

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора

Корсуна Владимира Ивановича

на диссертационную работу **Воронцовой Натальи Сергеевны** на тему:

**«НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ
КОСОИЗГИБАЕМЫХ ФИБРОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения»

Официальному оппоненту для подготовки отзыва были представлены: диссертация на 222 страницах машинописного текста, включающая введение, четыре главы с основными выводами, списка использованной литературы из 261 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, 90 иллюстраций в виде таблиц и рисунков, 2 акта о внедрении, автореферат диссертации на 22 страницах, копии 6 статей соискателя, опубликованных им лично и в соавторстве, в том числе в рецензируемых изданиях.

На основании рассмотрения предоставленных материалов формулируется заключение о том, что диссертация Воронцовой Натальи Сергеевны на тему: «Напряженно-деформированное состояние и прочность косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов» содержит признаки научно-квалификационной работы, соответствующие паспорту специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения», и отвечает областям исследования, предусмотренным п.3 паспорта: «Создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований вновь возводимых, восстанавливаемых и усиливаемых строительных конструкций, наиболее полно учитывающих специфику воздействий на них, свойства материалов, специфику конструктивных решений и другие особенности».

Актуальность избранной темы

Рецензируемая диссертация направлена на решение важной задачи разработки научно обоснованной методики расчета косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов конструкций. Современные технологии монолитного строительства позволяют разнообразить объемно-планировочные и

конструктивные формы современных зданий и сооружений. Конструктивные элементы в таких зданиях сложных форм испытывают, как правило, сложные напряженно-деформированные состояния, одним из которых является кривоизгиб. Введение фибрового армирования в бетон изменяет прочностные и деформационные характеристики получаемого материала, существенно изменяет характер работы конструкций. В действующих нормативных документах положения по расчету кривоизгибаемых элементов конструкций с фибровым армированием представлены в виде, недостаточном для практического применения. Поэтому рассматриваемая диссертационная работа, посвященная разработке практического инженерного метода расчета кривоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов, на основе специально проведенных экспериментальных исследований представляется весьма актуальной.

Анализ и оценка содержания диссертации

Во введении изложены актуальность темы исследования, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, объект и предмет исследования, методы исследования, научная новизна и практическая значимость работы, изложены положения, выносимые на защиту, дано обоснование достоверности результатов работы, отмечены реализация и апробация работы.

В первой главе представлен достаточно полный обзор экспериментальных и теоретических исследований деформаций и прочности кривоизгибаемых и кривоцентричносжатых железобетонных конструкций. Особо отмечено, что в общем случае кривоизгиба плоскости нагружения и кривоизгиба железобетонного элемента конструкции не совпадают. Приведен анализ влияния фибрового армирования бетона на характеристики физико-механических свойств сталефибробетона. Подробно рассмотрены методы расчета кривоизгибаемых элементов конструкций, дан анализ их достоинств и недостатков, определены направления исследований.

Во второй главе диссертации представлено изложение методик проведения экспериментальных исследований, дано обоснование конструкций опытных образцов, программы экспериментальных исследований. Представлены результаты определения деформационных и прочностных характеристик бетона, сталефибробетона и арматуры на осевое сжатие и растяжение. Особо следует отметить применение в экспериментальных исследованиях универсальной испытательной системы INSTRON 5989, позволившей получать полные

диаграммы деформирования сталефибробетона при растяжении, включая нисходящую ветвь. Приведены количественные показатели влияния фибрового армирования на основные характеристики механических свойств сталефибробетона.

Изложены результаты экспериментального определения характеристик НДС железобетонных и фиброжелезобетонных элементов-балок в условиях косоугольного изгиба при различных углах наклона силовой плоскости. Представлены количественные показатели влияния различных программ косоугольного изгиба на несущую способность, трещиностойкость, жесткость и вязкость разрушения элементов-балок из фиброжелезобетона и традиционного железобетона. Показано, что введение фибрового армирования способствует более эффективному использованию в работе стержневой арматуры, что особенно важно при применении арматуры высоких классов.

Результаты экспериментальных исследований, представленные во второй главе диссертации, явились хорошей основой для теоретических исследований, проведенных в третьей главе диссертации, а также для построения инженерной методики расчета косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов конструкций.

В третьей главе представлены результаты теоретического исследования влияния косоугольного изгиба на характеристики НДС железобетонных и фиброжелезобетонных элементов. Расчеты выполнены в программном комплексе ANSYS с учетом нелинейности деформирования бетона и сталефибробетона. Неоднородность напряженного и деформированного состояний в сжатых и в растянутых зонах конструкций моделировалась путем их представления в виде совокупности объемных конечных элементов с присущими им характеристиками механических свойств. Достоверность реализованной методики расчета подтверждена хорошим соответствием ее результатов с данными экспериментов.

Результаты теоретических исследований позволили получить количественные характеристики влияния фибрового армирования на трещиностойкость, жесткость и несущую способность железобетонных и фиброжелезобетонных элементов конструкций, подтвердили более высокую эффективность работы высокопрочной арматуры в фиброжелезобетонных конструкциях.

Результаты теоретических исследований явились основой для разработки инженерной методики расчета косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов конструкций.

В четвертой главе диссертации сформулированы основные предпосылки и представлены основные соотношения предложенной автором методики инженерного расчета по прочности нормальных сечений косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов конструкции, базирующиеся на принципах и правилах современной теории железобетона и учитывающие основные особенности деформирования и сопротивления фибробетона. В предпосылках расчета автор счел возможным считать совпадающими или параллельными плоскости нагружения и плоскости сопротивления внутренних сил. Для рассмотренного в диссертации диапазона нагрузений это может быть возможным, однако в общем случае косоуго изгиба эти плоскости не совпадают.

Сопоставление расчетных характеристик НДС косоизгибаемых элементов по предложенной автором методике с опытными значениями свидетельствует об осторожной оценке несущей способности конструкций, что позволяет рекомендовать ее для применения в практических расчетах.

В заключении представлены основные выводы по диссертации, которые отражают основные результаты выполненных исследований, подтверждают достижение поставленной цели и решение соответствующих задач. Представлено изложение предложений по направлениям дальнейшей разработки избранной соискателем темы исследований.

Оценка степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений. Представленный диссертантом обстоятельный аналитический обзор экспериментально-теоретических исследований отечественных и зарубежных специалистов позволил обоснованно выбрать направление исследований, сформулировать цель и задачи диссертационной работы.

Для решения поставленных задач принят комплексный метод, включающий экспериментальные и теоретические исследования по стандартным методикам, с использованием специально разработанного экспериментального оборудования, а также современных эффективных пакетов прикладных программ для расчетов строительных конструкций. Полученные автором результаты экспериментальных и теоретических исследований составили надежную основу для решения практически важной задачи – разработки инженерной методики расчета конструкций исследуемого типа.

Основные результаты исследований достаточно полно опубликованы в 6 научных статьях и прошли апробацию в обсуждениях на 8 научных конференциях.

Достоверность представленных в диссертации основных результатов и выводов подтверждается данными, полученными в экспериментальной части с применением стандартных методов испытаний, с использованием метрологически аттестованного лабораторного оборудования и поверенных приборов, а в теоретической части – с применением общепринятых гипотез и допущений, что подтверждается удовлетворительным соответствием результатам экспериментальных исследований. Результаты диссертационного исследования внедрены в практику проектирования и в производство фиброжелезобетонных изделий.

Новизна научных результатов

Представленные в работе результаты в полной мере отвечают признакам научной новизны так как содержат новые, полученные экспериментально и теоретически данные о влиянии на характеристики напряженно-деформированного состояния фиброжелезобетонных элементов фибрового и стержневого армирования, угла наклона силовой плоскости на несущую способность, трещиностойкость, прогибы элементов-балок, на распределение деформаций в бетоне и в арматуре по высоте и ширине расчетных сечений, на характер разрушения опытных образцов.

Практическая значимость работы заключается в разработке научно обоснованной методики расчета косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов балочного типа по несущей способности и во внедрении результатов исследования в практику проектирования и в производство конструкций.

Обоснованность выводов и рекомендаций

Основные выводы, представленные в заключении, отражают основные результаты выполненных исследований, логически вытекают из содержания диссертации и подтверждают достижение поставленной цели и решение поставленных в диссертации задач. Рекомендации по расчету и конструированию фиброжелезобетонных элементов конструкций основаны на обобщении результатов экспериментальных и теоретических исследований автора и прошли достаточно широкую апробацию.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Материалы диссертации содержат обстоятельный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований отечественных и зарубежных

авторов в части деформаций и прочности железобетонных элементов конструкций при сложных видах деформаций, результаты экспериментальных и теоретических исследований автора диссертации в части процессов деформирования и разрушения фибробетонных и фиброжелезобетонных конструкций при различных программах косоугольного изгиба. Результаты исследований автора получили практическую реализацию в виде разработанной им методики расчета прочности по нормальным сечениям фиброжелезобетонных элементов конструкции при косоугольном изгибе.

Замечания по тексту диссертации.

1. Неудачным представляется изложение фрагментов текста с описанием научной новизны результатов работы на стр. 11 диссертации. Так, пункты 3 и 5 в большей мере отражают практическую значимость полученных результатов и не содержат новых знаний об объекте исследования в контексте причинно-следственных связей.

При этом оппонент отмечает наличие в диссертации достаточного количества полученных автором характеристик НДС исследованных балочных элементов, отвечающих в полной мере требованиям научной новизны. К ним, в первую очередь, следует отнести количественные данные о влиянии фибрового и стержневого армирования, угла наклона силовой плоскости на несущую способность, трещиностойкость, прогибы элементов-балок, на распределение деформаций в бетоне и в арматуре по высоте и ширине расчетных сечений, на характер разрушения опытных образцов.

2. Примененный автором термин «подход», в частности в словосочетании «деформационный подход», (страницы 8, 28, 46, 47 диссертации) не является техническим. Правильнее было бы применять термины «метод», «способ».
3. Реализованная автором методика испытаний опытных образцов-призм на осевое сжатие не позволяла получать полную диаграмму « $\sigma - \epsilon$ » и данные о предельной сжимаемости бетона и сталефибробетона, так как измерительные приборы снимали с опытных образцов при уровне нагружения порядка $0,6 \cdot R_{\text{разр.}}$. Это осложняет применение полученных опытных данных в деформационных моделях расчета.
4. Принятый автором способ аппроксимации диаграмм деформирования бетона и сталефибробетона при сжатии при помощи формул (2.1) и (2.2)

в принципе возможен, но он не содержит такие важные характеристики деформационных свойств материала как начальный модуль упругости и предельная сжимаемость. В результате криволинейные диаграммы деформирования представлены восходящей ветвью без четких координат вершины диаграммы.

5. Деформации и напряжения в арматурных стержнях балок определялись дополнительным расчетом по экспериментально измеренным деформациям слоев бетона и в предположении совместности деформирования бетона и арматуры при соблюдении закона плоских сечений. Желательно было бы измерять деформации арматурных стержней непосредственно в процессе испытаний.
6. Подрисуточные подписи к рисункам 2.25 – 2.33 на страницах 95 – 99 диссертации следовало бы изменить, указав обратный порядок изложения: «Графики зависимости относительных деформаций арматурного стержня от изгибающего момента».
7. В таблице 3.2 на странице 134 диссертации расчетные значения предельных изгибающих моментов, воспринимаемых балками, следовало бы дополнить соответствующими опытными значениями для сопоставительного анализа.
8. В предложенной автором в 4-й главе диссертации методике расчета прочности косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов прямоугольного сечения рассмотрено применение трехлинейной диаграммы деформирования для сталефибробетона при сжатии (рисунок 4.11). В то же время предложенные автором во 2-й главе диссертации аппроксимирующие выражения (2.1) и (2.2) не нашли применения в разработанной практической методике расчета.
9. В рецензируемой диссертационной работе рассмотрены вопросы построения методики расчета косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов только по первой группе предельных состояний – по несущей способности. При этом полученные автором данные экспериментальных и теоретических исследований позволяют разрабатывать методику расчета таких элементов и по деформациям.

Заключение

Текст диссертации написан лаконично и, в целом, технически грамотно. Отмеченные замечания не носят принципиального характера, не снижают

ценности полученных автором результатов и не влияют на общую оценку диссертационной работы. Диссертация выполнена на хорошем научном уровне, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержатся решение задачи определения характеристик НДС фиброжелезобетонных элементов конструкций при сложном виде нагружения – косом изгибе, методика расчета прочности таких конструкций, что имеет важное значение для развития теории и практики проектирования строительных конструкций.

Автореферат диссертации по содержанию и оформлению соответствует требованиям ВАК и ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Диссертация на тему **«Напряженно-деформированное состояние и прочность косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов»** отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а автор диссертации, **Воронцова Наталья Сергеевна**, достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Настоящим даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных.

Официальный оппонент,
доктор технических наук по специальности
05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения», профессор,
профессор кафедры «Строительство уникальных зданий
и сооружений» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого»

195251, г. Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, д. 29

+7-921-757-82-60
korsun_vi@mail.ru

Подпись Корсуна В.И. удостоверяю:

