

**ОТЗЫВ**  
официального оппонента, члена-корреспондента РААСН,  
доктора технических наук, профессора,  
Соколова Бориса Сергеевича  
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 на диссертационную работу были представлены следующие материалы: диссертация объемом 222 страницы печатного текста, включающего введение, четыре главы, заключение, приложение и список литературы из 261 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, а также нормативной литературы; автореферат диссертации на 22 страницах.

На основании рассмотренных материалов оппонент считает, что диссертация Воронцовой Н.С. на тему «Напряженно-деформированное состояние и прочность косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов», содержит необходимые признаки научно-квалификационной работы, соответствующие паспорту специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения, и отвечает областям исследования, предусмотренным п.3.: «Создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований вновь возводимых, восстанавливаемых и усиливаемых строительных конструкций, наиболее полно учитывающих специфику воздействий на них, свойств материалов, специфику конструктивных решений и другие особенности».

**Актуальность выбранной темы.** Существенными недостатками бетона является малая предельная растяжимость и наличие собственных напряжений, вызванных усадкой и температурно-влажностными воздействиями окружающей среды. Введение стальной фибры в бетонную матрицу позволяет повысить растяжимость бетона, и, как следствие, приводит к изменению процесса трещинообразования, снижает влияние собственных напряжений и способствует повышению трещиностойкости и жесткости конструкций.

Использование сталефибробетона в конструкциях, работающих в условиях сложного напряженно-деформированного состояния, позволяет оптимизировать размеры поперечного сечения и схемы армирования,

использовать арматуру повышенных классов, а также повысить в целом надежность таких элементов. Для качественного и количественного решения данной задачи требуется проведение экспериментально-теоретических исследований и разработка на их основе методов расчета, отражающих особенности работы элементов в условиях сложного напряженно-деформированного состояния, в том числе косого изгиба. Основываясь на вышесказанном, можно утверждать, что тема диссертационной работы, посвященная в первую очередь указанным выше проблемам, представляется весьма актуальной и своевременной.

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

Обоснованность научных положений обусловлена применением общепринятых гипотез и допущений современной теории железобетона; подтверждена проведенными экспериментальными и численными исследованиями косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов, имеющими удовлетворительное согласие с результатами теоретического исследования диссертационной работы.

Выводы и рекомендации диссертационной работы докладывались на всероссийских и международных конференциях: II международном конгрессе «Актуальные проблемы современного строительства» (2013 год, СПбГАСУ); III международном конгрессе «Актуальные проблемы современного строительства» (2014 год, СПбГАСУ); 70-ой научной конференции профессорско-преподавательского состава университета (2014 год, СПбГАСУ); 69-ой межвузовской научно-практической конференции «Актуальные проблемы современного строительства» (2016 год, СПбГАСУ); международной научной конференции «Долговечность, прочность и механика разрушения бетона, железобетона и других строительных материалов» (2016 год, СПбГАСУ); 70-ой всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы современного строительства» (2017 год, СПбГАСУ); 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета (2018 год, СПбГАСУ); первой международной конференции «Композитные материалы и конструкции в современном строительстве» (2018 год, СПбГАСУ).

Результаты оппонируемой работы опубликованы в 6 печатных работах, в том числе 4 работы опубликованы в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденный ВАК РФ.

## **Анализ содержания работы.**

**Во введении** обоснована актуальности выбранной темы, поставлены цель и задачи исследования. Рассмотрена степень разработанности темы исследования, определены объект, предмет и область исследования. Сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационной работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, а также степень достоверности полученных результатов. Приведена информация об апробации работы и публикациях.

**В первой главе** выполнен анализ существующих экспериментально-теоретических исследований по теме диссертации. Описаны основные факторы, оказывающие влияние на прочностные и деформационные свойства фибробетона. Приведены обоснование понятия косого изгиба и особенности армирования косоизгибаемых элементов. Проанализированы существующие подходы к оценке прочности нормальных сечений косоизгибаемых железобетонных элементов, в том числе современные. Намечены направления дальнейших исследований.

**В второй главе** описаны результаты исследования образцов-призм при осевом сжатии и растяжении, получены физико-механические характеристики фибробетона и диаграммы его деформирования. Описана установка, разработанная для испытаний фиброжелезобетонных балок на действие косого изгиба. Приведены результаты экспериментальных исследований фиброжелезобетонных и железобетонных балок в условиях косого изгиба. Проведен анализ и сравнение работы железобетонных и фиброжелезобетонных балок при воздействии косого изгиба.

**В третьей главе** представлены исходные данные и результаты численного исследования косоизгибаемых железобетонных и фиброжелезобетонных элементов в условиях косого изгиба. Описаны особенности моделирования косоизгибаемых элементов в программном комплексе Ansys в нелинейной постановке. Выполнен анализ результатов и выявлены предпосылки для разработки аналитического метода расчета по прочности нормальных сечений косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов.

**В четвертой главе** на основании физического и численного экспериментов сформулированы предпосылки к расчету косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов. Разработан практический метод расчета по прочности косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов с регулярным армированием мягкой сталью или высокопрочной арматурой без предварительного напряжения при кратковременном нагружении. Установлена зависимость для определения граничной относительной высоты

сжатой зоны фибробетона. Выполнено сравнение величины изгибающих моментов, соответствующих предельной стадии напряженно-деформированного состояния, определенных в ходе испытания лабораторных образцов, численного моделирования и по предложенному методу расчета.

В заключении приводятся основные итоги диссертационной работы и намечены перспективы дальнейших исследований.

### **Оценка достоверности и новизны научных положений, выводов и рекомендаций.**

Достоверность научных положений обеспечена применением стандартных методов испытаний, использованием метрологически аттестованного испытательного оборудования и измерительных приборов.

**Научная новизна работы** заключается в:

- разработанной методике испытаний фибробетона на осевое растяжение, позволяющей изучать специфику нелинейного поведения материала в процессе нагружения;
- получении новых данные об изменении механических характеристик материала при введении стальных фибр в матрицу мелкозернистого бетона;
- получении экспериментальных данных о влиянии фибрового армирования на прочность нормального сечения, процесс трещинообразования, прогибы и характер разрушения фиброжелезобетонных элементов при косом изгибе;
- экспериментально подтвержденной возможности эффективного применения высокопрочной арматуры без предварительного напряжения в косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементах;
- получении новых данные о характере напряженно-деформированного состояния косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов в результате выполнения численного исследования методом конечных элементов в программном комплексе ANSYS в нелинейной постановке;
- разработке метода расчета по прочности нормальных сечений косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов, ориентированного на проектную практику.

**Практическая значимость диссертации** заключается в использовании при проектировании новых конструкций рекомендаций по армированию и методики расчета по прочности нормальных сечений косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов прямоугольного профиля, в том числе с высокопрочной арматурой.

Внедрение полученных разработок подтверждается соответствующими документами, представленными в диссертации, а именно актами о внедрении ООО «Архстройпроект» и АО «Экспериментальный завод».

При рассмотрении диссертационной работы и автореферата у оппонента возник ряд **замечаний и рекомендаций**:

1. Действующие нормативные документы по проектированию железобетонных и фиброжелезобетонных конструкций ориентируют проектировщиков на использование нелинейной деформационной модели. На каких принципах основан разработанный Вами метод расчета и в чем его недостатки и преимущества?

2. Известны ли Вам экспериментальные данные отечественных и зарубежных исследователей о работе фибробетона при косом изгибе?

3. Известно большое количество методик по определению механических характеристик фибробетона при растяжении. В чем новизна и преимущество предложенной в диссертации методики по сравнению с уже существующими? В случае перехода на полимерное или базальтовое фибровое армирование можно ли воспользоваться этой же методикой?

4. Чем обусловлен выбор прочностных характеристик бетона и фибробетона при проведении экспериментальных исследований? Будут ли приемлемы полученные результаты, в том числе и методы расчета, при использовании иных разновидностей фибр, таких как металлические, полимерные или базальтовые?

5. Разработанный в диссертации метод расчета получил экспериментальную проверку при проведении физических испытаний образцов. Следует ли проводить дополнительные эксперименты, если да, то какие, при переходе на бетоны и фибробетоны других классов.

6. Зависит ли эффективность работы регулярной арматуры от количества и качества фибрового армирования? При каком проценте армирования эффект использования высокопрочной арматуры будет реальным?

7. С какой целью проводился численный эксперимент на базе МКЭ и можно ли было использовать известные программные комплексы, такие как ЛИРА, SCAD, Ansys для расчета конструкций с учетом фибрового армирования?

8. Можно ли изменить требования к защитному слою для случая косоизгибаемых элементов?

Приведенные замечания и рекомендации не влияют на положительную оценку и могут быть использованы автором диссертации в своих дальнейших научных исследованиях.

## Заключение

Диссертационная работа Воронцовой Натальи Сергеевны выполнена на актуальную тему. Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, достоверны и имеют научную новизну, обладают практической и теоретической ценностью. Диссертация представляет собой завершенную самостоятельную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи определения характера напряженно-деформированного состояния и прочности косоизгибаемых фиброжелезобетонных элементов, имеющей значение для развития строительной отрасли. Результаты работы опубликованы в достаточном объеме, в том числе в журналах входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденный ВАК РФ.

Автореферат диссертации полностью соответствует предъявляемым требованиям ВАК РФ и ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Диссертационная работа по всем критериям отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор **Воронцова Наталья Сергеевна** достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

Официальный оппонент, д.т.н.  
(05.23.01 – Строительные конструкции,  
здания и сооружения), профессор,  
член-корреспондент РААСН,  
заслуженный деятель науки и  
техники Республики Татарстан,  
научный консультант  
АО «Казанский Гипронииавиапром».  
  
420127, Республика Татарстан, г. Казань,  
ул. Дементьева, д. 1  
тел.: 8 (843) 571-95-48  
e-mail: sbs.1942@mail.ru



СОКОЛОВ БОРИС  
СЕРГЕЕВИЧ

Подпись официального оппонента Соколова Б.С. заверяю.  
Заместитель генерального директора, главный  
конструктор АО «Казанский Гипронииавиапром»

Г.П.  
15.05.1911  
"Соколов"

Никитин Г.П.