

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

учреждения образования

«Белорусский государственный

университет транспорта»

Ю.Г. Самодум

«    » июня 2026 г.

ОТЗЫВ

оппонирующей организации на диссертационную работу

Плескунова Игоря Владимировича

«Гидрофобные наномодифицированные защитные и антифрикционные покрытия на стали для горно-химических предприятий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, по специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность)

### **1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки.**

Цель диссертационной работы представляет собой актуальную задачу – установить физико-химические закономерности процессов коррозии, протекающих на границе раздела сталь – полимерная пленка, содержащая поверхностно-модифицированные порошки металлов (железо, алюминий, медь) и разноразмерные молекулы поверхностно-активных веществ (ПАВ), и разработать на их основе перспективные наномодифицированные защитные покрытия и смазки.

Тематика диссертационной работы Плескунова И.В. полностью соответствует Указу Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы», направление № 4 «Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы: композиционные и многофункциональные материалы». Объектом исследования являются защитные лакокрасочные покрытия на стали, содержащие поверхностно-наномодифицированные железные порошки, полученные путем твердотельного гидридного синтеза, и дисперсные антифрикционные присадки на основе металла с поверхностью, модифицированной пленкообразующими аммониевыми соединениями.

Сформулированные в работе цель и задачи направлены на решение вопросов, относящихся к отрасли «Технические науки», и соответствуют пунктам: п. 1 «Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности изделий из них», п. 2 «Разработка физико-химических процессов формирования новых материалов, обладающих уникальными эксплуатационными и технологическими свойствами, экологичностью», п. 3 «Создание материалов способных эксплу-

атироваться в агрессивных средах, при высоких температурах и механических нагрузках», а также п. 7 «Разработка материалов различного функционального назначения (защитных, упрочняющих, декоративных, износостойких и др.) и методов управления их качеством» областей исследований согласно паспорту специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность).

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

Соискателем получены экспериментальные и теоретические результаты, которые вносят значительный вклад в разработку перспективных защитных антикоррозионных и антифрикционных наномодифицированных материалов, предназначенных для использования в агрессивных условиях горно-химических производств.

Впервые с использованием метода рентгенофотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) детализирован механизм коррозии стали в специфической атмосфере соляных рудников (в присутствии влаги,  $KCl$ ,  $HCl$ ,  $SO_2$ ). Доказано, что соединения хлора разрушают естественную оксидную пленку, обнажая участки металлического железа, что диктует необходимость применения покрытий с повышенной гидрофобностью. При этом соискателем экспериментально установлена линейная зависимость между защитными свойствами лакокрасочных покрытий (ЛКП) на стали и их гидрофобностью.

Разработан оригинальный способ получения дисперсных металлосодержащих материалов (на основе малоразмерных частиц железа, алюминия и меди) с улучшенными антикоррозионными и антифрикционными свойствами. Метод заключается в наслаивании на металл катионных поверхностно-активных веществ (ПАВ) на основе четвертичных аммониевых солей с различными по длине радикалами (триамон и алкамон). Доказана высокая адгезия таких защитных гидрофобных пленок к поверхности металла.

Значимость предложенного научного подхода заключается в том, что он не только закладывает фундаментальную базу для решения задач антикоррозионной защиты оборудования горно-химических предприятий, но и является энергосберегающим, так как весь цикл формирования металлосодержащего материала проводится при обычной температуре (18–25 °С).

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

*К числу основных научных результатов, обладающих несомненной новизной, относятся:* уточненный механизм коррозии стальных поверхностей в атмосфере производства ОАО «Беларуськалий» по изменению степени окисления железа, установленному методом рентгенофотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). Экспериментально обоснованная взаимосвязь между гидрофобностью и защитными свойствами ЛКП при воздействии на них воздуха с повышенными влажностью и концентрациями  $KCl$  и  $NaCl$ . Улучшение антикоррозионных свойств ЛКП путем их гидрофобизации малоразмерными частицами железа, полученными методом ТГС и покрытыми кремнийоргани-

ческой пленкой. Одновременное улучшение защитных и антикоррозионных свойств стальных поверхностей в узлах трения с обработкой их промышленными порошками алюминия (ПАП-2) и меди (ПМС-1), модифицированными слоями триамина и алкамона. Введение их в промышленную смазку И-20 увеличивает ресурс работы трансмиссионного оборудования в 1,5 раза.

*Практическая значимость результатов работы* заключается в следующем:

– разработаны составы ЛКП на основе традиционных олигомеров с наномодифицированным железным наполнителем, снижающих скорость коррозии стальных конструкций в атмосфере солевых рудников в 2,5–3,0 раза;

– разработаны дисперсные модифицированные Al- и Cu-порошки, использование которых в качестве присадок к промышленной смазке И-20 уменьшает силу трения в 3–7 раз и повышает срок службы узлов трансмиссии горно-химического оборудования в 1,5 раза.

Практическая ценность подтверждена актами о внедрении результатов работы в условиях ООО «Евразийская горно-геологическая группа» (г. Минск) и ООО «ГСК-Шахтпроект» (г. Москва), а также получением 1 патента РФ на изобретение.

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

Основные результаты диссертационного исследования Плескунова И.В. опубликованы в 27 печатных работ (7,14 авт. л.), из них 6 статей (2,34 авт. л.) в научных изданиях, включенных в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований, и в иностранных научных изданиях, 14 статей в других научных изданиях, 6 материалов и тезисов научных конференций. Получен 1 патент Российской Федерации на изобретение.

В диссертационной работе Плескунова И.В. на высоком профессиональном уровне использован комплекс современных, взаимодополняющих методов исследования характеристик наполнителей, структуры и эксплуатационных свойств покрытий. В их числе: рентгенофотоэлектронная (РФЭС), инфракрасная (ИК) и энергодисперсионная (EDX) спектроскопия, рентгенофлуоресцентный и рентгеноструктурный анализ, электронная просвечивающая и атомно-силовая микроскопия, многоточечный метод БЭТ, эксикаторный метод измерения изотерм сорбции, а также сертифицированные стандартные методы определения триботехнических и антикоррозионных характеристик материалов. Для обеспечения статистической достоверности результатов и обработки экспериментальных данных автором квалифицированно применены программные пакеты Origin и MathCad.

Анализ содержания работы, глубина проработки научной проблемы, обоснованность и достоверность защищаемых положений свидетельствуют о высоком уровне научной подготовки автора. Автореферат и опубликованные работы соискателя полностью и адекватно отражают основное содержание диссертации. Научная квалификация Плескунова Игоря Владимировича в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к соискателям уче-

ной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность).

#### **5. Рекомендации по практическому использованию результатов работы.**

Полученные в диссертации результаты являются основанием для внедрения разработанных гидрофобных наномодифицированных лакокрасочных покрытий и антифрикционных смазочных композиций на горно-химических и перерабатывающих предприятиях с целью повышения коррозионной стойкости металлоконструкций и увеличения ресурса работы трансмиссионного оборудования.

#### **6. Замечания.**

1. При описании натуральных испытаний защитных покрытий в условиях Сильвинитовой обогатительной фабрики (СОФ) указан срок в 195 суток. Из материалов автореферата не вполне ясно, проводилось ли прогнозирование сохранения антикоррозионных свойств предложенных составов на более длительные сроки эксплуатации (3–5 лет), требуемые для капитальных металлоконструкций.

2. В работе указывается, что толщина наносимых однослойных защитных покрытий составляет около 20 мкм. При этом недостаточно обосновано, является ли данная толщина оптимальной для достижения заявленного снижения скорости коррозии в 2,5–3,0 раза.

Тем не менее, приведенные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей научно-практической ценности диссертационной работы.

#### **Заключение**

Диссертация Плескунова Игоря Владимировича «Гидрофобные наномодифицированные защитные и антифрикционные покрытия на стали для горно-химических предприятий», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность), является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-практическая задача материаловедения — разработаны новые составы гидрофобных наномодифицированных лакокрасочных покрытий и дисперсных металлических присадок к смазочным материалам, обеспечивающие существенное повышение коррозионной стойкости металлоконструкций и износостойкости узлов трения оборудования горно-химических предприятий.

По актуальности темы, новизне полученных результатов, их научной и практической значимости, объёму выполненных исследований и структуре диссертационная работа Плескунова И.В. в полной мере отвечает требованиям пп. 20 – 21 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь.

Соискатель Плескунов Игорь Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (химическая промышленность) за следующие результаты:

– за детализацию процесса коррозии стали методом рентгенофотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) во влажном воздухе, содержащем специфиче-

ческие агрессивные примеси горно-химических производств (HCl, KCl, SO<sub>2</sub>), и установление линейной зависимости между защитными свойствами лакокрасочных покрытий и их гидрофобностью, что позволяет научно обосновать критерии подбора и создания эффективных ЛКП повышенной гидрофобности;

– установление закономерностей формирования гидрофобных защитных слоев на малоразмерных частицах металлов (железа, алюминия, меди) путем их поочередной или смесевой обработки катионными поверхностно-активными веществами с разноразмерными радикалами (триамон и алкамон), что обеспечивает высокую адгезию наносимых пленок к металлической поверхности и позволяет эффективно управлять структурными параметрами гетерогенных материалов;

– разработку новых составов гидрофобных наномодифицированных лакокрасочных покрытий и антифрикционных смазочных композиций на основе индустриального масла И-20 с повышенным комплексом эксплуатационных характеристик, что позволяет в 2,5–3,0 раза снизить скорость коррозии стальных конструкций в атмосфере солевых рудников, в 3–7 раз уменьшить силу трения в трибосистемах оборудования и успешно решать задачи ресурсо- и энергосбережения в горно-химической отрасли.

Эксперт по диссертационной работе Плескунова И.В. назначен приказом ректора учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» № 475 от «22» мая 2026 г.

Доклад соискателя Плескунова И.В. и проект отзыва на диссертацию, подготовленный экспертом Кудиной Е.Ф., заслушаны и обсуждены на заседании научного собрания учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» «8» июня 2026 г.

На научном собрании присутствовало 14 человек. В открытом голосовании приняло участие 14 человек, из них докторов технических наук – 6 (Богданович П.Н., Довгяло В.А., Кудина Е.Ф., Неверов А.С., Холодиллов О.В., Шаповалов В.М.), кандидатов технических наук – 8 (Ахраменко Н.А., Буй М.В., Деликатная И.О., Макеев В.В., Масловская Е.М., Павленко А.П., Приходько И.В., Самусева Л.В.).

Проголосовало «за» – 14, «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Выражаем свое согласие на размещение отзыва оппонировавшей организации на официальном сайте учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Председатель научного собрания  
доктор технических наук, профессор

 А.С. Неверов

Эксперт  
доктор технических наук, профессор

 Е.Ф. Кудина

Секретарь научного собрания  
кандидат технических наук, доцент

 Е.М. Масловская