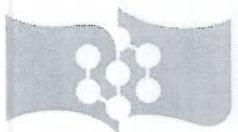


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

SIBERIAN  
FEDERAL  
UNIVERSITY



СИБИРСКИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

660041, Россия, Красноярск, проспект Свободный, 79  
телефон (391) 244-82-13, факс (391) 244-86-25  
<http://www.sfu-kras.ru> e-mail: [office@sfu-kras.ru](mailto:office@sfu-kras.ru)

№   
на №  от



УТВЕРЖДАЮ

проректор по науке ФГАОУ ВО

«Сибирский федеральный  
университет»

Михаил Иванович Гладышев

*Гладышев*

«6» июня 2018 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Дияба Ауса Нидала «Аналитическое и численное исследование  
математических моделей критических состояний пластических слоев и  
тонкостенных цилиндрических оболочек», представленную на соискание  
ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные  
методы и комплексы программ

*Актуальность темы исследования* обусловлена необходимостью  
решения ряда важных прикладных задач, связанных с пластическим  
деформированием тонкостенных цилиндрических оболочек. К таким  
оболочкам относятся трубы большого диаметра в составе магистральных  
трубопроводов или других сооружений. Трубы могут содержать слои и  
прослойки из менее прочного материала (сварные швы, зоны сплавления и  
термического влияния), направленные вдоль, поперек или под углом к оси  
оболочки. Ранее исследовались математические модели критических  
состояний таких оболочек, подверженных действию внутреннего давления и  
осевой растягивающей силы. Однако в этих работах не рассматривались  
условия нагружения, когда осевые и кольцевые напряжения в стенке

оболочки имеют разные знаки. Такие нагрузки возможны при прокладке трубопроводов в сложных рельефах, под водой, в зонах сейсмической активности. Изучению такого рода задач посвящена диссертация А.Н. Дияба. Сказанное относится как к бесшовным трубам, так и к сварным, содержащим продольные или спиральные сварные швы. Для исследования прочности оболочек, содержащих спиральные слои, требуется подробный анализ математических моделей критических состояний менее прочных прослоек под растягивающей и сжимающей нагрузкой, что также является темой исследования диссертации.

*Структура и содержание диссертации.* Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 137 наименований. Общий объем работы составляет 111 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, проанализирована степень разработанности тематики, определены цель и задачи исследования, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы ее исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения об аprobации работы и публикациях автора по теме диссертации.

В первой главе исследуются математические модели напряженного состояния менее прочного, чем основной материал, слоя в составе неоднородного соединения под растягивающей нагрузкой при плоской деформации. Развивается метод нахождения величины контактного упрочнения менее прочного слоя на основе гипотезы разделения переменных для касательных напряжений. Данна полная классификация критических состояний математических моделей растягиваемого пластического слоя и на этой основе получены алгоритмы для вычисления критической нагрузки (в случае полной реализации контактного упрочнения – аналитические зависимости). Алгоритмы реализованы в виде программ в среде Matlab.

Во второй главе исследуются математические модели напряженного состояния сжимаемого пластического слоя, расположенного между жесткими

параллельными плитами, на основе гипотезы плоских сечений. На этой основе разрабатывается метод определения сжимающего усилия и формы свободной поверхности слоя. При отсутствии проскальзывания между слоем и плитами получены явные аналитические выражения для вычисления скоростей перемещения точек сжимаемого слоя и алгоритмы для вычисления сжимающего усилия и формы свободной поверхности. При наличии проскальзывания определены условия полной реализации контактного упрочнения и вычислены скорости перемещения точек сжимаемого слоя. Алгоритмы реализованы в виде программ в среде Matlab.

Во третьей главе исследуются математические модели критических состояний тонкостенных цилиндрических оболочек. Развиваются методы нахождения силовых и деформационных критериев потери устойчивости пластического деформирования однородных тонкостенных цилиндрических оболочек и спиральных слоев в таких оболочках, когда напряжения в стенке оболочки имеют противоположные знаки. На этой основе получены алгоритмы вычисления критических интенсивностей напряжений и деформаций и критических давлений (в некоторых случаях – аналитические выражения) в зависимости от механических и геометрических параметров оболочек и слоев и условий нагружения. Алгоритмы реализованы в виде программ в среде Matlab.

В заключении подведены итоги исследований, выполненных в диссертационной работе, предложены рекомендации использования полученных результатов и описаны перспективы дальнейшей разработки темы диссертационной работы.

*Научная новизна* диссертационной работы заключается в следующем.

*В области математического моделирования.* Развит метод исследования математической модели напряженного состояния растягиваемого слоя, позволивший определять критические состояния слоя при любых значениях параметров. Разработан новый метод исследования математической модели напряженно-деформированного состояния

сжимаемого слоя, позволивший находить в аналитической форме сжимаемое усилие и форму свободной поверхности слоя. Развит метод анализа математических моделей критических состояний тонкостенных цилиндрических оболочек, в том числе содержащих спиральные прослойки из менее прочного материала, позволивший находить несущую способность таких оболочек при любых соотношениях между осевыми нагрузками и давлением.

*В области численных методов.* Впервые разработаны алгоритмы вычисления критических напряжений и деформаций, критических давлений и осевой нагрузки изучаемых оболочек в зависимости от механических и геометрических характеристик оболочки и слоя. Разработан и протестирован другими численными методами численный метод нахождения формы свободной поверхности сжимаемого слоя.

*В области комплексов программ.* В среде MATLAB разработана программа для ЭВМ, которая позволяет численно находить: критические напряжения, деформации, давления и осевые нагрузки для однородных и содержащих спиральные прослойки тонкостенных цилиндрических оболочек, при различных условиях нагружения. В среде MATLAB разработана и протестирована программа для ЭВМ определения формы свободной поверхности сжимаемого слоя.

### ***Теоретическая и практическая значимость.***

*Теоретическая значимость работы.* Показано, что скольжение заготовки по матрице приводит к картине характеристик, аналогичной неполной реализации контактного упрочнения в растягиваемом неоднородном соединении, что позволяет переносить метод исследования напряженного состояния растягиваемого пластического слоя на сжимаемый слой. Показана эффективность исследований математических моделей критических состояний оболочек на основе применения критерия Свифта при различных условиях нагружения.

*Практическая значимость работы.* Разработанные алгоритмы и программы для ЭВМ позволяют устанавливать: допустимую величину внутреннего или внешнего давления в трубопроводах в зависимости от геометрических параметров, видов и свойств сварных соединений, условий нагружения; толщину стенок труб в составе трубопроводов в зависимости от условий нагружения на данном участке и требуемого внутреннего давления. Полученные результаты полезны при рассмотрении изменений и дополнений в ГОСТы и СНиПы.

Полученные автором результаты представляют интерес для применения в исследованиях научных коллективов в Институте математики и механики УрО РАН, Институте теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, Российском НИИ трубной промышленности, Московском, Южно-Уральском, Челябинском, Башкирском государственных университетах, Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана, Пермском национальном исследовательском политехническом университете, Сибирском, Уральском, Казанском (Приволжском) федеральных университетах.

*Методы исследования.* В диссертации использовались методы математической теории пластичности, применялись различные методы исследования систем нелинейных уравнений в частных производных гиперболического типа, численные и аналитические методы исследования обыкновенных дифференциальных уравнений, а также возможности пакета MATLAB для проведения вычислительных экспериментов.

*Достоверность полученных результатов* обеспечивается обоснованностью основных посылок и допущений, выверенной логикой доказательств всех утверждений, приведённых в диссертации, совпадением их в частных случаях с известными ранее результатами, подтверждением полученных результатов вычислительными экспериментами. Полученные результаты опубликованы в 12 работах, в том числе: 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК

Минобрнауки РФ (одна из них в журнале, индексированном в системах цитирования SCOPUS и Web of Science), 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Результаты диссертации были апробированы на многих научных конференциях и научных семинарах, в том числе 5-и международных и 2-х всероссийских конференциях, что подкрепляет высокую *степень обоснованности* научных положений и выводов, сформулированных в диссертации.

*Замечания по работе.* В качестве замечаний отметим:

1. Математические модели глав 1 и 2 основаны на разных допущениях: в гл.1 используется гипотеза разделения переменных для касательных напряжений, в гл. 2 – гипотеза плоских сечений. Из текста диссертации не совсем ясно, почему в обоих случаях не использована общая гипотеза.

2. Автором использована не совсем удачная терминология, что затруднило понимание текста: слова «первый тип напряженного состояния слоя» и «первый тип критического состояния слоя» имеют существенно разный смысл.

3. Все расчеты, связанные с силами, напряжениями, давлениями, в диссертации проводятся в безразмерных единицах, что правильно. Но в итоговых результатах физические единицы не всегда возвращаются. В частности, это относится к рис. 2.7 на с. 64.

4. В диссертационной работе имеются опечатки и погрешности. На с. 42 не полностью пропечатался рис. 1.20. На с. 49, 50 и 98 должно быть (1.4.11), (1.4.15), (1.4.16) и (1.4.20).

5. На основании результатов третьей главы можно сразу же выписать важные для приложений формулы для вычисления критической осевой нагрузки и допустимой толщины стенки как однородных оболочек, так и содержащих спиральный слой. Почему-то, за одним исключением, это не было сделано.

Указанные замечания не влияют на значимость научных результатов, полученных в диссертации, и не влияют на ее общую положительную оценку.

*Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.* Диссертация является законченным научным исследованием, содержащем полученные лично автором новые результаты в области исследования математических моделей критических состояний пластических слоев и тонкостенных цилиндрических оболочек. Результаты достаточно полно опубликованы и апробированы. Автореферат адекватно отражает основные результаты диссертации. Полученные результаты соответствуют паспорту специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Диссертация соответствует трем пунктам специальности: п. 2 – развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей; п. 3 – разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных технологий; п. 4 – реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов.

В целом диссертационная работа А.Н. Дияба «Аналитическое и численное исследование математических моделей критических состояний пластических слоев и тонкостенных цилиндрических оболочек» является научно-квалификационной работой, в которой решены задачи, имеющие существенное научное значение для специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, и в полной мере отвечает пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.13 № 842, а ее автор Аус Нидал Дияб заслуживает присуждения ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 –  
математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Отзыв подготовил  
доктор физико-математических наук, профессор,  
профессор кафедры «Вычислительная техника»  
Сибирского федерального университета  
Кошур Владимир Дмитриевич;

Диссертационная работа и отзыв обсуждены, отзыв одобрен и утвержден на  
расширенном заседании кафедры «Вычислительная техника» 29 мая 2018г.,  
протокол № 10.

Председатель заседания кафедры «Вычислительная техника»  
директор института космических и информационных технологий  
ФГАОУ ВО СФУ  
доктор технических наук, профессор  
Тел. +7 (391) 291-20-42  
e-mail: [GTsybulsky@cfu-kras.ru](mailto:GTsybulsky@cfu-kras.ru)



Г.М. Цибульский

профессор кафедры «Вычислительная техника»  
ФГАОУ ВО СФУ  
доктор физико-математических наук,  
профессор  
Сибирский федеральный университет  
660041, г. Красноярск, ул. Киренского, 26Б, УЛК № 17, ауд. 317.  
Тел. +7 913 830 80 96,  
e-mail: [VKoshur@sfu-kras.ru](mailto:VKoshur@sfu-kras.ru)



В.Д. Кошур