

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

Исследовательская работа Злотина Владимира Андреевича посвящена разработке и обоснованию внутренних композиционных покрытий для стальных трубопроводов, обеспечивающих снижение проникновения водорода в металл и сокращение диффузионных потерь транспортируемого продукта. Тематика исследования является актуальной для развития технологий транспортировки и хранения водорода, поскольку проникновение водорода в трубные стали сопровождается риском ухудшения их механических характеристик, развитием водородного охрупчивания и снижением надежности трубопроводных систем. В этих условиях поиск технологичных барьерных покрытий, сочетающих низкую водородопроницаемость, достаточную адгезию и возможность нанесения на внутреннюю поверхность труб, имеет существенное научное и практическое значение.

Научная новизна диссертационной работы определяется установлением закономерностей влияния нанодобавок различной природы на диффузионные характеристики фторопластового покрытия на основе эмали ФП-566. Автором исследовано воздействие углеродных нанотрубок, β -карбида кремния, гексагонального нитрида бора и фотоинициатора Irgacure 819 на эффективность снижения диффузии и стационарного потока водорода через стальную подложку. Важным результатом является выявленная зависимость между размером и количеством углеродных агломератов в покрытии, его структурной неоднородностью и водородопроницаемостью. Научный интерес представляет предложенное отношение η/η_0 , используемое для оценки вклада равномерности распределения нанодобавок и сквозной дефектности покрытия в формирование его барьерных свойств.

Существенным результатом работы является обоснование состава фторопластового покрытия, модифицированного углеродными нанотрубками и β -SiC. Для данного состава приводятся значения снижения эффективного коэффициента диффузии водорода на 89,5%, уменьшения диффузионного потока на 86,8% и сокращения расчетных потерь водорода примерно в 7,5 раза. Дополнительное применение адгезионного слоя Al-AlOON позволило повысить адгезионную прочность покрытия к стальной подложке до 8,4 МПа, снизить диффузию водорода до 97% и сократить расчетные потери до 8,9 раза. Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения металлополимерной композиции для внутренней защиты трубопроводов, работающих в водородсодержащей среде.

Значимость работы для науки заключается в развитии представлений о формировании газобарьерных свойств полимерных нанокomпозиционных покрытий и о роли адгезионного слоя в обеспечении их функциональных характеристик. Полученные результаты уточняют влияние состава и распределения нанодобавок на диффузию водорода, а также расширяют методические возможности оценки покрытий путем совместного анализа коэффициентов снижения диффузии и потока водорода.

Практическая значимость исследования определяется возможностью использования предложенных составов и технологических решений при разработке внутренних защитных покрытий стальных трубопроводов. Автором усовершенствована методика электрохимической оценки водородопроницаемости непроводящих полимерных покрытий с применением графитового электропроводящего слоя. Разработан алгоритм расчета потерь водорода через стенку трубы, реализованный в зарегистрированной

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-017 от 17.09.26
АУ УС

программе для ЭВМ. Представленные в автореферате сведения о принятии результатов к внедрению в ООО «ВИАСМ Плюс» подтверждают прикладную направленность и практическую востребованность работы.

Достоверность результатов обеспечивается применением современных экспериментальных методов и расчетных подходов. Исследования водородопроницаемости выполнены методом Деванатана–Стачурски, адгезионные свойства определены методом отрыва, а структура и элементный состав покрытий исследованы методами сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионной спектроскопии. Применение комплекса указанных методов обеспечивает достаточную обоснованность сформулированных выводов.

Автореферат изложен последовательно и информативно. В нем в логической взаимосвязи представлены постановка проблемы, цель и задачи исследования, основные положения, научная новизна, методология, результаты испытаний и заключение. Иллюстративный материал и таблицы содержат количественные данные, необходимые для оценки эффективности исследованных покрытий. Язык автореферата соответствует требованиям, предъявляемым к научным публикациям по материаловедению; используемая терминология в целом корректна, а стиль изложения является научным и понятным для специалистов соответствующего профиля.

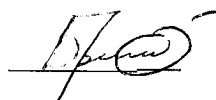
К автореферату могут быть высказаны следующие замечания:

1. Стоит уточнить, какое влияние оказывает наносимое графитовое лакокрасочное покрытие на измеряемые параметры диффузии водорода в электрохимическом методе.
2. Следует провести статистическую обработку полученных данных в ходе экспериментов с целью оценки погрешности метода исследования и определения доверительных интервалов результатов.

Отмеченные замечания относятся преимущественно к перспективам дальнейшего развития исследования и не снижают научной и практической ценности полученных результатов.

Диссертация «Обоснование выбора составов внутренних покрытий трубопроводов для снижения проницаемости транспортируемого водорода», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – Злотин Владимир Андреевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Бреки Александр Джалюльевич
доктор технических наук, доцент,
профессор высшей школы машиностроения,
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»

 « 4 » 09 2026 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
194064, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29
тел.: +7 (812) 552-64-29
e-mail: breki_ad@spbstu.ru

