

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Злотина Владимира Андреевича
«Обоснование выбора составов внутренних покрытий трубопроводов для снижения
проницаемости транспортируемого водорода»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.17. Материаловедение

Диссертационное исследование Злотина Владимира Андреевича посвящено актуальной научно-технической задаче повышения надежности стальных трубопроводов при транспортировке газообразного водорода. Актуальность исследования определяется высокой способностью водорода к проникновению в металлические материалы, что сопровождается риском водородного охрупчивания трубных сталей и диффузионными потерями транспортируемого продукта. В связи с развитием водородной энергетики особое значение приобретают разработка внутренних барьерных покрытий, обеспечивающих уменьшение диффузии и стационарного потока водорода при достаточной адгезионной прочности к стальной подложке.

Научная новизна работы заключается в установлении закономерностей влияния углеродных нанотрубок, β -карбида кремния, гексагонального нитрида бора и фотоинициатора Irgacure 819 на барьерные характеристики фторопластовой эмали ФП-566. Автором выявлена связь между составом модифицированного фторопластового покрытия, характером образования углеродных агломератов и показателями водородопроницаемости. Представляет научный интерес предложенный критерий отношения коэффициентов снижения потока и диффузии η/η_D , позволяющий количественно оценивать совместное влияние равномерности распределения нанодобавок, объемного барьерного эффекта и сквозной дефектности покрытия на диффузионный поток водорода.

В работе экспериментально показано, что композиция на основе ФП-566 с углеродными нанотрубками и β -SiC обеспечивает наиболее благоприятное сочетание снижения диффузии и стационарного потока водорода среди исследованных фторопластовых покрытий. Для указанной системы получены значения эффективности снижения диффузии 89,5%, эффективности снижения потока 86,8% и кратности сокращения расчетных потерь водорода около 7,5 раза. Применение адгезионного слоя Al–AlOON позволило увеличить прочность сцепления покрытия со стальной подложкой до 8,4 МПа и обеспечить уменьшение расчетных потерь водорода до 8,9 раза.

Значимость результатов для материаловедения состоит в развитии подходов к управлению функциональными свойствами полимерных нанокomпозиционных покрытий, предназначенных для работы в водородсодержащих средах. Практическая значимость исследования связана с обоснованием состава внутреннего гладкостного фторопластового покрытия на основе ФП-566, модифицированного УНТ и β -SiC, а также с разработкой композиции с адгезионным слоем Al–AlOON. Предложенные решения могут быть использованы при создании и совершенствовании внутренних покрытий трубопроводов для снижения проникновения водорода в стальную основу, уменьшения диффузионных потерь и повышения надежности покрытия в условиях наводороживания. Материалы исследования приняты к внедрению в ООО «ВИАСМ Плюс».

Достоверность представленных в автореферате результатов определяется использованием комплекса взаимодополняющих методов исследования.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-044 от 21.09.26
АУ УС

Водородопроницаемость покрытий оценивали электрохимическим методом Деванатана–Стачурски по ГОСТ Р 9.915-2010, прочность покрытий при отрыве — по ГОСТ 32299-2025. Для изучения структуры и состава покрытий применялись сканирующая электронная микроскопия и энергодисперсионная спектроскопия. Экспериментальные данные дополнены расчетной оценкой диффузионных потерь водорода через стенку трубопровода.

Автореферат имеет логичную структуру и последовательно отражает актуальность, степень разработанности темы, цель, задачи, научную новизну, методологию, основные результаты и заключение. Изложение выполнено в научном стиле, используемые термины соответствуют предметной области материаловедения, физики диффузии и технологии защитных покрытий. Результаты представлены наглядно, сопровождаются таблицами, рисунками и количественными показателями, что облегчает их восприятие и оценку.

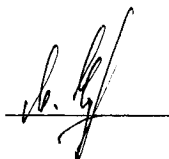
В качестве замечания можно отметить, что в автореферате технология нанесения покрытий апробирована только на плоских образцах из стали 20. Представляет интерес оценка возможности нанесения исследованных составов на внутреннюю поверхность труб, включая вопросы равномерности толщины по длине трубы, а также контроля качества покрытия в труднодоступных зонах. Замечание имеет рекомендательный характер и не влияет на общую оценку научного уровня и практической значимости диссертационного исследования.

Автореферат диссертации Злотина Владимира Андреевича в достаточной мере отражает содержание выполненной работы, ее основные научные результаты, положения, выносимые на защиту, и практическую значимость. Диссертационная работа соответствует специальности 2.6.17. Материаловедение и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что Злотин Владимир Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Черных Михаил Михайлович

доктор технических наук, профессор,

профессор кафедры «Технологии промышленной и художественной обработки материалов», ФГБОУ ВО «Ижевский государственный университет имени М.Т. Калашникова»



«08» 09 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный университет имени М.Т. Калашникова»

426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7

тел.: +7 (912) 856-94-47

e-mail: rid@istu.ru

Подпись Черных М.М. удостоверяю:

Проректор по научной и инновационной деятельности ИжГТУ имени М.Т. Калашникова

Дегтева Ольга Александровна



«13» 09 2026 г.