

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора, член-корреспондента РААСН

Римшина Владимира Ивановича

на диссертационную работу **Алимова Марата Фатиховича**

«Исследование совместной работы цементных бетонов и композитной арматуры в изгибаемых элементах, работающих в условиях действия агрессивных сред», представленную в диссертационный совет 24.2.356.01, созданный на базе ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)

Актуальность темы исследования

Несомненно, железобетонные конструкции являются неотъемлемой частью современного проектирования и строительства. Это связано, прежде всего, сравнительной дешевизной и долговечностью железобетона. Однако, долговечность бетона связана с долговечностью стальной арматуры. Совместное действие силовых и химических нагрузок приводит к коррозии стальной арматуры, и в некоторой степени самого бетона, вследствие чего происходит потеря несущей способности железобетонных конструкций. В этой связи замена стальной арматуры на композитную является актуальной научно-исследовательской задачей.

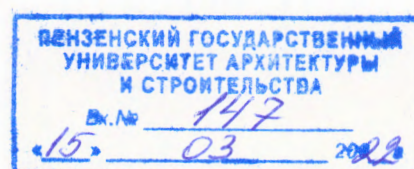
Диссертационная работа посвящена экспериментальному изучению закономерностей совместной работы цементных бетонов и композитной арматуры в изгибаемых элементах при действии статических нагрузок и агрессивных сред.

Значимость исследования не вызывает сомнения, поскольку повышение химического сопротивления железобетонных конструкций действию агрессивных сред, а также разработка методов расчета и прогнозирования остаточного ресурса армобетонных конструкций является одной из важнейших задач в строительной отрасли.

На оппонирование представлены:

– диссертационная работа, изложенная на 217 страницах машинописного текста, состоящая из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, включающего 143 наименования, пяти приложений. Работа включает 70 рисунков и 25 таблиц.

– автореферат диссертации.



Структура и содержание работы

Структура работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа содержит достаточно полный литературный обзор с критической оценкой автором анализируемых источников.

Во введении раскрыта актуальность исследования, сформулированы цели и задачи работы, показана ее научная новизна и практическая значимость.

В первой главе приведены основные виды композитной арматуры, применяемые в строительной отрасли, ее физико-механические характеристики, технологии изготовления и методы контрольных испытаний. Рассмотрены характеристики составляющих композиционного материала.

Выявлены основные достоинства и недостатки арматурных стержней. Диссертант акцентировал внимание, что применение композитной арматуры сдерживается низкой щелочестойкостью и температурной устойчивостью.

Представлен аналитический обзор результатов исследований совместной работы бетонных конструкций с композитной арматурой отечественных и зарубежных ученых. Проанализирован опыт усиления железобетонных конструкций эпоксидными полимерными армирующими покрытиями.

Рассмотрены методы расчета и оценки долговечности железобетонных конструкций в условиях действия агрессивных сред, среди которых автор выделил три основных – вероятностный, материаловедческий и конструкторский. Автор обратил внимание, что действующими нормативными документами не предложены расчетные модели деградации изгибаемых элементов из цементного бетона, армированных композитной арматурой, позволяющие прогнозировать изменения несущей способности, прогибов под действием агрессивных сред.

Во второй главе диссертации приведены результаты испытаний композитной стеклопластиковой арматуры на осевое растяжение согласно ГОСТ 31938-2012. Для оценки влияния агрессивной щелочной среды и температуры на физико-механические показатели композитной арматуры применен метод продольного изгиба. Показано, что данный метод отличается хорошей воспроизводимостью данных и позволяет оценивать изменения свойств композитной арматуры в условиях действия агрессивных сред.

Установлено, что при воздействии агрессивной щелочной среды и температуры более 60 °С прочность арматурного стержня снижается. Автором разработан состав эпоксидной матрицы для композитной полимерной арматуры путем ввода оксида железа (Al_2O_3) и отвердителя ПЭПА (полиэтиленполиамин), который позволил увеличить температурную устойчивость.

Третья глава посвящена экспериментальному исследованию напряженно-деформированного состояния изгибаемых балок с размерами поперечного

сечения 120×140 мм, армированных композитной стеклопластиковой арматурой и металлической арматурой диаметром 6 мм с разными процентами армирования. Автором выбран метод и порядок испытаний в соответствии с ГОСТ 8829-94.

Произведен анализ прочности бетона балок неразрушающими методами контроля, из анализа которых сделан вывод, что прочность бетона по граням балок распределена неравномерно. Предложены функциональные зависимости для описания распределения прочности и определения расстояния между трещинами. Определены расчетные расстояния между трещинами экспериментальных балок.

Результаты испытания балок приведены в графическом виде. Построены зависимости между изгибающими моментами, прогибами и шириной раскрытия трещин. Автором получены данные о характере разрушения балок в зависимости от процента армирования. Определены напряжения в композитной арматуре в момент разрушения. В приложении диссертации наглядно показаны этапы нагружения балок, со схемами последовательного образования трещин, оформлены протоколы испытаний в табличном виде. Отмечено, что полученные данные позволяют рекомендовать композитную арматуру для армирования бетонных конструкций, к которым не предъявляются жесткие требования по прогибам и трещиностойкости.

Автором проведены испытания балок, экспонированные в агрессивной среде. В качестве агрессивной среды взят 25 % водный раствор NaCl. Результатами экспериментальных исследований установлено, что под действием агрессивной среды прочность и жесткость балок уменьшается, изменяется характер разрушения. Определены основные показатели химического сопротивления цементного бетона. Полученные автором результаты интересны и научно обоснованы.

Четвертая глава посвящена численному моделированию работы армобетонного изгибаемого элемента с учетом нелинейной функциональной зависимости « $\sigma - \epsilon$ ». Для описания работы бетона при сжатии выполнена графоаналитическая обработка экспериментальных диаграмм деформирования цементного бетона при сжатии, полученных в условиях скоростной записи значений усилий и деформаций. Автором выполнен анализ аналитических функций диаграмм деформирования зависимости напряжений от деформаций бетона при сжатии. Результаты численного моделирования показали хорошую сходимость с результатами, полученные при эксперименте.

В пятой главе разработаны методы расчета конструкций из цементного бетона, армированных композитной арматурой при совместном действии нагрузки и агрессивных сред. На основе метода предельных состояний и кинетических законов взаимодействия масс сформулирована расчетная модель позволяющая прогнозировать проектный и остаточный ресурс изгибаемых

элементов по прочности нормальных и наклонных сечений. Выполнен анализ надежности армобетонного изгибаемого элемента, основанный на вероятностных моделях прогнозирования сроков службы конструкции.

Диссертационная работа Алимова Марата Фатиховича представляет собой законченную научную работу, выполненную на хорошем научном уровне. Работа написана технически грамотным языком в доказательном стиле. По каждой главе имеются аргументированные выводы, работа содержит достаточное количество исходных данных, иллюстрационного и графического материала. Автореферат соответствует содержанию и структуре диссертации.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, представляются достоверными. Достоверность результатов исследования подтверждена сопоставлением экспериментальных данных, полученных автором, с результатами статистической обработки и их сравнении с общеизвестными положениями и данными исследований, выполненных другими учеными. Экспериментальные исследования проведены с использованием современного поверенного научно-исследовательского оборудования. Исследования проведены в соответствии с действующими нормативно-техническими документами РФ.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Предложены простые способы определения прочности при сжатии и растяжении, и модуля упругости композитной арматуры, основанные на применении метода продольного изгиба. Установлено, что предложенный метод обеспечивает хорошую воспроизводимость данных и объективно оценивает прочностные характеристики композита.

2. Получены данные кинетики физико-механических характеристик композитных стеклопластиковых стержней, установлена зависимость прочности и жесткости композитной арматуры от температуры и длительности действия щелочной среды.

3. На основе теоретических и экспериментальных исследований получены новые результаты по прочности, жесткости, трещиностойкости и ширине раскрытия трещин нормальных и наклонных сечений изгибаемых балок, армированных композитной стеклопластиковой и стальной арматурой, в условиях силового нагружения и действия агрессивных сред. Установлено, что характер процессов деформирования и разрушения элементов с композитной стеклопластиковой арматурой соответствует развитию аналогичных процессов при нагружении балок со стальной арматурой. Балки с композитной стеклопластиковой арматурой, работающие на изгиб, имеют повышенную деформативность. Выявлены два основных вида разрушения изгибаемых балок

с композитной арматурой: по нормальным сечениям в результате разрыва рабочей растянутой арматуры; по наклонным сечениям с раздроблением бетона сжатой зоны. В результате воздействия водного раствора NaCl происходит снижение прочности бетона и жесткости изгибаемого элемента. При этом свойства композитной арматуры под действием агрессивной среды не изменяются.

4. Получены данные о характере развития трещин при разных значениях коэффициента армирования μ (0,12 и 0,49) армобетонных изгибаемых элементов с композитной стеклопластиковой арматурой. При нагружении образцов кратковременной нагрузкой в изгибаемых элементах первыми образуются трещины в зоне максимальных моментов. С ростом нагрузки при низких коэффициентах армирования (0,12) разрушение происходит по сечениям, нормальным к продольной оси, при увеличении процента армирования до уровня 0,49 разрушение балок происходит по наклонным трещинам в приопорной зоне.

5. Получены экспериментальные диаграммы деформирования цементных бетонов при сжатии со скоростью нагружения $\dot{\epsilon} = 0,5$ мм/мин и частоте записи данных σ, ϵ 0,1 с, которые позволяют констатировать, что деградация структуры бетона начинается с момента приложения нагрузки и усиливается при действии агрессивных сред. Это дает возможность обосновать статистическую природу разрушения и представить его в виде дискретно-непрерывного процесса.

6. Установлено, что аналитическую зависимость напряжений от деформаций цементных бетонов при сжатии можно представить полиномиальной функцией третьего порядка, используя для определения аппроксимирующих коэффициентов метод нормируемых показателей, что дает возможность по данным изменения значений свойств бетона (E_b, R_b) получать зависимость $\sigma - \epsilon$ для любого момента времени в заданном сечении изделия.

7. Установлено, что модели деградации адекватно отражают особенности совместной работы цементных бетонов и композитной арматуры в условиях действия агрессивных сред и дают возможность оценивать остаточный ресурс изгибаемых элементов по прочности нормальных и наклонных сечений.

8. Определены основные показатели химического сопротивления цементного бетона: глубинный показатель a ; предельная сорбционная емкость ω_m ; коэффициент химического сопротивления $k_{х.с.}$; характеристика полураспада $t_{0,5}$; коэффициент диффузии D .

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, обоснованы, убедительно подтверждены

экспериментальными исследованиями, расчетными данными и не противоречат известным законам и теориям прочности изгибаемых элементов.

К результатам, имеющим большую теоретическую значимость, можно отнести разработку модели расчета прочности нормальных и наклонных сечений, деформативности армобетонных изгибаемых элементов, работающих в условиях действия агрессивных сред. Предложенные модели деградации дают возможность оценивать эксплуатационный ресурс армобетонных изгибаемых элементов.

Замечания по диссертационной работе

По диссертационной работе имеются замечания:

1. Во второй главе диссертации приведены результаты испытаний по определению прочности при растяжении и модуля упругости композитной арматуры. В качестве рекомендаций для дальнейших исследований хочется отметить необходимость проведения испытаний по изучению сцепления композитной арматуры с бетоном.

2. Автором определены напряжения в арматурном стержне в момент разрушения экспериментальных балок, значения которых меньше нормативных в два раза, что никак не объясняется. Желательно было бы дать обоснование данному явлению.

3. Результаты испытаний изгибаемых балок, представленные на графиках 3.10-3.13 свидетельствуют, что прочность балок, серий С-1, С-2, С-3, армированных композитной арматурой, выше аналогичных балок со стальной арматурой (М-1, М-2, М-3). Однако для балок с поперечной арматурой (С-4, М-4), изгибаемые элементы со стальной арматурой имеют большую несущую способность. Необходимо пояснить с чем это связано.

4. Известно, что под действием агрессивной среды происходит изменение диаграммы деформирования цементного бетона. В работе рассматриваются аналитические функции зависимости напряжений от деформаций цементного бетона, которые предлагается применять при расчете армобетонных конструкций. Возникает вопрос. Можно ли применить эти функции для расчета эксплуатационного ресурса конструкций, и как при этом будет учитываться действие агрессивной среды на бетон?

Указанные замечания никоим образом не снижают научную и практическую значимость работы.

Заключение о соответствии диссертации, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней...»

Диссертационная работа Алимова Марата Фатиховича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой на актуальную тему, соответствует критериям, изложенным в п. 9 «Положения о

присуждении ученых степеней», в части требований к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук. Диссертация содержит научную новизну и практическую ценность, и в ней на основе выполненных работ автором исследований разработаны новые научно обоснованные модели расчета прочности нормальных и наклонных сечений изгибаемых элементов из цементного бетона, армированных композитной арматурой, работающих в условиях действия агрессивных сред, которые дают возможность оценивать остаточный ресурс изгибаемых элементов, что имеет существенное значение для развития методов оценки надежности, прогнозирования долговечности строительных конструкций и вносит определенный вклад в развитие строительной отрасли страны.

Диссертация и автореферат выполнены на требуемом научно-методическом уровне, соответствует требованиям ВАК РФ.

Считаю, что диссертация на тему «Исследование совместной работы цементных бетонов и композитной арматуры в изгибаемых элементах, работающих в условии действия агрессивных сред» отвечает требованиям п. 10, п. 11, п. 13 и п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Алимов Марат Фатихович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки).

Официальный оппонент:

член-корреспондент РААСН, доктор технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения», профессор, профессор кафедры «Жилищно-коммунального комплекса» НИУ МГСУ

Римшин Владимир Иванович
03 марта 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Тел.: +7(926)530-93-15

E-mail: v.rimshin@niisf.ru

Подпись: Римшина В. И. удостоверяю

ЗАВЕРЯЮ

Начальник УРП



О.И. Терезезенцева

С отзывом официального оппонента ознакомлен 15.03.2022.