

ВЛИЯНИЕ АГРЕССИВНОЙ МОРСКОЙ СРЕДЫ НА НАДВОДНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

И.А.Твардовский, к.т.н., доцент, Г.С. Чобан, к.т.н., доцент

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В практике проектирования надежность мостовых железобетонных конструкций обеспечивается расчетами по двум предельным состояниям, как правило для условий нормальной их эксплуатации. Результаты визуального обследования надводных элементов мостовых железобетонных конструкций, свидетельствуют о том, что от действия различных факторов (температуры, влажности, агрессивной среды) прочность и несущая способность конструкций в процессе эксплуатации значительно снижаются в сравнении с проектным значением. На рис.1 наглядно изображен один из неблагоприятных факторов физического износа железобетонных надводных элементов мостового сооружения, характеризующийся интенсивной коррозией бетона и арматурных стержней. Поэтому прогнозирование долговечности мостовых железобетонных конструкций является актуальной задачей.

На основе экспериментальных данных, которые были освещены в работах С.Н. Алексева, В.И. Бабушкина, С.В. Шестоперова, В.М. Москвина [1,2], была изучена особенность взаимодействия хлоридсодержащей среды с железобетоном, которая заключается в том, что среда оказывает влияние на бетон и арматуру посредством различных факторов. Коррозионное поражение арматуры зависит непосредственно от уровня концентрации сульфатов проникших в тело бетона в районе расположения арматуры. Основное же воздействие на механические свойства бетона сульфатсодержащая среда оказывает в процессе ее химического взаимодействия с цементным камнем, в результате которого образуется твердый осадок, по объему превышающий объем исходных веществ.

В подавляющем большинстве случаев главной причиной потери эксплуатационных характеристик пролетных строений железобетонных мостов является коррозия арматуры и разрушение защитного слоя бетона.

Анализ экспериментальных исследований по взаимодействию железобетонных надводных элементов конструкций с сульфатсодержащими средами, позволяет предположить, что процесс

их коррозионного разрушения можно представить состоящим из следующих этапов:

1) проникновение сульфатов в армированный конструктивный элемент и распределение по его объему;



Рис. 1. Интенсивная коррозия опор пролетного строения мостового сооружения от действия агрессивной среды

2) наступление условий, при которых начинается коррозия арматуры;

3) развитие коррозионного поражения арматуры, приводящего к уменьшению её сечения, образованию продуктов коррозии, объем которых превышает первоначальный;

4) наступление условий, при которых начинается процесс растрескивания материала вокруг корродирующей арматуры;

5) развитие трещины сквозь материал до поверхности конструктивного элемента;

6) отслаивание защитного слоя бетона под давлением продуктов коррозии арматуры;

7) работа конструктивного элемента с отслоившимся защитным слоем и нарушением сцепления проржавевшей арматуры с материалом ядра конструктивного элемента;

8) разрушение конструктивного элемента вследствие наступления предельного состояния какого-либо вида.

Снижение несущей способности конструктивного элемента вследствие коррозионного разрушения отобрано на рисунке 2.

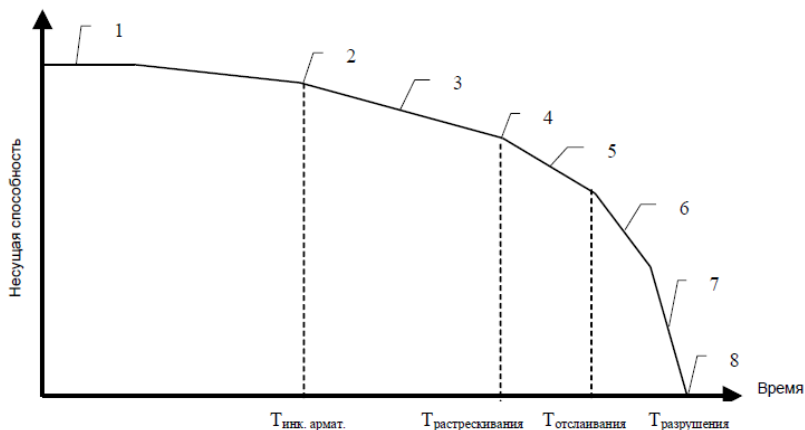


Рис. 2. Диаграмма снижения несущей способности армированного конструктивного элемента под воздействием хлоридсодержащей среды

Коррозионный износ рабочего сечения арматурных стержней существенно снижает несущую способность армированного элемента конструкции и может даже привести к изменению его модели нагружения.

Образующиеся продукты коррозии могут вызвать растрескивание, и даже отслаивание защитного слоя бетона, а также нарушение сцепления арматуры с окружающим материалом.

На рис.3 схематично показаны последствия, к которым может привести воздействие агрессивной среды на железобетонную конструкцию. Накопление продуктов коррозии на арматурных стержнях приводит к понижению прочности связи между арматурой и окружающим бетоном. Расширение бетона вокруг арматуры вызывает растягивающие напряжения в бетоне.

Через некоторое время, при продолжающемся процессе коррозионного поражения арматуры, растягивающие напряжения достигнут критической величины и инициируют развитие коррозионных трещин в защитном слое бетона, ориентированных вдоль арматурных стержней. С дальнейшим ростом объема продуктов

коррозии ширина раскрытия трещины увеличивается, что в результате часто приводит к отслаиванию защитного слоя бетона. Каждое из описанных явлений в той или иной степени вызывает понижение прочности связи между арматурой и бетоном, результатом чего может стать потеря их совместного действия, что значительно понизит прочность и изменит работу конструктивного элемента.

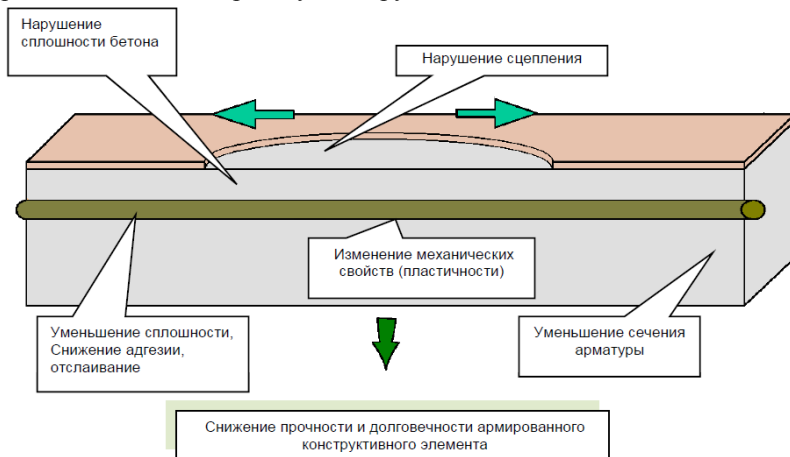


Рис.3. Последствия коррозионного поражения железобетонной конструкции

Другим важнейшим фактором при исследованиях железобетонных мостовых конструкций является их долговечность.

Наиболее распространенными методами прогнозирования ресурса мостовых конструкций являются методы, основанные на теории надежности. В их основе лежат методы расчета надежности строительных конструкций, разработанные В.В. Болотиным и А.Р. Ржаницыным [3,4].

В.И. Шестериков предложил для наиболее массовых типовых железобетонных мостов техническое состояние оценивать по показателю их физического износа. В отличие от прежних подходов состояние моста предпочитается оценивать по элементам – от покрытия до несущих конструкций (пролётных строений и опор), по которым можно установить и обобщённый показатель износа сооружения как сумму частных износов, взятых со своими коэффициентами значимости.

Износ пролётного строения определяется как снижение его грузоподъёмности, а износ балки пролётного строения – снижение её несущей способности. При определении физического износа балки учитываются по возможности все дефекты, зарегистрированные на момент обследования. В основном это дефекты, связанные с

деструкцией материалов – бетона и арматуры. Наиболее весомыми из них являются снижение плотности и прочности бетона, снижение жёсткости балки из-за шелушения и разрушения защитного слоя, появления трещин в бетоне, коррозии арматуры.

Большинство подходов и методик прогнозирования долговечности элементов железобетонных конструкций не учитывают влияние температурно-влажностных климатических воздействий в совокупности с силовыми, что требует дальнейших исследований и проработки.

Вывод. Разработка методики прогнозирования долговечности железобетонных элементов мостовых конструкций, на стадии проектирования, учитывающей совместные действия климатических (температурно-влажностных) условий внешней среды и силовых воздействий транспортных и иных нагрузок, позволит более объективно гарантировать и прогнозировать долговечность мостовых конструкций.

Summary

Predicting durability of concrete elements of bridge structures at the design stage , taking into account the synergy of climate (temperature and humidity), environmental conditions and security impacts of transport and other loads , allows a more objective to guarantee and predict the durability of bridge structures .

1. Шестоперов С.В. Долговечность бетона транспортных сооружений. М.: Транспорт, 1966. 500с.
2. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузеев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. М.:Стройиздат.–1980, 536с.
3. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. М.: Стройиздат, 1978, 240 с.
4. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. М.: Стройиздат, 1982, 352 с.
5. ДБН В.2.3-14:2006. Мости та труби. Правила проектування. – К.: Держбуд, 2006, 360 с.
6. ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2009. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009, 54с.