

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента

Талантовой Клары Васильевны

на диссертационную работу **Евдокимовой Татьяны Сергеевны**

на тему: «Напряженно-деформированное состояние и расчет прочности кососжимаемых фиброжелезобетонных элементов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения

На отзыв представлен автореферат диссертации и диссертационная работа, изложенная на 150 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков, 7 таблиц, 11 страниц приложений и список использованной литературы из 159 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

**Актуальность темы диссертационной работы.** Одним из перспективных направлений повышения технико-экономических показателей железобетонных конструкций является использование строительного композита – сталефибробетона (СФБ). Сталефиброжелезобетонные конструкции (СФЖБК), по сравнению с железобетонными (ЖБ), обладают более высокой эффективностью, что подтверждают результаты многочисленных исследований отечественных и зарубежных специалистов. При этом эффективность СФЖБК остается высокой и для конструкций, испытывающих сложное напряженное состояние, к которому относится косое внецентренное сжатие.

Известно, что в нормативных документах по проектированию железобетонных конструкций (ЖБК) рассматриваются сложные виды деформаций элементов, но рекомендаций по расчету элементов, воспринимающих косое внецентренное сжатие, не приводится.

Изучению работы ЖБК на косое внецентренное сжатие посвящено большое количество исследований, но в них, как правило, авторы рассматривали расчет железобетонных элементов, основываясь на наиболее распространенном методе расчета по предельным состояниям. В последние годы появились методы расчета, основанные на нелинейной деформационной модели, учитывающей диаграммы деформирования материалов, приближенных к реальным.

Тема диссертационной работы, посвященной поискам путей повышения эффективности кососжимаемых конструктивных элементов за счет применения современного композиционного материала - сталефибробетона и разработке методов расчета таких элементов, основанных на нелинейной деформационной модели, является **актуальной**.

На основе анализа результатов исследований отечественных и зарубежных ученых и специалистов, посвященных кососжимаемым железобетонным элементам, сформулирована **цель** диссертационных исследований, которая состоит в разработке практического метода расчета прочности коротких сталефиброжелезобетонных (СФЖБ) элементов на косое внецентренное сжатие на основе экспериментально-теоретических исследований их напряженно-деформированного состояния.

В специальной отечественной литературе по строительству практически нет указаний по применению сталефибробетона при создании элементов, воспринимающих косое внецентренное сжатие.

В представленной работе сконцентрировано внимание на исследовании целесообразности применения СФЖБ в коротких сжатых элементах при восприятии ими косоугольного внецентренного сжатия. Кроме того исследования были направлены на получение результатов экспериментальных и численных исследований железобетонных и сталефиброжелезобетонных стоек, работающих в условиях косоугольного внецентренного сжатия.

Диссертант предложил научно обоснованные алгоритмы и методы расчета прочности сталефиброжелезобетонных элементов на основе нелинейной деформационной модели, а также по предельным усилиям с применением современного математического аппарата. Это позволило при выполнении расчетов СФЖБК при косоугольном внецентренном сжатии по первой группе предельных состояний учесть зависимости напряжения в растянутой (менее сжатой) арматуре от отношения величины диагонального эксцентриситета к высоте сечения элемента и от процента армирования регулярной арматурой.

*Научная новизна исследований и полученных результатов.* Основным **научным результатом** исследований можно считать разработку методов расчета коротких кососжимаемых фиброжелезобетонных элементов по первой группе предельных состояний на основе деформационной модели, и с использованием инженерного метода расчета.

Кроме того, к научным результатам можно отнести:

- полученные диссертантом зависимости для определения предельной растяжимости сталефибробетона и коэффициента  $k_{fbt}$ , учитывающего работу растянутого СФБ на нисходящей ветви, от процента фибрового армирования;
- экспериментально доказанную эффективность использования стальной фибры в железобетонных элементах, работающих в условиях косога внецентренного сжатия. Получены новые опытные данные о напряженно-деформированном состоянии и процессе трещинообразования и разрушения таких элементов;
- полученные в результате численного эксперимента зависимости напряжения в растянутой (менее сжатой) арматуре от эксцентриситетов приложения силы и коэффициента армирования продольной арматурой.

*Степень обоснованности и достоверности научных результатов и выводов, сформулированных в диссертации.* В рассматриваемой диссертационной работе постановка и обоснование цели и задач исследований выполнена на основе анализа значительного количества работ отечественных и зарубежных специалистов с 30-х годов прошлого века по настоящее время, в которых исследуются несущая способность, трещиностойкость и жесткость железобетонных кососжимаемых элементов, а также их устойчивость. Кроме того, изучается действие статических и динамических нагрузок, методы расчетов и получаемые результаты. При этом анализируются методы расчета элементов, испытывающих сложное напряженное состояние, представленное в российских и зарубежных нормах проектирования ЖБК.

Диссертант выполнила обзор результатов исследований отечественных и зарубежных специалистов свойств сталефибробетона и его применения в сталефиброжелезобетонных элементах в условиях сложных деформаций.

Содержание и результаты экспериментальных исследований сталефибробетона, а также экспериментальных и численных исследований сталефиброжелезобетонных элементов в представленной диссертации свидетельствуют о том, что соискатель хорошо владеет выбранным направлением научных исследований. Для изучения кососжимаемых СФЖБК при выборе расчетной модели автором диссертации корректно использован метод расчета на основе нелинейной деформационной модели

**Достоверность** результатов исследований обоснована применением общепринятых гипотез и допущений современной теории железобетона; подтверждена результатами проведенных экспериментальных и численных исследований кососжимаемых сталефиброжелезобетонных элементов при кратковременном нагружении, которые показали удовлетворительное согласие с расчетными данными; обеспечена применением стандартных методов испытаний, использованием метрологически аттестованного испытательного оборудования и измерительных приборов. Достоверность научных положений и выводов подтверждается и обоснованным выбором физических и математических моделей.

**Значимость диссертации для науки и практики** обусловлена следующим:

- автором, на основе анализа значительного количества результатов исследований отечественных и зарубежных специалистов, получены зависимости для расчета несущей способности кососжимаемых сталефиброжелезобетонных коротких элементов на действие кратковременных нагрузок;
- разработанный диссертантом метод расчета кососжимаемых сталефиброжелезобетонных коротких элементов по несущей способности, основанный на реальных диаграммах деформирования материалов в сжатой и рас-

тянутой зонах, реализуемых с помощью нелинейного расчета, дает возможность повысить объективность результатов оценки состояния элементов конструкций;

- расчет, основанный на упрощенном представлении характера деформирования материалов, реализуемый инженерными методами, позволяет выполнить предварительные расчеты несущей способности сталефиброжелезобетонных конструкций, подверженных косому внецентренному сжатию в относительно короткий срок;
- разработанный диссертантом метод расчета принят АО «Экспериментальный завод» для проектирования опытной партии коротких кососжимаемых сталефиброжелезобетонных образцов малой гибкости.

***Критические замечания и недостатки.*** Положительно оценивая рассматриваемую работу в целом, отмечая ее хороший научный уровень, достаточную степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, необходимо отметить ряд замечаний.

1. В работе выполнен обстоятельный анализ результатов исследований отечественных и зарубежных специалистов, посвященных косому внецентренному сжатию железобетонных конструкций. Диссертация бы выиграла, если бы был сделан более полный анализ результатов многочисленных исследований, посвященных сталефибробетонным конструкциям, в том числе сжатым, и изучению свойств и целесообразности фибрового армирования в зависимости от их напряженно-деформированного состояния
2. На стр. 3 автореферата указано «Использование стальной фибры в железобетонных элементах позволяет повысить ..... и предельную растяжимость бетона», на стр. 4 диссертации сказано «...повысить предельную растяжимость и сжимаемость бетона». На стр. 8 автореферата написано «добавление фибр меняет характер разрушения бетонных образцов, делая его более пластичным». Необходимо отметить, что «добавление фибр» в бетон обеспечивает создание композиционного материала – сталефибробетона, который обладает

присущими ему свойствами, в том числе, растяжимостью, и сжимаемостью в зависимости от типа фибр и соотношения их с размерами сечения элемента, а также вязкостью и пластичностью разрушения. В сталефибробетоне бетон становится бетонной матрицей со структурой и свойствами, отличающимися от структуры и свойств исходного бетона.

3. На стр. 7 диссертации и стр.10 автореферата указано «... экспериментально доказана эффективность использования металлических фибр в железобетонных элементах». Эффективность сталефиброжелезобетонных конструкций исследована и доказана результатами многочисленных отечественных и зарубежных исследований и практического применения, выполненных в 70...90-е годы прошлого века.
4. В исследованиях (стр. 47, 68 диссертации) принят «как рациональный» объемный процент фибрового армирования  $\mu_{fv}$  равный двум, что составляет  $156 \text{ кг/м}^3$ . Хотя на основе многочисленных экспериментов было получено, что без учета требований к конкретной конструкции, рациональным по расходу стальных фибр и получаемому результату является  $\mu_{fv} = 1,0\% \rightarrow 75 \text{ кг/м}^3$ , что согласуется с теорией интервала Romualdi.
5. На стр.47 диссертации приведен состав сталефибробетонной смеси. Из каких соображений было принято соотношение Ц:П = 1:2,6?
6. Насколько (стр.6 автореферата) «Результаты экспериментальных исследований фиброжелезобетонных элементов с наиболее распространенными на современном рынке фибрами и наиболее применимым процентом армирования в условиях осевого сжатия и растяжения» соответствуют опубликованным в открытой печати результатам исследований других авторов?
7. Как учтены в исследованиях кососжимаемых сталефиброжелезобетонных элементов сведения о прочности сталефибробетона на сжатие и растяжение, полученные автором в диссертации?
8. На графике зависимости коэффициента растяжимости  $k_{fbt}$  от объемного процента армирования  $\mu_{fv}$  (рисунок 1, стр. 10 автореферата и стр. 63 диссер-

тации) выполнено обобщение кривых, полученных разными авторами в результате исследований сталефибробетона со стальными фибрами, с разными геометрическими и физико-механическими характеристиками и разной геометрией лабораторных образцов. Обоснованность такого подхода вызывает сомнение.

9. Приведенные на стр. 9 автореферата зависимости (1) и (2), и на стр.18 (3) содержат  $\mu$  - объемный процент фибрового армирования. Возникает вопрос, какие размерности имеют величины, получаемые по указанным зависимостям?
10. В исследованиях используются фибры латунированные. Как влияет покрытие латуни на свойства сталефибробетона по сравнению с фибрами без покрытия?
11. К недостаткам работы можно отнести и некоторые филологические и стилистические ошибки, например, на стр. 23, 32,33, 38,43, .... 88 диссертации предложения начинаются со слова «Также», хотя по правилам русского языка предложение не может начинаться с *сочинительного союза*. На стр.6 – слово «не гибких» – пишется слитно, на стр. ... 35,36, 38 и др. диссертации использован некорректный термин «фиброволокно» или «фибровое волокно», хотя известно, что «fibra» в переводе с латинского – волокно. На стр.16, 29, 33 диссертации упоминается «... марка бетона...». Однако известно, что с 1984 года прочность бетона на сжатие оценивается классами. На рис. 1.3 (стр. 20 диссертации) в подписи «... область не обеспеченной прочности», частица «не» пишется слитно со словом. На стр. 34 диссертации сказано «... класс композиционных материалов, состоящих из бетона-матрицы и специально изготовленных волокон-фибр». Не ясно, о чем идет речь. На стр.39, 40 диссертации указано «...схватываемость бетона», в перечислении «... вязкости, трещиностойкости, схватываемости ...» Не ясно, как это понимать? На стр. 94 диссертации «... в целях востребованности в практике проектирования метод должен быть ....». И другие подобные ошибки.

12. Представляемая диссертационная работа бы выиграла, если бы были даны расчетные данные ожидаемого экономического эффекта от применения сталефибробетона в кососжимаемых сталефиброжелезобетонных элементах.

Сделанные замечания несколько снижают впечатление о работе, но общая оценка рецензируемой диссертационной работы положительная. Отмеченные недостатки носят рекомендательный характер. Сделанные замечания и рекомендации могут быть учтены автором в дальнейших научных исследованиях.

### **Выводы и рекомендации**

В целом, диссертационная работа является законченной научно-исследовательской работой, в которой на основе выполненных автором теоретических, численных и экспериментальных исследований решена научная задача, посвященная разработке методов расчета несущей способности кососжимаемых фиброжелезобетонных элементов малой гибкости по предельным усилиям и на основе деформационной модели.

Автором по теме диссертации опубликовано 10 печатных работ, в которых отражены основные положения диссертации. Из них 4 опубликованы в рецензируемых научно-технических журналах по перечню ВАК РФ. Результаты исследований были доложены и обсуждены на научных и научно-практических конференциях разного уровня СПб ГАСУ с 2014 по 2016 годы.

Диссертация выполнена на хорошем научном уровне, представляет собой законченную самостоятельную научно-квалификационную работу. Автореферат отражает с достаточной полнотой основные положения и результаты, изложенные в диссертации. Оформление работы соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям.

Содержание диссертации свидетельствует о том, что автор является профессионально подготовленным специалистом в области строительных конструкций.



Разработанный автором метод расчета фиброжелезобетонных элементов на основе нелинейной деформационной модели вносит значительный вклад в развитие теории и практики конструкций, подверженных косому внецентренному сжатию.

В развитие выполненных исследований целесообразно следующее:

- провести исследования, направленные на разработку сталефиброжелезобетонных и малой гибкости, и гибких кососжимаемых элементов, обладающих необходимой несущей способностью, трещиностойкостью и деформативностью при снижении финансовых и трудовых затрат против существующих аналогов.
- выполнить экспериментальную проверку разработанных методов расчета на реальных объектах.
- разработать программные средства на основе блок-схемы расчета кососжимаемых сталефиброжелезобетонных элементов по деформационной модели, представленной в диссертации.

### **Заключение**

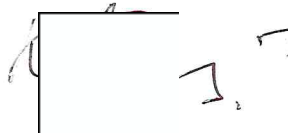
Диссертационная работа **Евдокимовой Татьяны Сергеевны** на тему «Напряженно-деформированное состояние и расчет прочности кососжимаемых фиброжелезобетонных элементов» выполнена на актуальную и важную тему, на хорошем научном уровне, содержит элементы научной новизны и практической ценности. Полученные результаты соответствуют поставленной цели задачам исследования, достаточно опубликованы в печати, в том числе в журналах с внешним рецензированием по списку ВАК. Публикации соответствуют содержанию диссертации.

Диссертационная работа по содержанию, форме, актуальности, полноте поставленных и решенных задач, совокупности новых научных результатов, является законченной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержден-

ного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности, а ее автор **Евдокимова Татьяна Сергеевна** заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Официальный оппонент, профессор кафедры  
«Строительные конструкции»  
федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Петербургский государственный университет  
путей сообщения Императора Александра I»

доктор технических наук, доцент

 К.В. Талантова

190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 9,  
тел. 8-911-813-3982.

E-mail: [talant\\_bar@mail.ru](mailto:talant_bar@mail.ru)

31.08.2017 г.

