

В диссертационный совет 24.2.300.02 на базе
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
политехнический университет

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Буланова Дмитрия Андреевича на тему: «Проектирование рациональных структур плоскосворачиваемых гибких рукавов в зависимости от величины внутреннего гидростатического давления», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности

Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью повышения конкурентоспособности отечественных плоскосворачиваемых гибких рукавов за счёт минимизации их материалоемкости и себестоимости производства. В современных промышленных условиях полимерные трубопроводы находят широкое применение и в ряде технологических процессов выступают в качестве безальтернативного решения при транспортировке жидких сред во многих отраслях промышленности.

Ключевыми эксплуатационными характеристиками плоскосворачиваемых гибких рукавов, согласно ГОСТ 58714-2019 выступают разрывное гидростатическое давление, показатели надёжности и долговечности, значения которых находятся в прямой зависимости от структурных параметров рукава.

Анализ современного рынка демонстрирует, что зарубежные аналоги зачастую превосходят отечественные изделия по ряду определяющих технических характеристик, что свидетельствует о целесообразности совершенствования существующих методик расчёта и проектирования.

В рамках проведённого исследования разработана методика расчёта и проектирования рациональной структуры плоскосворачиваемых гибких рукавов, которая комплексно учитывает ряд значимых факторов: контактные взаимодействия в нитях армирующей оболочки, влияние связующего материала и иные определяющие параметры. Применение данной методики на стадии проектирования позволяет сформировать оптимальную структуру рукава, способствующую повышению его конкурентоспособности и реализации задач по

импортозамещению в сегменте трубопроводной продукции, что представляет собой значимую научно-практическую задачу.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке методики расчета и рационального проектирования структуры плоскосворачиваемых гибких рукавов, которая учитывает влияние связующего через его модуль упругости, изменение геометрической плотности ткани армирующей оболочки, радиуса рукава при действии внутреннего гидростатического давления на этапе проектирования и позволяет снизить материалоемкость рукавов, себестоимость их производства и обеспечить конкурентоспособность на отечественном рынке полимерных трубопроводов.

Следует выделить следующие элементы, которые составляют научную новизну выполненного исследования:

- расчётная схема и обобщенная система уравнений, позволяющая описать взаимодействие нитей в ткани армирующей оболочки рукавов;
- зависимость, позволяющая связать внутреннее гидростатическое давление в рукаве с нелинейным изгибом нитей и силами растяжения в них и полиуретане, геометрической плотностью ткани армирующей оболочки, радиусом рукава и толщиной его стенки;
- зависимости для определения двух видов разрывных давлений в рукавах (при разрыве как уточных, так и основных нитей);
- методика расчета и проектирования рациональных структур плоскосворачиваемых гибких рукавов при действии внутреннего гидростатического давления.

Считаю, что полученные в диссертационном исследовании результаты отличаются высокой достоверностью и имеют важное значение для развития методик расчета плоскосворачиваемых гибких и других полимерных композитных трубопроводов на волокнистой основе.

Теоретическая значимость проведённого исследования состоит в развитии теории взаимодействия нитей в тканых армирующих оболочках, а также в совершенствовании теоретических основ расчёта и проектирования рациональных структур плоскосворачиваемых гибких рукавов.

В результате проведённого исследования также получены зависимости, отражающие взаимосвязь внутреннего гидростатического давления с усилиями в армирующих нитях и связующем материале, а также с совокупностью прочих

параметров конструкции. Данные зависимости не только углубляют теоретические представления о характере взаимодействия нитей в армирующей оболочке, но и служат основой для разработки усовершенствованных расчётных методик, ориентированных на оптимизацию проектных решений с целью снижения материалоемкости либо повышения надёжности и ресурса плоскосворачиваемых гибких рукавов.

Достоверность и обоснованность научных положений, результатов, выводов и рекомендаций, приведенных в диссертационной работе, достигнута в результате высокого соответствия расчётных данных с результатами экспериментов по разрыву плоскосворачиваемых гибких рукавов.

Практическая значимость и реализация результатов работы.

Ценность результатов исследования для практики заключается в применении производством АО «ИВХИМПРОМ» компьютерной программы, основанной на разработанной методике расчёта и проектирования рациональных структур плоскосворачиваемых гибких рукавов при изготовлении соответствующих изделий, что подтверждено актом внедрения. Благодаря программе появилась возможность расчёта давлений разрыва рукавов уже на этапе проектирования, что позволило путем выбора их рациональной структуры снизить материалоемкость и себестоимость производства рукавов в целом. На сегодняшний день снижение указанных выше показателей, позволяет производить конкурентоспособные плоскосворачиваемые гибкие рукава.

Результаты научного исследования отражены в трех статьях из рецензируемых научных изданий, в 6 статьях их научных журналов и сборников научных трудов. Автором получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также опубликованы три тезиса докладов.

На основании изложенного считаю, что по критериям научной новизны и достоверности, а также теоретической и практической значимости полученных результатов, диссертацию Буланова Д.А. следует квалифицировать как соответствующую требованиям ВАК РФ.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертационная работа Буланов Д.А. имеет традиционную структуру и содержит: введение, четыре основные главы с выводами, список литературы и три

приложения. Структура и объем диссертации соответствуют нормативным требованиям.

Во введении обоснована актуальность темы проводимого диссертационного исследования, определены цель и задачи диссертационной работы.

В первой главе диссертационной работы, в соответствии с поставленными целью и задачами, проведён анализ литературных источников в области механики нити, теории строения ткани, а также методов прочностного расчёта рукавов при действии внутреннего гидростатического давления. Выполненный комплексный, в том числе критический, анализ существующих работ помог выделить ключевые векторы развития методики расчёта и проектирования структур плосковорачиваемых гибких рукавов.

Во второй главе диссертационной работы на основе принятых допущений по отношению к нитям и материалам и которых они состоят, получены расчётная и математическая модели, позволяющие описать состояние равновесия фрагментов нитей тканой армирующей оболочки рукава под совокупным влиянием внешних и внутренних силовых факторов. Указанные фрагменты нитей, объединённые за счёт переплетения и характеризующиеся взаимным силовым влиянием, образуют типовой структурный элемент, циклически повторяющийся в структуре армирующей оболочки.

На основе полученных расчётных зависимостей, позволяющих определять значения двух типов разрывных давлений, автором разработаны методические положения для проектирования рациональных структур плосковорачиваемых гибких рукавов с целью снижения материалоемкости и себестоимости их производства.

В третьей главе описано проведение эксперимента по исследованию модуля упругости полиуретана, который является важным параметром при проектировании структуры плосковорачиваемого рукава. Также был проведен опыт по подтверждению усилия разрыва нитей основы и утка из армирующих тканых оболочек представленных образцов. Путем сравнения экспериментальных данных по разрывным усилиям нитей, полученным на разрывной машине РМИ-250, с разрывными усилиями нитей, предоставленными производителями, было выявлено полное их соответствие.

Автором также было исследовано влияние модуля упругости полиуретана на разрывное давление в рукавах, так как при проектировании могут быть использованы полиуретаны с существенно отличающимися физико-механическими свойствами. Соискателем было выявлено, что чем ниже прочность уточных нитей в ткани армирующей оболочки, тем существеннее полиуретан оказывает влияние на величину разрывного давления, так как в этом случае связующее воспримет большую нагрузку. Тем самым доказана необходимость учета влияния связующего при проектировании плоскостворачиваемых гибких рукавов.

В следствии того, что рукава могут эксплуатироваться, как в жарком климате, так и в районах крайнего севера при низких температурах, автором было исследовано влияние модуля упругости полиуретана на разрывные давления в рукаве от температуры, как окружающей среды, так и перекачиваемого продукта. В ходе исследования данной зависимости автором показано, что необходимо учитывать при расчете и проектировании плоскостворачиваемых гибких рукавов наименьший модуль упругости, соответствующий предельно максимальной температуре их эксплуатации.

По полученным расчетным данным было проведено сравнение их с данными экспериментов по разрыву опытных образцов. По ним были рассчитаны автором коэффициенты Тэйла, равные 0,04 для плоскостворачиваемых гибких рукавов и 0,07 для пожарных напорных рукавов, которые позволили подтвердить высокий уровень соответствия расчетных и экспериментальных данных по разрывным давлениям.

В четвертой главе разработана методика прочностного расчета и проектирования рациональных структур плоскостворачиваемых гибких рукавов, соответствующая стандарту ГОСТ Р 58714-2019. Предложены эффективные варианты снижения материалоемкости и себестоимости производства данных изделий.

В заключении приведены итоги проделанной работы, сформулированы основные выводы, практические рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы исследований.

В приложениях приведены исходные структурные параметры для расчета и проектирования плоскостворачиваемых гибких рукавов, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и акт об апробации

результатов диссертационной работы на АО «ИВХИМПРОМ», подтверждающий практическую значимость исследования.

Диссертационная работа Буланова Д.А. оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.11-2011.

Материал диссертационного исследования изложен ясным научным языком, текст логичен, полностью отражает результаты проведенных автором исследований, сформированные на их основе теоретические и методические рекомендации.

Диссертационная работа Буланова Д.А. соответствует паспорту научной специальности 2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности, а именно пункту 2 «Проектирование структуры и прогнозирование показателей свойств и качества волокон, нитей, материалов и изделий текстильной и легкой промышленности» и пункту 10 «Развитие теоретических основ проектирования и технологий переработки волокон, производства нитей, материалов и изделий текстильной и легкой промышленности».

Завершая анализ оппонируемой диссертационной работы в целом, считаю необходимым отметить общую положительную оценку представленной работы.

Вопросы и замечания по диссертационному исследованию

1. Соискателем недостаточно обоснована необходимость использования положений нелинейной теории изгиба нитей при выводе основных теоретических положений работы. Такое обоснование целесообразно было выполнить через сопоставление результатов расчета разрывных давлений в рукавах при использовании нелинейной и линейной теории изгиба с экспериментальными данными.

2. При расчете пожарного напорного рукава по схеме для полотняного переплетения возможно ли учесть влияние резинового или латексного внутреннего слоя на разрывное давление рукава в целом?

3. Могут ли быть применены другие связующие при производстве плоскостворачиваемых гибких рукавов, и как это скажется на прочности рукавов?

4. Соискателю следовало бы выполнить расчет нового рукава и провести комплекс испытаний по его разрыву для дополнительной верификации положений методики.

5. В автореферате отмечается, что «перспективным направлением дальнейших исследований является разработка теоретических основ, методик расчёта и создание технологий производства многослойных плоскосворачиваемых гибких рукавов». В связи с этим автору следовало бы ответить на вопрос: при каком количестве слоев тканых армирующих каркасов будет утрачена плоскосворачиваемость гибких рукавов из-за увеличения жесткости их стенок.

Наличие замечаний и вопросов не изменяют общего положительного мнения о диссертационной работе Буланов Д.А., не снижают научной новизны и теоретической и практической значимости.

Автореферат и публикации с достаточной полнотой отражают содержание диссертационной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О РАБОТЕ

Диссертация Буланова Д.А. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой создана научно обоснованная методика расчета и проектирования рациональной структуры плоскосворачиваемых гибких рукавов, содержатся теоретические обоснования, экспериментальные данные и практические рекомендации, касающиеся рационального подбора структур плоскосворачиваемых гибких рукавов и технологических параметров круглоткацкого станка, что позволяет реализовывать технологическое и экономическое решения по снижению материалоемкости и себестоимости рукавов без ухудшения их эксплуатационных характеристик и является вкладом в развитие отечественного производства плоскосворачиваемых гибких рукавов.

Диссертационная работа Буланова Д.А. на тему «Проектирование рациональных структур плоскосворачиваемых гибких рукавов в зависимости от величины внутреннего гидростатического давления», по своему уровню, актуальности, научной новизне и теоретической и практической значимости полностью отвечает п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности.

Профессор кафедры пожарной безопасности
объектов защиты (в составе учебно-научного
комплекса «Государственный надзор»)

ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России», доктор технических
наук по специальности 05.19.02 – Технология и
первичная обработка текстильных материалов и
сырья, старший научный сотрудник,

Никифоров Александр
Леонидович

31.08.2026 г.

Подпись Никифорова Александра Леонидовича
заверяю.

Ученый секретарь ученого совета
ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России» кандидат
биологических наук, доцент

31.08.2026

Мочалова Татьяна
Александровна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной
противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам
гражданской обороны, чрезвычайных ситуациям и ликвидации последствий
стихийных бедствий»

Почтовый адрес: 153040, Российская Федерация, г. Иваново, пр-т Строителей,
д. 33

Телефон: 8 (4932) 26-37-09

e-mail: anikiforoff@list.ru

Сайт: <http://edufire37.ru>