

Проведенные исследования начальной карбонизации жестких смесей бетонов различных классов по прочности на сжатие (марки по удобоукладываемости Ж1 и Ж2) показали:

- на начальных этапах эксплуатации ЖБЭ, т. е. сразу после изготовления (с применением ТВО), значительная часть защитного слоя бетона полностью карбонизируется, при этом в бетонах класса по прочности на сжатие  $C^{12}/_{15}$  и ниже полностью карбонизируется защитный слой;
- толщина карбонизированного слоя зависит от состава бетонной смеси (в первую очередь от количества использованного цемента).

#### Список литературы

- 1 **Васильев, А. А.** Прогнозирование фактической карбонизации с учетом технологических параметров бетона : монография / А. А. Васильев, А. М. Нияковский. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 206 с.
- 2 **Баженов, Ю. М.** Технология бетона / Ю. М. Баженов. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2002. – 499 с.

УДК 621.01.004.58

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*А. А. ВАСИЛЬЕВ, М. И. ТКАЧЕВА, В. А. ДОЛЯ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Значение проблем технической диагностики строительных конструкций возрастает из года в год. Это объясняется рядом причин. Во-первых – значением обеспечения безопасности существующих зданий и сооружений. Данная проблема чрезвычайно многообразна. Наиболее ярко её значение для крупных инженерных сооружений (мосты, плотины, АЭС, торговые и развлекательные центры и т. п.), аварии которых могут привести к катастрофическим последствиям, включая массовые человеческие жертвы [1, 2].

Достаточно очевидно значение этой проблемы для промышленных, многоэтажных и общественных зданий, с одной стороны, количество которых растет из года в год во всех странах мира, с другой – значительная часть которых ежегодно перепрофилируется при реконструкции.

Во-вторых, практически во всех странах мира с каждым годом возрастает объем работ, связанный с реконструкцией зданий и сооружений. Непременные компоненты этих работ – проведение обследований с технической диагностикой строительных конструкций.

В-третьих, важнейшей задачей является объективное определение степени повреждения конструкций, пострадавших вследствие пожаров, взрывов, землетрясений и других неэксплуатационных воздействий.

Задачей технической диагностики железобетонных конструкций является определение таких качественных показателей, от которых максимально зависит эксплуатационная пригодность и долговечность конструкций. В первую очередь это относится к несущим конструкциям, для которых основные показатели качества – прочность, жесткость и трещиностойкость.

И если соответствие эксплуатируемых железобетонных конструкций требованиям жесткости и трещиностойкости при действующих на момент обследования нагрузках устанавливается прямым измерением, то более сложной задачей является оценка трещиностойкости и жесткости конструкций, имеющих дефекты и повреждения при изменяющихся во времени нагрузках. Еще более сложная задача – определение несущей способности эксплуатируемых железобетонных конструкций.

А самой важной и сложной задачей является прогнозирование несущей способности эксплуатируемых железобетонных конструкций для различных атмосферных сред.

Диагностика железобетонных конструкций – относительно молодая отрасль строительной науки. В связи с этим существует много вопросов, обязательных к разрешению. Три группы необходимых (первоочередных) исследований [1, 3]:

- разработка методов определения качественных признаков, от которых зависят прочность, жесткость и трещиностойкость эксплуатируемых конструкций;
- разработка методов поверочного расчета эксплуатируемых железобетонных конструкций;
- разработка методов расчета остаточного ресурса эксплуатируемых железобетонных конструкций.

Перечень требующих решения задач, которые, являясь элементами построения теоретических основ методов технической диагностики железобетонных конструкций, имеют самостоятельное прикладное значение:

- обобщение характерных дефектов и повреждений в конструкциях и создание классификатора дефектов для применения в практике обследования зданий и сооружений;
- разработка (совершенствование) методов оценки значимости дефектов и повреждений железобетонных конструкций;
- разработка методики статических испытаний железобетонных конструкций в составе зданий и сооружений;
- разработка методики динамических испытаний железобетонных конструкций в составе зданий и сооружений;
- проведение исследований по определению прочности бетона методом отрыва со скалыванием при малой глубине заделки анкерного устройства;
- проведение исследований по определению прочности бетона ультразвуковым методом с использованием продольных и поперечных волн;
- разработка методики контроля армирования с использованием магнитных приборов нового поколения;
- разработка методов дефектоскопии железобетонных конструкций с использованием ультразвуковых томографов;
- исследование статистических характеристик фактической прочности бетона железобетонных конструкций;
- исследование статистических характеристик геометрических параметров железобетонных конструкций;
- разработка общих принципов поверочных расчетов, основанных на детерминированном, полувероятностном и вероятностном подходах;
- разработка правил назначения расчетных схем при проведении поверочных расчетов конструкций;
- разработка методов поверочного расчета эксплуатируемых железобетонных конструкций, имеющих повреждения, с учетом влияния этих повреждений на напряженно-деформированное влияние конструкций и с учетом появления повреждений в конструкциях, находящихся под нагрузкой;
- разработка методик расчета несущей способности эксплуатируемых железобетонных конструкций с учетом выявляемых трещин различного характера, расположения и параметров;
- разработка методов оценки и прогнозирования коррозионного состояния бетона для различных атмосферных сред, включающих методики оценки показателей агрессивности сред и их влияния на бетон;
- разработка методов оценки и прогнозирования коррозионного состояния стальной арматуры в бетоне для различных атмосферных сред;
- разработка методов оценки и прогнозирования технического состояния железобетонных конструкций по внешним признакам (визуальный осмотр; общее обследование);
- разработка методов оценки и прогнозирования технического состояния железобетонных конструкций с учетом внутренних процессов в бетоне и стальной арматуре (детальное обследование);
- разработка методов оценки и прогнозирования физического износа железобетонных конструкций;
- разработка методов оценки и прогнозирования физического износа зданий и сооружений с применением железобетонных конструкций;
- разработка методик, повышающих объективность определения постоянного износа;
- разработка методов оценки и прогнозирования остаточного ресурса железобетонных конструкций;
- разработка методов оценки и прогнозирования долговечности железобетонных конструкций;
- разработка методов расчета долговечности железобетонных конструкций;
- разработка методик подготовки (переподготовки) специалистов в области неразрушающего контроля;

- разработка методик подготовки (переподготовки) специалистов в области оценки дефектов и повреждений железобетона;
- разработка методик подготовки (переподготовки) специалистов в области диагностики технического состояния железобетонных конструкций.

#### Список литературы

- 1 Железобетон в XXI веке. Состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России / Госстрой России ; НИИЖБ. – М. : Готика, 2001. – 684 с.
- 2 Васильев, А. А. Предотвращение аварий зданий и сооружений / А. А. Васильев // БСГ. Строительная газета. – 2013. – № 29–30 (733–734). – С. 8–9.
- 3 Васильев, А. А. Оценка остаточного ресурса несущих конструкций / А. А. Васильев // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2022. – № 1 (42). – С. 88–90.

УДК 620.197:691.32

### ПРОБЛЕМЫ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*А. А. ВАСИЛЬЕВ, М. И. ТКАЧЕВА, О. Н. КОНОВАЛОВА, А. С. ЧУГУНОВА*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Железобетонные конструкции – основной тип несущих конструкций объектов транспортного строительства. Их долговечность определяет не только срок службы, но и, наверное, более важный аспект – безопасность огромного количества людей [1].

В подавляющем большинстве случаев основными причинами повреждений железобетонных конструкций являются коррозионные процессы в бетоне и (или) стальной арматуре, являющиеся следствием воздействия эксплуатационной атмосферной среды. Так, большинство железобетонных конструкций мостов и путепроводов, дорожные покрытия разрушаются от применения противогололёдных реагентов; из-за воздействия углекислого газа воздуха, из-за выделения в атмосферу окислов азота, сернистого и других газов, выбрасываемых двигателями внутреннего сгорания автотранспорта, промышленными предприятиями; в результате морозной деструкции бетона. Аварийные обрушения коммунальных тоннелей и, особенно коллекторов сточных вод, происходят, в первую очередь, в результате газовой коррозии железобетонных элементов. Значительную роль в ускорении выхода из строя железобетонных конструкций транспортных объектов играют вибрационные процессы.

Защита железобетонных конструкций от различных типов коррозии – одна из важнейших проблем обеспечения долговечности объектов транспортного строительства. В Республике Беларусь при проектировании зданий и сооружений используется система выбора видов первичной и вторичной защиты железобетонных конструкций с учетом прогнозируемых эксплуатационных условий на базе СН 2.01.07-2020 «Защита строительных конструкций от коррозии». В данном документе для бетонных и железобетонных конструкций рассмотрены степень агрессивного воздействия среды эксплуатации (классы по условиям эксплуатации); требования к материалам для бетона и конструкциям, находящимся в агрессивных средах (технологические требования, расчетно-конструктивные требования); требования по защите от коррозии поверхностей бетонных и железобетонных конструкций; требования по защите от коррозии стальных закладных деталей и соединительных элементов; требования по защите железобетонных конструкций от электрокоррозии.

Необходимо отметить, что в силу различных обстоятельств не всегда учитываются необходимые требования как при проектировании объектов строительства, так и при реконструкции существующих. Несоблюдение (иногда полное или частичное игнорирование) требований, направленных на обеспечение долговечности при проектировании состава бетона и изготовлении железобетонных изделий, проектировании, строительстве и эксплуатации объектов строительства, к воздействию на конструкции агрессивных параметров атмосферы в сочетании с низким качеством производства строительно-монтажных работ, очень часто приводит к выходу из строя строительных конструкций задолго до окончания нормативного срока службы.