


УТВЕРЖДАЮ

Заведующий генерального директора
по научной работе АО «НИЦ
«Строительство»,
д.т.н., профессор
А.И. Звездов

» 2019 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Полинкевича Константина Юрьевича на тему **«Определение напряжённо-деформированного состояния тонкостенных анизотропных стержней открытого профиля при кручении»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – «Строительная механика»

Диссертационная работа посвящена разработке аналитического способа решения задачи о кручении тонкостенного стержня открытого профиля из анизотропного материала, а также получению численных результатов для напряжённо-деформированного состояния (НДС) подобных стержней. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, приложения и списка литературы, который содержит 147 источников (в т.ч. 45 зарубежных). Основной текст диссертации вместе с заключением изложен на 109 страницах; к тексту приложен пример расчета анизотропного стержня; имеются пояснительные 44 рисунка и 12 таблиц.

Актуальность темы диссертации определяется тем, что композитные анизотропные материалы в настоящее время находят всё более широкое применение в строительной отрасли. Такие материалы широко используются при строительстве мостов, сооружений химической и транспортной промышленности. Композитные материалы являются более стойкими к воздействию агрессивных сред по сравнению со сталью и алюминием. Легкие композитные тонкостенные стержни могут быть особо эффективны при строительстве в сейсмически опасных районах из-за высокой прочности и малого собственного веса. Современные методы создания новых композитов позволяют менять их упругие свойства в разных направлениях путем изменения ориентации волокон. В строительных конструкциях широко применяется тип поперечного сечения тонкостенного открытого профиля. Такое сечение легче изготовить на производстве, проще организовать монтажные узлы. Использование анизотропных материалов в составе тонкостенных стержней открытого профиля, работающих на кручение, позволяет,

например, варьировать величину угла закручивания при одной и той же внешней нагрузке. Это, в свою очередь, позволяет оптимально использовать материал.

Не смотря на то, что теория расчетов тонкостенных стержней при стесненном кручении была разработана еще в середине XX века В.З. Власовым и его последователями, она нуждается в постоянном уточнении ввиду появления большого количества новых ранее не изученных материалов и способов производства элементов конструкций. Поэтому в области расчетов тонкостенных стержней из анизотропных материалов остается масса открытых вопросов, как в части аналитических расчетов, так и при численном моделировании конструкций.

Таким образом, имеется основание утверждать, что научная задача, поставленная в диссертации, является актуальной.

Во введении сформулирована основная проблема, решаемая в диссертационной работе, представлен краткий обзор развития теории расчета тонкостенных стержней, описаны задачи оптимального их проектирования, определены цели и задачи исследования.

В первой главе приведено описание методики расчета, основанной на итерационном способе последовательного удовлетворения уравнениям теории упругости. Методика проиллюстрирована на примере расчёта изотропной однослойной однопролетной балки.

Во второй главе рассмотрен итерационный способ определения НДС слоистых балок. Каждый слой описывается своей системой уравнений. В зоне срачивания слоев учитывается совместность деформаций. Приводится пример расчета балки с произвольной нагрузкой и со слоями, имеющими различные деформационные характеристики.

В третьей главе рассмотрена задача кручения изотропного тонкостенного стержня открытого профиля. Определено НДС балки итерационным способом, основанном на теориях В.З. Власова и С.Г. Лехницкого. В задаче о кручении определены координаты центра кручения, через которые найдена функция угла закручивания балки и получены поступательные перемещения. Выполнена проверка разработанного способа численными методами.

В четвертой главе даны общие сведения о композитных материалах. Даны понятия удельной прочности и удельного модуля упругости. Записан закон Гука для общего случая анизотропии и рассмотрены частные случаи. Приведены математические зависимости между константами упругости. Рассмотрена теория прочности для анизотропных материалов. По данным других исследований приведены характеристики ряда анизотропных материалов в зависимости от угла ориентации волокон. Для дальнейших расчетов принят широко распространенный углепластиковый материал, как наиболее интересный с точки зрения получаемых научных результатов. Отмечается отсутствие ссылок на работы Г.А. Гениева,

который выполнил в 1980-2000 годах фундаментальные исследования по расчетам анизотропных материалов.

В пятой главе рассмотрен итерационный способ определения НДС анизотропной балки при расчете на изгиб. Представлено аналитическое и численное решения задачи в пределах упругой работы анизотропного материала.

В шестой главе приведен итерационный способ определения НДС стержней открытого профиля на стесненное кручение из анизотропного материала. Проведен анализ сходимости полученных результатов.

В заключении приведены итоги выполненных исследований, а также предложены пути развития метода последовательных приближений. В частности показано, что дальнейшую исследовательскую деятельность в области расчетов анизотропных конструкций, по мнению автора, необходимо развивать в направлении учета динамических нагрузок и работы материала в области пластических деформаций.

Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации. Автором лично предложен новый аналитический итерационный способ решения задачи, основанный на теории В.З. Власова. Для каждого из рассмотренных типов задач автором лично проведены исследования и записаны алгоритмы решения в комплексе MathCAD. Построены модели МКЭ, получены новые численные результаты и выполнен их анализ. Проведён ряд сопоставительных расчетов с применением известных аналитических решений других авторов. По результатам исследований опубликованы научные статьи в рецензируемых изданиях.

В основе работы лежат классические законы теории упругости и методы численного моделирования, а также корректные математические модели и методы решения задач механики и сопротивления материалов. Достоверность основных положений и выводов по работе подтверждается согласованием результатов аналитических и численных решений, сравнением с результатами расчётов авторитетных отечественных и зарубежных авторов.

Новизна полученных результатов исследования заключается в следующем:

1. Автором разработан новый аналитический итерационный способ, дающий возможность решить задачу кручения тонкостенного стержня открытого профиля с учётом влияния сдвиговых деформаций. Рассмотрены стержни, изготовленные из изотропных и анизотропных материалов.

2. Строго доказана сходимость предложенного итерационного аналитического способа решения задачи.

3. Получены новые численные и графические результаты для напряжённо-деформированного состояния стержней с тонкостенным поперечным сечением открытого профиля.

4. Выполнен анализ влияния угла армирования анизотропного материала на перемещения стержней при кручении.

Научная значимость работы и рекомендации по использованию её результатов. Предложенный аналитический способ решения задачи может применяться к тонкостенным стержням с различной геометрией поперечных сечений, к стержням с составными сечениями, а также изготовленными из материалов с различными физико-механическими характеристиками. Предложенный аналитический аппарат может быть адаптирован к решению задач определения НДС стержней любой сложности.

Практическая значимость работы заключается в том, что её результаты дают возможность детального исследования НДС конструкций, выполненных из композитных материалов. Созданная методика расчета тонкостенных анизотропных стержней открытого профиля позволяет повысить надёжность конструкций, снизить их стоимость и подобрать оптимальную жесткость.

Замечания по диссертационной работе:

1. В диссертации отсутствуют ссылки на авторов основополагающих работ по исследованиям слоистых напряженных состояний и связанных с ними критериями прочности Гольденבלата И.И. и Копнова В.А., Работнова Ю.Н., Вольмира А.С., Писаренко Г.С. и Лебедева А.А., Гениева Г.А. и его сотрудников, Авдоница А.С.

2. В диссертации следовало бы описать преимущества предложенного итерационного аналитического способа над другими известными аналитическими методами. В ряде случаев отсутствуют выводы по главам.

3. В диссертации отсутствуют сведения о сопоставлении полученных теоретических результатов с опубликованными результатами экспериментальных исследований.

4. Автор не совсем верно называет применяемые им методы расчета В.З. Власова и С.Г. Лехницкого общим термином «метод итераций», который означает лишь нахождение собственных значений матрицы. Аналогично не совсем правильно трактуется термин «аналитический метод».

5. Не ясно обеспечивают ли существующие композитные материалы (используемые для изготовления слоистых балок, как в главе 2) восприятие усилий сдвига, появляющихся на границах соединения слоев при изгибе?

Заключение

Работа является законченным исследованием и выполнена автором самостоятельно на хорошем современном научном уровне. Работа изложена грамотным техническим языком. Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, пояснений, рисунков, графиков, примеров и подробных расчетов. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа на тему: «**Определение напряжённо-деформированного состояния тонкостенных анизотропных стержней открытого профиля при кручении**», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – «Строительная механика» полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Полинкевич Константин Юрьевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – «Строительная механика».

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и утвержден на заседании секции металлических конструкций НТС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (институт АО «НИЦ «Строительство») «22» мая 2019 г., протокол №43/19.

Результаты голосования «за» - 11, «против» - 0, «воздержалось» - 2.

Главный научный сотрудник
Группы редакции журнала
«Строительная механика и расчёт сооружений»
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
АО «НИЦ «Строительство»
доктор технических наук, старший научный сотрудник
тел. 8(499) 174 10 81,

**Пятикрестовский
Константин Пантелеевич**

Заведующий сектором
Высотных зданий и сооружений
Лаборатории металлических конструкций
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
АО «НИЦ «Строительство»
кандидат технических наук
тел. 8(499) 174 79 21

**Конин
Денис Владимирович**

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство»
(АО «НИЦ «Строительство»)
Фактический адрес: 109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д.6, корпус 1.
Телефон: +7 (495) 602-00-70
Почта электронная: inf@cstroy.ru



Подпись
удостоверенная
Ген. директором
Пятикрестовского и Д.В. Конина
по персоналу

С.А. Мельниковский