Е. О. СЕЛИВАНОВА, аспирант (2 год обучения). Рук.: к.т.н., доцент каф. «Мосты и транспортные тоннели» Смердов Д.Н.

Применение композитной арматуры для армирования бетонных и железобетонных конструкций

За рубежом впервые композиционная арматура для армирования бетонных конструкций была применена в 70-х годах ХХ века. В Германии в начале 80-х годов стеклопластиковую арматуру стали применять для армирования бетонных мостов. В конце 80-х годов в Японии были построены мосты, в конструкции которых применена преднапряженная стеклопластиковая и углепластиковая арматура [5, 7].

Первое использование железобетона зафиксировано в начале XIX века при строительстве Царскосельского дворца. В 1886 г. в США П. Джексон подал заявку на патент на использование преднапряжения арматуры при строительстве мостов. В 1891 г. в России проф. Н. А. Белелюбский провел широкомасштабные исследования железобетонных плит и балок мостов. В 1899 г. инженерный совет министерства официально разрешает применять железобетон в России. Первые нормы по проектированию и применению железобетонных конструкций появились в 1904 г. в Германии и Швеции, 1906 г. во Франции, 1908 г. в России [6].

Железобетон – это материал, сочетающий стальную арматуру и бетон, работающих в конструкции совместно. Основа совместной работы обоих материалов – наличие сцепления между ними. Идея создания железобетона состоит в том, чтобы в железобетонных конструкциях использовать бетон преимущественно в работе на сжатие, а арматуру – в работе на растяжение [4].

В России железобетонные элементы принято рассчитывать: по первой и второй группе предельных состояний: по несущей способности (прочность, устойчивость, усталостное разрушение); по пригодности к нормальной эксплуатации (трещиностойкость, чрезмерные прогибы и перемещения).

Как показывает опыт эксплуатации сооружений, большинство дефектов железобетонных конструкции связаны с невозможностью металлической арматуры, противостоять влажным и агрессивным средам. Замена стальной арматуры на композитную исключает повреждение бетона из-за коррозии стали, и позволяет сохранить качество и внешний вид конструкций в процессе эксплуатации. Преимущества композитной арматуры перед металлической: выше прочность; больший модуль упругости; меньший удельный вес; возможность использования профилей меньших размеров; выше стойкость к химическому воздействию кислот, щелочей, морской воды; повышение надежности и долговечности сооружаемых конструкций; возможность проведения монтажных работ без привлечения тяжелой строительной техники.

В настоящее время стоит обратить внимание использование композитной арматуры при армировании конструкций. Арматура воспринимает растягивающие усилия (при изгибе, внецентренном сжатии, центральном и внецентренном растяжении), а также усадочные и температурные напряжения в элементах конструкций. На сегодняшний день возможно изготовление стеклопластиковой арматуры диаметром от 3 до 20 мм, базальтопластиковой и углепластиковой – от 2 до 32 мм.

В 2013 году в открытом доступе появился проект СП «Конструкция из бетона с композитной неметаллической арматурой. Правила проектирования». Нормы распространяется на проектирование конструкций из бетона зданий и сооружений различного назначения, армированных неметаллической композитной арматурой на основе углеродных, арамидных, базальтовых или стеклянных волокон. Особое внимание стоит обратить на нормативные и расчетные значения прочностных и деформативных характеристик композитной арматуры.

В п. 5.2.4 говорится: «Нормативные значения прочностных и деформационных характеристик неметаллической композитной арматуры различных видов должны быть не ниже значений, указанных в таблице»:

Наименование показателя Единица измерения АНК-С АНК-Б АНК-У АНК-А АНК-Г

Предел прочности при растяжении, МПа 800 900 1600 1400 1000

Модуль упругости при растяжении, ГПа 50 50 140 70 100

Отсюда следует, что на сегодняшний день отсутствуют сведения об прочностных и деформативных характеристиках. В расчетах должны быть учтены значения с заданной обеспеченностью.

Для уточнения расчетных значений прочности композитной арматуры необходимо выявить основные параметры распределения их прочностных характеристик и на этом основании назначить соответствующие коэффициенты надежности по материалу. Чтобы назначить расчетные прочностные и деформативные характеристики необходимо провести испытания полимерной композитной арматуры на прочность при растяжении.

Прочность композиционной арматуры должна подчиняться нормальному закону распределения. За нормативное сопротивление растяжению должен приниматься предел прочности при разрыве. Коэффициент γn может приниматься по СП 35.13330.2011 для железнодорожных мостов равным 0,90, для автодорожных – 0,95.

По результатам испытаний должны быть получены: диаграммы деформирования образцов, параметры, характеризующие распределение прочностных характеристик. На основе полученных данных должны быть рекомендованы значения коэффициентов надежности по материалу γc.