаимодействие с составляющими цементного камня формируют уплотненную структуру из нерастворимых

кристаллогидратов за счёт прорастания в капилляры и микротрещины.

Учитывая то, что за последнее время существенно обогатились представления о структуре, свойствах бетона и процессах структурообразования, появились возможности прогнозирования свойств и управления характеристиками. В современном строительном материаловедении получили широкое распространение новые эффективные вяжущие, модификаторы для вяжущих и бетонов, активные минеральные добавки и наполнители, армирующие волокна, новые технологические приемы и методы получения бетонных составов, позволяющие создавать бетоны с заданными свойствами.

Одним из приемов создания бетонов с заданными свойствами является применение модифицированных добавок в процессе изготовления бетонной смеси. Комплексы на основе лигносульфонатов (ССБ, СДБ, ЛСТ) с СНВ или ГКЖ-94 широко используются при строительстве ответственных сооружений, в том числе и объектов нефтехимических производств. Комплексные добавки этой группы существенно повышают морозостойкость бетона, его влагонепроницаемость и стойкость в агрессивных средах. Использование особых модифицирующих добавок позволяет понизить проницаемость бетона для газов и растворов солей, улучшить защитное действие по отношению к стальной арматуре, повысить морозостойкость, коррозионную стойкость, в том числе сульфатостойкость, стойкость к внутренней коррозии, стойкость в биологически активных средах и другие важные характеристики, обеспечивающие долговечность строительных конструкций [3-7].

Учитывая то, что строительные сооружения нефтехимических производств со временем теряют свои защитные свойства за счет воздействия агрессивной среды, а защита и восстановление требуют значительных вложений, назрела необходимость внедрения и использования новых конструкционных материалов, отвечающих требованиям современной промышленности. На строительстве новых гигантов нефтехимии, таких как ТАНЕКО и олефиновый комплекс Этилен-1000 успешно применяются бетоны, в состав которых входит новая разработка – гидроизоляционная добавка «Пенетрон Адмикс». Проведенные испытательным центром строительных материалов и конструкций при ФГБОУ ВПО ПГУПС в 2012 году испытания показывают, насколько эффективно внедрение современных модификаторов бетонов: введение модификатора «Пенетрон Адмикс» увеличивает водонепроницаемость с W12 до W18, в то время как у контрольного состава (обычный бетон) этот показатель падает с W12 до W0. Для сравнения – водонепроницаемость на сульфатостойком шлакопортландцементе составляет также W18. Закрепить использование новых модификаторов можно с помощью экспериментально-статистического моделирования влияния агрессивных сред на стойкость бетонных

конструкций и, имитируя агрессивную среду, подобрать оптимальную рецептуру состава бетона.

В последние годы в мире сформировалось новое научно-техническое направление, связанное с получением и применением наноструктур, обладающих высокой поверхностной энергией и мощным дисперсионным взаимодействием. Методы нановоздействия на структуру бетона открывают возможность изготавливать бетон с определенными химическими и физическими свойствами, в том числе и антикоррозионными. Наноструктурированные цементные бетоны, как многокомпонентные материалы на основе минеральных вяжущих, позволяют изменить подходы к проектированию объектов, в том числе и строительных объектов нефтехимических комплексов. Многими исследователями в этом направлении получены экспериментальные данные, указывающие на повышение показателей эксплуатационных свойств при введении первичных наноматериалов [8, 9]. На сегодняшний день ведущие строительные ВУЗы нашей страны могут предложить производителям разработки по использованию наноматериалов в бетонах, позволяющих значительно увеличить ресурс использования бетонных конструкций на объектах химической промышленности. К примеру, в системе добровольной сертификации продуктов наноиндустрии «Наносертифика» 21.09.2012 выдан сертификат соответствия наноматериалу для специальных бетонов «Таунит» [9]. Но проектировщики и производители не торопятся воспользоваться этими разработками. Причинами, тормозящими внедрение наноструктурированных материалов в строительные технологии, являются морально устаревшие технологии получения, как смесей, так и самих изделий, подвешенность состояния нормативно-законодательной базы для применения наноструктурированным бетонов, относительно высокая стоимость. Кроме этого нет информации о безопасности как использования нанотехнологий в строительстве, так и о

безопасности объектов после утилизации – предстоит определиться с нормативной базой.

Имеющиеся исследования факторов, влияющих на долговечность строительных конструкций объектов нефтехимии, новые разработки материаловедов и совершенствование норм проектирования опасных производств, дают современным нефтехимическим комплексам возможность своевременно решать задачи по оптимизации антикоррозионных мероприятий.

Реконструкция и техническое перевооружение уже давно существующих производств должны быть направлены на обеспечение сохранности существующих зданий и сооружений и грамотную эксплуатацию их строительных конструкций.

Литература

1. Руководство по подбору составов тяжелого бетона / НИИ бетона и железобетона Госстроя СССР. Стройиздат, Москва 1979. 103 с.
2. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии.
3. В.М. Москвин, Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. Стройиздат, Москва. 1980. 536 с.
4. НТП 81-85. Нормы технологического проектирования предприятий по переработке нефти и производству продуктов органического синтеза.
5. В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. Химические добавки для модификации бетона. Палеотип, Москва. 2006. 244 с.
6. Р.А. Кайдриков, Б.Л. Журавлев, Н.В. Бурмистров. *Вестник Казанского технологического университета*, 1, 25 - 27 (1998).
7. Г.Р. Фасеева, А.М. Салахов, А.И. Хацринов. *Вестник Казанского технологического университета*, 8, 220 - 223 (2010).
8. В.Д. Староверов. Коррозионностойкие наномодифицированные цементные бетоны / Ю.В. Пухаренко, И.У. Аубакирова, Т.В. Гюннер, М.К. Кудобаев, В.Д. Староверов // *Технологии бетонов*, 7, 24-27 (2010).
9. Сертификация в наноиндустрии <http://www.nanocertifica.ru>