

Заключение диссертационного совета 24.2.312.12,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»,
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30.06.2025 г. № 3

О присуждении Амерхановой Гульнаре Ильхамовне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Композиционные материалы на основе полиуретана, наполненные базальтовым волокном» по специальности 2.6.17 принята к защите от «23» апреля 2025 г. (протокол заседания №2) диссертационным советом 24.2.312.12, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 68; совет утвержден приказом Минобрнауки от 22.06.2023 г. № 1311/нк.

Соискатель, Амерханова Гульнара Ильхамовна, 13.01.1982 года рождения, в 2005 году окончила Казанский государственный технологический университет и получила квалификацию инженера по специальности «Химическая технология неорганических веществ». В период с 2013 по 2017 год обучалась в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «КНИТУ». В настоящий момент работает в должности ассистента кафедры «Технологии неорганических веществ и материалов».

Диссертация выполнена на кафедре «Технологии синтетического каучука», с использованием методик и аналитического оборудования кафедры «Технологии синтетического каучука» и «Плазмохимические технологии наноматериалов и покрытий» и центра коллективного пользования «Наноматериалы и нанотехнологии» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Зенитова Любовь Андреевна, профессор кафедры «Технологии синтетического каучука» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Официальные оппоненты:

Корнеева Наталья Витальевна – доктор технических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова РАН»;

Гайсин Азат Фивзатович - доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», профессор кафедры «Физика»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ», г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанном: доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Материаловедение, сварка и производственная безопасность», Галимовым Энгелем Рафиковичем и утвержден первым проректором - проректором по научной и инновационной деятельности Бабушкиным Виталием Михайловичем, указала, что научная новизна диссертационной работы заключается в том, что выявлены закономерности влияния количества армирующего наполнителя, в виде измельченного базальтового волокна, на комплекс основных физико-механических показателей композиционных материалов на основе литьевых полиуретанов. Результаты показали, что композиционные материалы, содержащие 1,0 % мас. измельченного базальтового волокна, демонстрируют повышение прочностных характеристик.

Установлено, что модификация базальтового волокна 15%-ым водным раствором полиуретановой дисперсии значительно повышает механические характеристики композита. Высокая адгезионная прочность соединения базальтового волокна с полимерной матрицей обусловлена бифильностью адгезива, характеризующегося сродством как к волокнам, так и к полимеру.

Выявлено, что обработка базальтового волокна плазмой высокочастотного емкостного разряда пониженного давления в среде аргон-воздух приводит к увеличению капиллярности и гидрофильности материала, не снижая его прочности. Модификация плазмой базальтового волокна создает благоприятные условия для адгезии между волокном и полимерной матрицей, что в итоге существенно улучшает механические свойства композитов.

Предложен новый способ модификации состава пенополиуретана, при котором армирование 10 % мас. базальтового волокна длиной 6 ± 1 мм не только улучшает прочность образцов, но и в четыре раза увеличивает их стойкость к горению.

Диссертация Амерхановой Г.И. соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи по разработке и исследованию новых полимерных материалов на основе полиуретанов, наполненных измельченным базальтовым волокном, а соискатель Амерханова Г.И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, все по теме диссертации общим объемом 96 страниц, из них 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК для размещения материалов диссертаций, 1 статья в журнале, входящем в реферативную базу Scopus, 5 статей в других журналах, 7 тезисов докладов в сборниках научных трудов Российских и международных конференций В

диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени, заимствованный материал без ссылки на автора и (или) источник заимствования, а также результаты научных работ, выполненных Амерхановой Г.И. в соавторстве, без ссылок на соавторов. Авторский вклад соискателя составляет 80,35%.

Наиболее значимые работы соискателя по теме диссертации:

1. **Амерханова, Г.И.** Композит на основе пенополиуретана и базальтового волокна для изготовления съемных чехлов с целью теплоизоляции оборудования/ **Г.И. Амерханова**, Е.А. Кияненко, Л.А. Зенитова// Ползуновский вестник. -2024. -№ 3. - С. 200-205.

2. **Амерханова, Г.И.** Исследование физико-химических зависимостей в системе композита на основе полиуретана, армированного плазмобработанным базальтовым волокном/ **Г.И. Амерханова**, Е.А. Кияненко, Л.А. Зенитова// Известия ВолгГТУ. -2024. -№ 12 (295). - С. 81-91.

3. **Amerkhanova, G.I.** Composite materials based on plasma treated basalt fibers for heavyduty concrete products / **G.I. Amerkhanova**, A. I.Khatsrinov, L. A. Zenitova// Trans Tech Publications LtdТом 299 SSP, 5th International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2019, Sochi. - 2019.- С. 175 – 180.

На автореферат диссертации поступило 5 отзывов: 1. От кандидата технических наук, заместителя генерального директора по научно-техническому развитию ООО «ПТО Медтехника» **Ершова И.П.**; от исполнительного директора ОАО «Казанский завод синтетического каучука» **Контурова А. В.**; от кандидата химических наук, советника директора по производству изопрена и синтетических каучуков АО «Стерлитамакский нефтехимический завод» **Насырова И.Ш.**; от доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой «Физической химии и высокомолекулярных соединений химико-фармацевтического факультета» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова» **Кольцова Н.И.**; от доктора технических наук, профессора высшей школы гидротехнического и энергетического строительства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» **Политаевой Н.А.**

Все отзывы положительные. В качестве пожеланий и замечаний отмечено следующее: 1. Можно ли полученные соискателем результаты для полиуретановых материалов на основе толуилендиизоцианата, применить для полиуретанов на основе дифенилметандиизоцианата? (**Кольцов Н.И.**) 2. В результате работы получены образцы композитов с высокой прочностью, получено положительное заключение по результатам испытаний в реальных промышленных условиях. Планируется ли патентование? (**Ершов И.П.**)

Выбор официальных оппонентов обосновывается их достижениями и компетенцией в области исследования процессов формирования композиционных материалов с полимерной матрицей, наполненных наполнителями различной природы, наличием публикаций в соответствующей области исследований и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Ведущая организация известна исследованиями в области материаловедения и разработок технологий получения композиционных материалов различной структуры в том числе полимерных, армированных наполнителями неорганической и органической природы. Исследования ведущих ученых (Валеевой А.Р., Амировой Л.М., Галимова Э.Р., Абдуллиной В.Н., Галимовой Н.Я.) отражены: в публикациях и журналах реферативной базы Scopus, в российских и международных изданиях.

Диссертационный совет 24.2.312.12 отмечает, что наиболее существенные результаты, полученные соискателем исследований, и их научная новизна заключаются в следующем:

- *Выявлены* закономерности влияния количества армирующего наполнителя, в виде измельченного базальтового волокна, на комплекс основных физико-механических показателей композиционных материалов на основе литевых полиуретанов. Композиционные материалы, содержащие 1,0 % мас. измельченного базальтового волокна, имеют повышенные прочностные характеристики.

- *Установлено*, что модификация базальтового волокна 15%-ым водным раствором полиуретановой дисперсии значительно повышает механические характеристики композита. Высокая адгезионная прочность соединения базальтового волокна с полимерной матрицей обусловлена бифильностью адгезива, характеризующегося высоким сродством как к волокнам, так и к полимеру.

- *Выявлено*, что обработка базальтового волокна плазмой высокочастотного емкостного разряда пониженного давления в среде аргон-воздух приводит к увеличению капиллярности и гидрофильности материала, не снижая его прочности. Модификация плазмой базальтового волокна создает благоприятные условия для адгезии между волокном и полимерной матрицей, что в итоге существенно улучшает механические свойства композитов.

- *Предложен* новый метод модификации состава пенополиуретана, при котором армирование 10 % мас. базальтового волокна длиной 6 ± 1 мм не только улучшает прочность образцов, но и в четыре раза увеличивает их стойкость к горению.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

- *Выявлены* закономерности процесса взаимодействия гидроксильных групп на поверхности БВ с NCO-группами изоцианатного компонента, что приводит к дисбалансу соотношения NCO/OH-групп и, соответственно, влияет на прочность материала.

- *Разработаны* технологические схемы изготовления высокопрочного композиционного материала на базе литевого полиуретана, армированного измельченным, плазмомодифицированным базальтовым волокном, рекомендованного для изделий работающих в широком диапазоне температур, и композитов на основе пенополиуретана и измельченного базальтового волокна, применяемых в виде быстроразъемных теплоизоляционных кожухов для труб и химического оборудования.

- *Разработан* полужесткий пенополиуретановый композит, армированный термостойким базальтовым волокном, который обладает

теплоизоляционной способностью, сравнимой с показателями классических жестких пенополиуретанов, что расширяет область его применения и повышает эффективность использования подобных конструкций.

- *Осуществлено* технико-экономическое обоснование производства композиционного материала из литьевого полиуретана, наполненного модифицированным измельченным базальтовым волокном, которое подтвердило прибыльность проекта для акционеров (FCFE) при окупаемости в течение 2 лет и чистом приведенном доходе в размере 24 908 543,61 рубля.

Технико-экономическое обоснование производства материала из пенополиуретана с добавлением фибры базальтового волокна, также продемонстрировало экономическую выгоду, при этом период окупаемости составил 2 года 2 месяца, а чистый приведенный доход 46 984 779,51 руб

Значимость полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- *Разработан* метод получения композиционного материала на основе монолитного литьевого полиуретана, наполненного измельченным базальтовым волокном в количестве 1,0% мас., заключающийся в порционном введении базальтового волокна в форполимер на основе полиокситетраметилэтиленгликоля и 2,4 толуилендиизоцианата (СКУ-ПФЛ-100) с последующим отверждением 4,4'-метилена-бис-(о-хлоранилином) (МОКА).

Выявлено, что наиболее высоким уровнем физико-механических показателей обладают материалы, наполненные базальтовым волокном в количестве 1,0 % мас., прочность при растяжении которых увеличилась на 32 % по сравнению с ненаполненным образцом и достигла 30,9 МПа, что объясняется образованием дополнительной пространственной сетки в композите за счет взаимодействия гидроксильных групп, присутствующих на поверхности базальтового волокна с изоцианатными группами форполимера СКУ-ПФЛ-100.

- *Проведена* обработка измельченного базальтового волокна раствором водно-полиуретановой дисперсии с концентрацией от 10 до 20 % мас. Выявлено, что лучшим комплексом прочностных показателей обладают композиционные материалы, наполненные базальтовым волокном, обработанным 15%-ным раствором водно-полиуретановой дисперсии за счет более равномерного распределения наполнителя в полимерной матрице и бифильности полиуретановой дисперсии, что приводит к увеличению адгезионного взаимодействия системы «волокно-полимерная матрица».

Проведена модификация базальтового волокна с помощью плазмы высокочастотного емкостного разряда (напряжение на аноде $3,0 \pm 0,1$ кВ; сила тока – $0,5 \pm 0,02$ А; скорость подачи плазмообразующего газа – $0,04$ г/с; давление в вакуумной камере – $20,0 \pm 0,1$ Па; мощность разряда – $1,5 \pm 0,1$ кВт; время обработки – $10 \pm 0,2$ мин, плазмообразующий газ – воздух-аргон 1:1). При этом выявлено, что лучшим комплексом прочностных показателей обладают композиционные материалы, армированные базальтовым волокном измельченное до модификации плазмой, в количестве 1,0 % мас. При этом прочность при растяжении материала на его основе увеличилась на 22,3% по сравнению с аналогичным наполнением без обработки и на 61% по сравнению

с ненаполненным аналогом и составила 37,8 МПа, что объясняется более равномерным распределением наполнителя в полимерной матрице и очистки волокна от загрязнений, приводящее к увеличению адгезионного взаимодействия волокно - полимерная матрица.

- *Разработан* метод изготовления материала быстросъемных теплоизоляционных чехлов химического оборудования на основе полужесткого пенополиуретана, наполненного измельченным базальтовым волокном в количестве 10,0% мас. Наличие в составе пенополиуретана негорючего базальтового волокна увеличивает его стойкость к горению в четыре раза, приближаясь к скорости горения огнезащищенного материала, позволяя отказаться от использования антипирена.

- *Разработаны* технологические регламенты получения композиционных материалов на основе литьевого полиуретана и полужесткого пенополиуретана, упрочненных базальтовым волокном. Новые материалы прошли успешную апробацию на ООО «Доркомтехника», г. Москва и ООО «Пенополиуретан», г. Казань.

Оценка эффективности проектов показала их экономическую целесообразность:

- чистый дисконтированный доход (ЧДД) проекта производства КМ-БВ составил 24 908 543,61 руб.; дисконтированный срок окупаемости – 2 года;

- ЧДД проекта производства ППУ-БВ составил 46 984 779,51 руб.; дисконтированный срок окупаемости – 2 года 2 месяца.

Оценка достоверности научных положений, выводов и результатов, обеспечена применением современных аналитических методов, стандартных и специальных методик испытаний, согласованностью данных, полученных при использовании комплекса методов исследования и в сопоставлении полученных результатов с известными теоретическими и экспериментальными данными других авторов.

Личный вклад соискателя состоит в опубликованных в соавторстве работах, в выборе и обосновании объектов и методов исследований; в проведении экспериментов; анализе, обработке и обобщении полученных экспериментальных данных; в разработке рекомендаций по производству композиционных материалов на основе полиуретана, наполненных базальтовым волокном.

По своему содержанию диссертация Амерхановой Г.И. соответствует паспорту научной специальности ВАК 2.6.17-Материаловедение: по п.1 – Разработка новых металлических, неметаллических и композиционных материалов, в том числе капиллярно-пористых, с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния дисперсности, состава, структуры, технологии, а также эксплуатационных и иных факторов на функциональные свойства материалов. Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры металлических, неметаллических материалов и композитов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности

деталей, изделий, машин и конструкций (химической, нефтехимической, энергетической, машиностроительной, легкой, текстильной, строительной); п.4 – Разработка физико-химических и физико-механических процессов формирования новых металлических, неметаллических и композиционных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, биомедицинскими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний; соискатель исчерпывающе ответила на вопросы, задаваемые ей в ходе заседания, привела собственную аргументацию. С рядом высказанных замечаний соискатель согласилась.

Диссертационным советом сделан вывод, что диссертация Амерхановой Гульнары Ильхамовны на тему: «Композиционные материалы на основе полиуретана, наполненные базальтовым волокном», является научно-квалификационной работой и соответствует п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» Минобрнауки России (в действующей редакции).

На заседании 30 июня 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Амерхановой Гульнаре Ильхамовне ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за решение актуальной задачи, заключающейся в разработке композиционных материалов на основе полиуретана и базальтового волокна, отличающихся комплексом улучшенных физико-механических свойств, термической стабильностью и стойкостью к горению с сохранением эластичности и высокими теплоизоляционными свойствами.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовал: «за» - 15, «против» - нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета
доктор технических наук, профессор

Л.Н. Абуталипова

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор технических наук, доцент

И.В. Тихонова

30.06.2025 г.

