

В диссертационный совет Д 24.2.317.01 при
ФГБОУ ВО "Костромской государственный
университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский
государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
д.т.н., профессор



Макаров А.Г.

21.04.2025

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Панина Михаила Ивановича «Разработка технологических процессов создания армирующих структур полимерных и углерод-углеродных композиционных материалов на базе мотальных паковок», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.16 - Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности.

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность темы диссертационной работы заключается в разработке научных основ проектирования наполнителей композиционных материалов, получаемых на базе мотальных паковок. Последние десятилетия существенно расширили сферу применения мотального оборудования, которое не ограничивается подготовкой паковок пряжи и нитей для ткацкого и трикотажного производства. Намотка всё чаще применяется для получения объектов технического назначения, в частности, армирующих наполнителей для композиционных изделий, имеющих форму тел вращения. Очевидно,

что данное направление требует теоретического обобщения и осмысления, и это открывает новые возможности для совершенствования технологии и оборудования текстильной промышленности.

Композиционные материалы специального назначения, формируемые на базе различных текстильных технологий, позволяют создавать не только отдельные элементы конструкций с максимальным заполнением объёмов наполнителем, но и целые изделия с заданными свойствами требуемой формы и размеров. Особенно актуально использование композиционных материалов в автомобильной, военно-технической, космической, авиационной, судостроительной отраслях. Весьма перспективной представляется разработка отдельных узлов и элементов машин с использованием полимерных и углерод-углеродных композиционных материалов. В данных композитах, вне зависимости от вида связующего и способа формования, решающую роль играют армирующие структуры текстильных материалов и используемые технологии, которые позволяют придать конечному выходному продукту необходимые свойства.

Необходимо добавить, что разработка материалов с заданными свойствами входит в «Перечень сквозных технологий» Национальной технологической инициативы 2022 г., а тема исследования согласуется с комплексной научно-технической программой полного инновационного цикла «Новые композиционные материалы: технологии конструирования и производства», утвержденной Правительством Российской Федерации 18 июля 2023 года.

Соответствие поставленных целей и полученных результатов

Целью диссертационной работы является развитие теории формирования мотальных паковок и создание на её основе технологии получения армирующих структур для композиционных материалов на базе намоток, устойчивых к сдвигу и расслоению в условиях эксплуатации.

В соответствии с поставленной целью в работе были сформулированы следующие задачи:

- провести анализ структур армирующих намоток и факторов, оказывающих влияние на их качественные показатели, а также возможность использования их в качестве наполнителей композиционных материалов различного назначения;
- установить параметры формирования специальных структур намоток, таких как сомкнутые, замкнутые, спиралевидные, и на их основе предложить новые структуры 3D намоток и параметры их формирования;

- теоретически обосновать условия формирования прецизионных структур 3D намоток из двух и более систем нитей различной линейной плотности;
- разработать дополнительные показатели, полно характеризующие структуру и свойства 3D намоток;
- провести экспериментальные исследования влияния основных факторов - угла скрещивания витков, натяжения нити и степени прессования намотки - на структуру армирующих оболочек, формируемых намоткой;
- установить закономерности движения нитераскладчика вдоль образующей паковки в течение всего процесса формирования заготовки, исключая искажения формы намотки за счет изменения величины «свободного отрезка нити» между нитераскладчиком и точкой входа нити на паковку;
- разработать и запатентовать конструкцию механизма раскладки нити для формирования мотальных паковок с заданной кривизной поверхности;
- обосновать возможность армирования композиционных материалов плоской формы с помощью разверток намоток;
- разработать технология получения разверток углерод-углеродных композиционных материалов, используемых в качестве конструктивных элементов и нагревателей высокотемпературного оборудования;
- разработать технологию производства заготовок углерод-углеродных трфрикционных материалов на модернизированных прецизионных мотальных машинах.

Полученные М. И. Паниным в диссертации научные результаты соответствуют поставленной в работе цели и задачам.

Анализ степени обоснованности и достоверности полученных научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации

В диссертационной работе М. И. Панина использован комплекс современных экспериментально-теоретических подходов. Теоретической базой проведённых исследований послужили основные положения теории технологических процессов текстильного производства и текстильного материаловедения. При решении поставленных автором задач применялись методы высшей математики, начертательной геометрии, механики нити, теории механизмов и машин.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформированных в диссертации, подтверждается согласованием результатов теоретических и экспериментальных исследований, современными методами

их решения, применением известных положений фундаментальных наук в области создания композиционных материалов с использованием текстильных технологий и практическими испытаниями разработанных методик и конструкций.

Апробация результатов и основных положений исследования проводилась в докладах на научных конференциях и в научных периодических изданиях.

Значимость для науки и производства результатов, полученных диссертантом

Научную новизну исследования составляет существенное развитие теории процессов формирования различных структур 3D намоток, применяемых при армировании полимерных и углерод-углеродных композиционных материалов. В частности, в диссертации:

- разработаны способы армирования полимерных композиционных материалов, формируемых на базе мотальных паковок различных структур и их разверток на плоскость;
- разработаны новые 3D намотки нитей в мотальные паковки, структура которых устойчива к сдвигу и расслоению нитей, при работе конечных изделий в экстремальных условиях;
- разработаны теоретические основы расчетов прочностных характеристик армирующих заготовок, формируемых на базе 3D намоток, а именно коэффициентов объёмного заполнения, жесткости и связности структур;
- проведены теоретические исследования влияния натяжения нитей на структуру намотки, при армировании композиционных материалов;
- разработан способ создания намоткой толстостенных плоских текстильных полотен заданной 3D структуры, используемых в качестве армирующих наполнителей композитов, формируемых на базе разверток намотки на плоскость;
- проведен теоретический расчет прочностных характеристик полимерных композитов в виде цилиндрических оболочек, армированных намоточными структурами;
- разработана теория формирования мотальных паковок слоисто-каркасной структуры и заданной формы намотки;
- разработаны конструкции мотального оборудования для формирования паковок различного назначения;

- разработана технология производства композиционных текстильных фильтров, на базе различных структур намотки паковок специального назначения.

***Рекомендации по использованию результатов и выводов,
полученных автором диссертации***

Результаты диссертационной работы Панина М.И. целесообразно использовать:

- методы проектирования намоточных паковок различных структур – в прикладных расчетах при конструировании мотальных машин и при создании армирующих компонентов композитов;
- математическое описание структуры намоток – в дисциплинах основной образовательной программы направления подготовки бакалавров 290302 «Технологии и проектирование текстильных изделий»;
- технология производства композиционных фильтров для очистки и обеззараживания воздуха, формируемых на базе различных структур 3D намотки мотальных паковок – в системах вентиляции и кондиционирования воздуха в общественных помещениях и специальных производствах;
- крестовые сомкнутые 3D намотки – в качестве наполнителя заготовок фрикционных материалов с целью обеспечения направленного отвода тепла из зоны трения и высоких прочностных свойств фрикционного материала;
- развертки намоток паковок (тел вращения), полученных секущими плоскостями различного направления – в производстве профильных изделий (армирующих заготовок для выкладки в прессформы), с высоким коэффициентом заполнения, заданной толщины и требуемой ориентации волокон в структуре композита;
- способ формирования плоских протяженных полотен с использованием «фальш-намоток» – в производстве легких армирующих компонентов композитов, на предприятиях, выпускающих композиционные материалы.

Общие замечания по содержанию и оформлению диссертации

Основной текст диссертационной работы Панина Михаила Ивановича на тему «Разработка технологических процессов создания армирующих структур полимерных и углерод-углеродных композиционных материалов на базе мотальных паковок» оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011. По диссертации имеются замечания:

1. Ряд позиций в списке использованной литературы оформлен не в полном соответствии с действующими нормами, либо допущены опечатки (в частности, пп. 6, 7, 8, 13, 14, 15, 17, 18, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 36, 38, 45, 47, 48, 49, 51, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 61, 64, 66, 67, 69, 70, 72, 73, 76, 77, 78, 80, 83, 86, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 98, 99, 100).
2. На с. 192 отмечено, что «чем выше жесткость нити, тем сложнее получить равномерную по структуре развертку намотки на плоскость», однако, в диссертации жесткость нити не исследуется.
3. На с. 193 (рис. 5.1) и на с. 196 (рис. 5.3) почему-то фрагмент а) расположен справа, а фрагмент б) – слева.
4. На с. 200 тангенциальная нагрузка на паковку измеряется в кгс/см², хотя, наверное, правильнее было бы этот параметр назвать «давление» и измерять в единицах СИ, т. е. Н/м².
5. Рисунки 5.7 и 5.8 (с. 202-203) дублируют друг друга, причем рис. 5.7 не содержит некоторых важных обозначений.
6. При перечислении проблем производства изделий из углерод-углеродных композитов вместо номеров 2 и 3 нужно поставить знак •, употребленный при перечислении прочих проблем.
7. В формуле (6.1) вместо $\text{tg } \beta/2$ следует читать $\beta/2$.
8. Ссылка на рис. 6.9 а) на самом деле является ссылкой на рис. 6.4 а); ссылка на рис. 6.9 б) – ссылкой на рис. 6.5 б). При этом рис. 6.4 имеет только фрагмент а), а рис. 6.5 – только фрагмент б). Иными словами, первая из упоминаемых ссылок должна быть на рис. 6.4, а вторая – на рис. 6.5 (без «а» и «б»).

Оценка стиля диссертационной работы и автореферата

Автореферат и диссертационная работа М. И. Панина написана, несмотря на сделанные замечания, профессионально, с использованием действующей научно-технической терминологии. Построение текста логично и последовательно, все выдвинутые положения и сделанные выводы строго аргументированы, а предложенные решения подкреплены производственной проверкой. Увлеченность автора невольно передается читателю. Диссертант убедительно демонстрирует преимущества в исследуемой области избранной технологии намотки по сравнению с другими текстильными технологиями, так как именно она обеспечивает минимальный изгиб углеродных нитей в структуре наполнителя композита (эти нити при высокой продольной прочности весьма хрупки и чувствительны к изгибающим воздействиям, впрочем, указанный недостаток присущ многим высокопрочным нитям и, следовательно, выводы по диссертации могут быть экстраполированы и на

другое сырье). В работе сделан глубокий анализ процесса намотки и механизмов мотальных машин, доказывающий, что не может быть одной универсальной конструкции, обеспечивающей получение нужной паковки, и продемонстрирован теоретический подход к выбору требуемого оборудования, например, обосновано, в каких случаях нужен конический вариатор, а в каких – редуктор с комплектом сменных шестерен.

Соответствие содержания диссертации и содержания опубликованных работ

Содержание опубликованных М. И. Паниным научных работ соответствует содержанию диссертации. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 32 печатных работах, 12 из которых – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, и в 8 патентах РФ. Результаты работы докладывались на различных международных и республиканских научных конференциях.

Соответствие темы работы и научной специальности

Диссертационная работа Панина Михаила Ивановича на тему «Разработка технологических процессов создания армирующих структур полимерных и углерод-углеродных композиционных материалов на базе мотальных паковок», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, соответствует научной специальности 2.6.16 - Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Панина Михаила Ивановича на тему «Разработка технологических процессов создания армирующих структур полимерных и углерод-углеродных композиционных материалов на базе мотальных паковок», является научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по технологии производства новых композиционных материалов, армированных мотальными паковками различной структуры, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Указанные выше замечания не снижают общей ценности представленной научной работы.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (пункты 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор, Панин Михаил Иванович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.16 - Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности.

Диссертация, автореферат и отзыв обсуждены и одобрены на расширенном заседании кафедры технологии и художественного проектирования трикотажа (ТХПТ) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» (СПбГУПТД) 17 апреля 2025 года (протокол № 8).

Отзыв на диссертацию подготовлен заведующим кафедрой технологии и художественного проектирования трикотажа ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», доктором технических наук по специальности 05.19.02 - «Технология и первичная обработка текстильных материалов и сырья» профессором Труевцевым Алексеем Викторовичем и заведующей кафедрой инженерного материаловедения и метрологии (ИММ) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», доктором технических наук по специальности 05.19.01 – Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности, профессором Цобкалло Екатериной Сергеевной.

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой

технологии и художественного
проектирования трикотажа
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
Государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

Доктор технических наук, профессор,
заведующая кафедрой инженерного
материаловедения и метрологии
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
Государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

А.В. Труевцев

Труевцева А.В.
Смирнова А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий и дизайна»

Е. С. Цобкалло

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий и дизайна»