

поперечного армирования. При этом снижается эффективность трубобетона, которая падает при увеличении толщины стенки стальной оболочки, а высокая жесткость оболочки может привести к доуплотнению структуры твердеющего напрягающего бетона и снижению итоговых величин самонапряжения (вплоть до нуля).

В связи с этим для проведения экспериментальных исследований применяются стальные тонкостенные электросварные прямошовные трубы, изготовленные на ОАО «Брестсельмаш». Трубы имеют внутренний диаметр 200 мм и толщины стенок 1; 1,5; 2 мм. При этом коэффициент продольного армирования принимает значения 2; 3; 4 %, а поперечного – 1; 1,5; 2 % соответственно.

Исследование сталетрубобетонных элементов с ядром из бетона на напрягающем цементе выполняется в рамках Государственной программы ориентированных фундаментальных исследований на 2006–2010 годы, а также продолжит комплекс исследований по проблеме применения бетонов на напрягающем цементе, проводимых в БрГТУ (БИСИ, БрПИ) с 1972 года.

УДК 624.012.45/46

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МЕТОД ОБСЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

А. А. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта

Одним из критериев надежности зданий и сооружений является долговечность составляющих их конструкций. Для эксплуатируемых зданий она определяется на основе оценки технического состояния конструкций. Существующие на сегодняшний день методы разрушающего и неразрушающего контроля позволяют оценивать отдельные физические и физико-механические характеристики материала конструкций и техническое состояние конструкций в целом на момент обследования. При этом они не дают возможность прогнозировать изменение характеристик материалов и состояния конструкций с течением времени в зависимости от условий эксплуатации. Кроме того, существующие методы не позволяют оценить качественные и количественные структурные изменения бетона, происходящие в нем под воздействием среды эксплуатации, и их влияние на долговечность конструкций.

Все железобетонные конструкции (ЖБК), эксплуатирующиеся в воздушной среде, подвержены карбонизации. При карбонизации изменяется содержание карбонатной составляющей (КС), по мере накопления которой происходят структурные изменения цементного камня, приводящие к деградации бетона и снижению его защитных свойств по отношению к арматуре, способствуя развитию коррозии арматуры с последующим разрушением защитного слоя бетона. Дальнейшее развитие этих процессов приводит к потере конструкцией несущей способности и возникновению аварийной ситуации.

В настоящее время оценку и прогнозирование карбонизации в ЖБК, эксплуатирующихся в воздушной среде, осуществляют по изменению толщины нейтрализованного слоя бетона. Ее определяют с помощью 0,1%-ного спиртового раствора фенолфталеина (индикаторным тестом). При этом считается, что бетон в неокрашенной зоне нейтрализован и потерял свои защитные свойства по отношению к арматуре, а в окрашенной – находится в удовлетворительном состоянии.

Многолетние авторские исследования по сечению ЖБК показывают, что карбонизация бетона продолжается в течение всего срока эксплуатации конструкций. При этом значения толщины слоя бетона, в которой он потерял защитные свойства по отношению к арматуре, определенные индикаторным тестом и физико-химическим методом (методами рН- и карбометрии), отличаются в несколько раз, а коррозионные процессы различной интенсивности в арматуре присутствуют в зоне, в которой по индикаторному тесту бетон сохраняет свои защитные свойства по отношению к арматуре. Кроме того, в лабораторных условиях выявлено, что на границе перехода неокрашенной зоны бетона в окрашенную рН = 10, что не позволяет детально судить об изменении рН поровой влаги цементного камня в нейтрализованной зоне и за ее пределами.

В связи с вышеизложенным, возникла необходимость разработки методики оценки и прогнозирования технического состояния ЖБК, основанной на изучении физико-химических процессов, происходящих в бетоне, и их влиянии на изменение защитных по отношению к арматуре свойств бетона. В основу методики положено использование методов рН- и карбометрии, поскольку показатель рН (водородный показатель поровой влаги цементного камня) является основной количественной характеристикой перерождения цементного камня в карбонаты под воздействием внешней среды и является универсальной характеристикой состояния бетона и его защитных свойств по отношению к арматуре, а показатель КС характеризует процентное содержание карбонатов в бетоне и позволяет оценить их влияние на изменение показателя рН.

На основе анализа результатов обследования разных типов ЖБК, эксплуатировавшихся длительные сроки в различных воздушных условиях:

- выведены зависимости изменения во времени показателей КС и рН в защитном слое бетона. На их основе получены аналитические выражения, позволяющие прогнозировать изменение карбонатной составляющей и щелочности поровой жидкости во времени для различных условий эксплуатации;
- получены зависимости распределения показателей рН и КС по глубине железобетонных конструкций; определены количественные критерии для качественной оценки состояния ЖБК для различных условий эксплуатации (атмосферных и сельскохозяйственных помещений) по физико-химическим показателям рН и КС цементно-песчаной фракции бетона;
- получены зависимости, увязывающие толщину слоя бетона с $pH = 10$ (определенную фенолфталеиновой пробой) с толщиной слоя с $pH = 11,8$ (граничное значение зоны, в которой может развиваться коррозия по термодинамическим расчетам). Они позволяют, не разрушая конструкцию, в полевых условиях с высокой точностью оценивать состояние защитных свойств бетона в зоне расположения арматуры;
- разработан комплексный метод оценки и прогнозирования технического состояния ЖБК, включающий в себя методики:
- оценки состояния защитных свойств бетона по отношению к арматуре защитного слоя бетона, состояния стальной арматуры и технического состояния конструкции в целом;
- прогнозирования технического состояния как новых конструкций, так и длительно эксплуатируемых ЖБК;
- оценки состояния защитных свойств бетона по отношению к арматуре и состояния стальной арматуры по сечению ЖБК;
- оценки состояния защитных свойств бетона по отношению к арматуре ЖБК в полевых условиях.

Предлагаемый комплексный метод, позволяющий оценивать и прогнозировать техническое состояние ЖБК, эксплуатирующихся в различных воздушных средах, и, как следствие, их долговечность, является дополнительным неразрушающим методом обследования железобетонных конструкций, эксплуатирующихся длительные сроки в различных атмосферных условиях.

УДК 69.056.52/.53

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ СЕРИИ 1-464А

А. А. ВАСИЛЬЕВ, С. В. ДЗИРКО

Белорусский государственный университет транспорта

Современное жилое здание является сложной системой. Надежность системы в комплексе зависит от надежности составляющих ее элементов.

Значительная часть крупнопанельных жилых домов в Республике Беларусь построена в 60–70-е годы XX века по серии 1-464А. Их можно отнести ко II группе капитальности с нормативным сроком эксплуатации 125 лет. В качестве покрытия в этих домах применены комплексные плиты со вращенной крыши с внутренним отводом воды. Они представляют собой трехслойную конструкцию, состоящую из двух «ребристых» плит (потолочной и кровельной), совместная работа которых обеспечивается за счет стальных связей, выполненных из стержней $\varnothing 6$ АІ (S240). В качестве утеп-