УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор
учреждения образования
«Гомельский государственный
технический университет
имени П.О. Сухого»

_____Д.Г. Кроль

«21» сентября 2026 г.

ОТЗЫВ

оппонирующей организации на диссертационную работу
Башлаковой Анны Леонидовны
«Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена для изделий машиностроительного назначения с оптимальным содержанием модифицированных в плазме углеродных волокон»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение)

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки.

Диссертация А. Л. Башлаковой «Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена для изделий машиностроительного назначения с оптимальным содержанием модифицированных в плазме углеродных волокон» по решаемым в ней задачам и объекту исследований, полученным результатам, основным выводам и положениям соответствует паспорту специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение), утвержденного Приказом ВАК Республики Беларусь от 29 ноября 2023 г. № 293 в следующих пунктах областей исследований:

– закономерности формирования структуры материалов с заданным комплексом эксплуатационных характеристик в зависимости от их состава, а также при различных взаимодействиях (механическом, термическом, термомеханическом, радиационном и других) (п. III, 1);

–закономерности изменения механических, физических, физико-химических и других эксплуатационных свойств материалов в условиях их практического использования в определенных областях и взаимосвязи этих изменений с изменением их фазового и химического состава (п. III, 2);

– разработка физико-химических и физико-механических основ процессов формирования новых материалов с уникальным комплексом свойств (п. III, 4).

2. Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости.

Соискателем получены экспериментальные результаты, которые вносят вклад в создание новых перспективных композиционных материалов, предназначенных для использования в уплотнениях, работающих в высокоподвижных узлах трения.

Установлено влияние наполнения ПТФЭ, модифицированными в плазме тлеющего разряда в среде фторорганических соединений УВ, приводящее к структурированию матрицы при содержании наполнителя до 5%, а при дальнейшем повышении концентрации УВ к появлению паракристаллической фазы. Показано, что при концентрации 5 мас.% происходит резкое снижение интенсивности изнашивания композиционного материала по сравнению с ненаполненным, а значения *PV*-фактора растут линейно с ростом концентрации модифицированных УВ. Наполнение полимера приводит к изменению скорости релаксации напряжений композиционного материала. При достижении концентрации 7 мас. % УВ она возрастает на 46%, а при 10 УВ мас.% на 65% за счет уменьшения кристаллической фазы.

Установлен диапазон концентраций УВ, при которых пропадает анизотропия модуля упругости, что сохраняет постоянство свойств в изделии независимо от направления прессования композитной заготовки.

Научно обоснован выбор УВ наполнителя на основе гидратцеллюлозы по критерию лучших триботехнических характеристик.

На основании результатов, полученных соискателем при выполнении диссертационной работы, показано, что в композиционных материалах на основе ПТФЭ, содержащих модифицированные в низкотемпературной плазме УВ (5-7 мас. %), достигнуто сочетание упруго-прочностных, вязко-эластических, триботехнических, термодинамических характеристик, оптимальное для уплотнительных элементов машин, работающих в условиях высокой подвижности.

Значимость полученных результатов определяется использованием отечественных компонентов для получения композиционных материалов в машиностроительной отрасли, что решает задачу импортозамещения.

3. Конкретные научные результаты с указанием их новизны и практической значимости, за которые соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук.

Научную значимость имеют следующие результаты:

- научно обоснован выбор основы УВ в качестве наполнителя ПТФЭ;

-установлены закономерности влияния наполнителя - модифицированных в плазме тлеющего разряда в среде фторорганических соединений УВ на структуру и свойства композитов на основе ПТФЭ;

- экспериментально установлено изменение показателей теплопроводности, диэлектрической проницаемости и интенсивности изнашивания при концентрации УВ 5 мас.%., что позволило обосновать минимальное значение концентрации наполнителя в композиционном материале;

- разработан способ анализа состава и содержания компонентов композитов на основе ПТФЭ с целью контроля и обеспечения качества изготавливаемых материалов и идентификации импортных аналогов;

- исследована и показана возможность использования композитов по комплексу механических, триботехнических и термодинамических свойств в качестве материалов уплотнений;

- разработана и оптимизирована рецептура композиционных материалов на основе ПЭТФ с оптимальным содержанием УВ, предназначенных для изготовления уплотнительных изделий.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке композиционного материала на основе ПТФЭ, содержащего модифицированные в низкотемпературной плазме УВ (5–7 мас.%), обладающего оптимальным для уплотнительных элементов комплексом свойств. Детали уплотнений для шаровых кранов из разработанного материала прошли промышленные испытания на предприятии БГПЗ РУП ПО «Белоруснефть». Кроме того, характеристики материала позволяют использовать его в качестве импортозамещающего с преимуществами по сроку службы и эксплуатационным свойствам. На материал антифрикционный «Эластофлувис» соискателем разработаны технические условия. Практическая значимость работы подтверждена актами испытаний на предприятиях БГПЗ РУП ПО «Белоруснефть», ООО «Белань Плюс».

4. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.

Основные результаты диссертации Башлаковой А.Л. опубликованы в 17 печатных работах, включающих 8 статей согласно перечню научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, 1 статья и 6 тезисов докладов в сборниках международных и республиканских конференций. Соискателем получены патенты на изобретение Республики Беларусь и полезную модель.

В работе Башлаковой А. Л. достаточно полно и квалифицированно используются современные методы исследования характеристик наполнителя и композиционных материалов с его использованием: структуры, прочностных, трибологических, технологических, физико-химических свойств, для обработки результатов экспериментов применены методы математической статистики. Анализ содержания диссертации, совокупность научных и

практических результатов работы, обоснованность основных научных результатов работы соискателя свидетельствуют о его высокой научной квалификации, соответствующей ученой степени кандидата технических наук. Диссертация соответствует п. 20 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь». Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации. Уровень научной подготовки Башлаковой А. Л соответствует квалификации кандидата технических наук и заявленной специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

5. Рекомендации по практическому использованию результатов работы.

Композиционный материал «Эластофлувис» (ТУ BY 400084698/324-2023) прошел испытания в качестве материала уплотнений в различных конструкциях на предприятиях Беларуси. Положительные результаты позволяют рекомендовать использование материала в качестве импортозамещающего для изготовления уплотнительных элементов подвижных и неподвижных соединений. Разработанные материалы также рекомендованы для изготовления изделий антифрикционного назначения для работы в узлах трения без смазки.

6. Замечания.

1. В работе отсутствуют схемы, рисунки узлов уплотнений, узлов трения необходимые для понимания механизма изменения коэффициента трения и интенсивности изнашивания в процессе эксплуатации изделий из исследуемых материалов.

2. В работе не поясняется, что такое «высокая подвижность» применительно к уплотнительным элементам машин, работающие в условиях высокой подвижности, хотя для них определяются триботехнические характеристики, в которые входит скорость движения.

3. Употребление выражений «достаточная деформативность» (для чего достаточная), «регулирование в желательном ключе» (для кого желательном) не корректны. Также определение «подвижный» для узла трения лишний, ввиду того, что неподвижного узла трения не существует.

4. Для характеристики дисперсных и волокнистых наполнителей необходимо применять не средний размер частиц, а содержание фракции (например, в процентах) частиц или волокон определенного диапазона размеров (диаметра или длины).

5. В рекомендациях по практическому использованию разработанных материалов указан температурный диапазон эксплуатации - минус 120 -плюс 260 ^{0}С. Вызывает сомнение факт достижения таких отрицательных температур при эксплуатации. Достаточно отметить реальные отрицательные

температуры, тем более, что подтверждения сохранения свойств разработанных материалов при предельных низких температурах нет.

Тем не менее, приведенные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы.

Заключение.

На основании изложенного следует, что диссертационная работа Башлаковой А.Л. «Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена для изделий машиностроительного назначения с оптимальным содержанием модифицированных в плазме углеродных волокон», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - материаловедение (машиностроение), является законченной квалификационной научной работой, подготовленной соискателем самостоятельно и соответствует требованиям п. 20 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - материаловедение (машиностроение). Соискатель Башлакова Анна Леонидовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук за следующие результаты:

- установление закономерности влияния УВ, модифицированных в плазме тлеющего разряда в среде фторорганических соединений на структуру ПТФЭ-матрицы, заключающееся в росте кристалличности и увеличении размера кристаллитов на 5% по сравнению с ненаполненными ПТФЭ при содержании до 5 мас. % наполнителя и уменьшении их при дальнейшем повышении концентрации наполнителя до 10 мас.% ;

- установление особенностей влияния наполнения ПТФЭ модифицированными УВ на эксплуатационные характеристики композиционных материалов: значительное возрастание скорости релаксации (при 7 мас.% и выше), резкое снижение интенсивности изнашивания (при концентрации 5 мас.% и выше) и рост предельного PV фактора (при всем диапазоне концентраций);

- разработку рецептур композиционных материалов на основе на основе ПТФЭ, содержащие модифицированные в плазме УВ (ПТФЭ +5-7 мас.% УВ), с оптимальным для уплотнительных изделий, работающих в условиях высокой подвижности, сочетанием упруго -прочностных, вязко-пластичных триботехнических характеристик, что в перспективе позволит осуществить использование материала на предприятиях машиностроительной отрасли Республики Беларусь в качестве импортозамещающих.

Эксперт по диссертационной работе Башлаковой А.Л. назначен приказом ректора учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 329 от 10.09.2026 г.

Доклад соискателя Башлаковой А.Л. и проект отзыва на диссертацию, подготовленный экспертом Бобрышевой С.Н. заслушаны и обсуждены на заседании научного собрания учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 21 сентября 2026 г).

На научном собрании присутствовало 18 человек членов научного собрания (из них 11 человек имеют научную степень: 2 доктора технических наук, 9 кандидатов технических наук. В открытом голосовании приняли участие члены собрания с учеными степенями. Результаты голосования: «за» – 11, «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Выражаем свое согласие на размещение отзыва оппонирующей организации на официальном сайте Государственного научного учреждения образования «Институт механики металлополимерных систем имени В.А.Белого НАН Беларуси».

Председатель научного собрания
заведующий кафедрой
«Материаловедение в машиностроении»
УО «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент Ж.В. Кадолич

Эксперт
доцент кафедры «Материаловедение в машиностроении»
УО «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», к. т. н., доцент С.Н. Бобрышева

Секретарь научного собрания,
доцент кафедры «Материаловедение в машиностроении»
УО «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», к.т.н. Е.П. Поздняков