

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Голишевской Дарьи Александровны

**«Напряженно-деформированное состояние неоднородно армированных
сталефибробетонных элементов и методика их расчета»,**

представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений и обусловлена тем, что в ней рассмотрены особенности нелинейной работы сжатых и изгибаемых неоднородно армированных сталефибробетонных элементов с учетом их разгрузки и догружения. Стоит отметить, что многие из существующих теоретических и экспериментальных исследований по определению физико-механических характеристик дисперсно-армированных бетонов касаются определения этих характеристик для однородно армированных элементов. Диссертационное исследование посвящено решению важной научно-технической проблемы, актуальной для развития строительной индустрии в области повышения прочности и надежности строительных конструкций с применением дисперсно-армированных бетонов. В соответствии с отмеченной актуальностью темы автором определена цель, намечены пути ее достижения, которые выражены в постановке и решении задач исследования.

Содержание диссертации. В рассматриваемой диссертации материал изложен в четырех главах. Первая и вторая главы посвящены рассмотрению современного состояния вопроса технологии дисперсно-армированных бетонов и существующих методов расчета, используемые в отечественной и зарубежной практике.

В третьей главе представлены эксперименты автора, нацеленные на исследование физико-механических характеристик сталефибробетона при сжатии и изгибе с учетом различного объемного содержания стального волокна в составе бетона (0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%). Характерной особенностью методики проведенных экспериментов было то, что в процессе испытаний на сжатие и изгиб в реальном времени синхронно с нагрузкой записывались продольные и

поперечные деформации образцов. Данный подход позволил автору с достаточной точностью построить диаграммы деформирования сталефибробетона с учетом разгрузки. Полученная экспериментальная зависимость между напряжениями и деформациями в сталефибробетоне при сжатии была аппроксимирована полиномиальной функцией четвертой степени, которая позволила учитывать сложные связи между переменными, что обеспечило более высокий уровень моделирования процессов. Также получены результаты исследования напряженно-деформированного состояния сталефибробетонных балок, имеющих неоднородное дисперсное армирование по высоте сечения, что является достоинством работы.

В четвертой главе диссертации предлагается методика расчета сталефибробетонных балок с учетом влияния деформации поперечного сдвига, на основе которой разработан стержневой конечный элемент для балки многослойного армирования. Данный конечный элемент позволяет учитывать неоднородность армирования по высоте сечения элемента. Для оценки достоверности результатов, полученных с использованием предложенного конечного элемента, в диссертации выполнено решение ряда тестовых задач и проведено сопоставление с результатами экспериментов, которые хорошо коррелируются между собой.

Достоверность и новизна результатов диссертации обусловлена корректным использованием общепринятых положений теории железобетона, методов строительной механики, механики деформируемого твердого тела и предпосылок расчета, установленных на основе обширного анализа теоретических и экспериментальных исследований дисперсно-армированных элементов. Верификация результатов расчета с использованием разработанного конечного элемента проводилась на основе экспериментальных данных, полученных с участием автора в лаборатории департамента строительства инженерной академии РУДН с применением современного аттестованного испытательного оборудования и поверенных средств измерений, а также путем

сравнения с результатами физически нелинейного расчета в иностранном программном комплексе Ansys на основе трехмерной модели бетона.

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в следующем:

1. Разработана методика экспериментального определения физико-механических характеристик сталефибробетона, в том числе: модуль упругости, коэффициент поперечных деформаций, значения предельных деформаций при сжатии и растяжении, значения прочности элементов с различным процентом дисперсного армирования;

2. Предложен закон деформирования сталефибробетона, описываемый полиномиальной функцией четвертой степени с постоянными коэффициентами, которые определяют вид кривой $\sigma(\varepsilon)$ в зависимости от процентного содержания стальной фибры в составе бетонной матрицы;

3. Сформулированы предпосылки для разработки метода расчета неоднородно армированных сталефибробетонных элементов, на основании которых разработана методика численного расчета и построен конечный элемент неоднородно армированной балки.

Ценность для науки и практики результатов работы. Результаты, полученные в диссертации, вносят существенный вклад в развитие строительной индустрии в области строительных конструкций с применением неоднородно армированных сталефибробетонных элементов. Следует отметить, что автором использовалась методика экспериментального определения физико-механических характеристик сталефибробетона при сжатии и изгибе с применением современных средств тензометрии. Отличительная особенность данной методики заключается в том, что в процессе испытаний синхронно с нагрузкой регистрировались продольные и поперечные деформации образцов. Также предложены функции $\sigma(\varepsilon)$ определяющие вид кривых деформирования сталефибробетона при сжатии в зависимости от процентного содержания стальной фибры, которые рекомендуются к практическому применению при выполнении прочностных расчетов сталефибробетонных конструкций.

К достоинствам работы следует отнести разработанный автором конечный элемент для балки с многослойным армированием, с помощью которого можно производить физически нелинейные расчеты стелефибробетонных конструкций с учетом неоднородного (зонального) армирования элемента.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Результаты, полученные автором, являются достоверными. Это обеспечено достаточно корректными математическими формулировками поставленных задач, использованием строгих и апробированных математических моделей строительной механики, а также численной и экспериментальной верификацией разработанных математических моделей и выдвинутых гипотез.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати. Полученные в диссертации результаты опубликованы в 6 научных работах в журналах и сборниках трудов конференций, из них 2 публикации в журналах, входящих в Перечень ВАК/РУДН и 4 статьи в изданиях, представленных в базах данных Scopus и WoS. Результаты работы докладывались, обсуждались и получили одобрение на 4 конференциях международного уровня.

Соответствие работы паспорту специальности. Содержание диссертации соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения: п. 2 «Разработка физических и численных методов экспериментальных исследований конструктивных систем, несущих и ограждающих конструкций, конструктивных свойств материалов»; п. 3 «Развитие теории и методов оценки напряжённого состояния, живучести, риска, надёжности, остаточного ресурса и сроков службы строительных конструкций, зданий и сооружений, в том числе при чрезвычайных ситуациях, особых и запроектных воздействиях, обоснование критериев приемлемого уровня безопасности».

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации. Автореферат составлен по общепринятой форме и полностью отражает основные положения диссертации.

Замечания по работе:

1. Методика измерения деформаций на образцах с помощью тензометрического оборудования изложена недостаточно полно. Например, не обоснован тип выбранных тензорезисторов, применяемых для регистрации деформаций кубов и балок.

2. Стоит обратить внимание на статистическую обработку экспериментальных данных. Так, на стр. 84 диссертации указано число образцов в серии (партии) в зависимости от среднего внутрисерийного коэффициента вариации прочности бетона, но не указано каким образом он был получен.

3. В четвертой главе для верификации разработанного конечного элемента выполнялись нелинейные расчеты экспериментальной балки только в одном программном комплексе – Ansys. Не обоснован выбор используемого программного комплекса для верификации результатов. Для сведения, нелинейные методы расчета строительных конструкций реализованы также и в отечественных программах, таких как Лира, SCAD, Stark ES и др.

4. В тексте диссертации используется терминология, подразумевающая двусмысленность толкования. Например, под термином «дисперсно-армированный бетон», подразумевается «сталефибробетон» и т.д.

5. Из семи заявленных задач в заключении отражено шесть, а именно: 1, 2 и 3 пункты заключения соответствует первой, второй и третьей поставленной задаче. Четвертой задаче соответствуют четвертый, пятый и седьмой пункты (для простоты восприятия их следовало объединить в один пункт). Шестой пункт заключения соответствует шестой поставленной задаче. Не сделан акцент в заключении на решении седьмой задачи. Хотя на основе полученных автором результатов могли быть сформулированы предложения и рекомендации по расчету сталефибробетонных конструкций для актуализации СП 360.1325800.2017 «Конструкции сталефибробетонные».

В целом, указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

Заключение

Диссертационное исследование Голишевской Дарьи Александровны «Напряженно-деформированное состояние неоднородно армированных сталефибробетонных элементов и методика их расчета» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи в области исследования физико-механических характеристик сталефибробетона, а также методики конечно-элементного расчета сталефибробетонных элементов с учетом неоднородного (зонального) армирования, имеющей важное значение для разработки рациональных типов конструкций из дисперсно-армированных бетонов. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного Ученым советом РУДН протокол № УС-12 от 03.07.2023 г., а её автор, Голишевская Дарья Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.

Официальный оппонент:

Ибрагимов Александр Майорович,
 профессор кафедры металлических и деревянных
 конструкций ФГБОУ ВО «Национальный
 исследовательский Московский государственный
 строительный университет»,
 доктор технических наук (специальность – 05.23.01),
 профессор, советник РААСН
 129337, Россия, Москва,
 Ярославское шоссе, д. 26
 Тел.: +7 (495) 287-49-14; +7(910)682-32-60

E-mail: kanz@mgsu.ru

«30» января 2024 г.




 (подпись)

Ибрагимов А.М. заверяю
 Начальник отдела
 кадрового делопроиз-
 водства УРП
 А. В. ПИНЕГИН