

## ОТЗЫВ

официального оппонента по диссертационной работе  
Почеса Никиты Сергеевича

**«Повышение износостойкости резьбы легкосплавных насосно-компрессорных труб формированием МДО-покрытий и применением смазочных материалов»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 2.5.3. Трение и износ в машинах**

### 1. Актуальность темы диссертации

Актуальность темы диссертации обусловлена большим количеством трубной продукции, используемой в нефтегазовой отрасли, среди которой насосно-компрессорные трубы занимают особое положение, так как они должны обеспечивать герметичность, износостойкость и долгий срок службы, связанные с эксплуатационным периодом нефтегазовых скважин. Наибольшую опасность представляют резьбовые соединения насосно-компрессорных труб, из-за которых их приходится ремонтировать уже после 3-5 операций свинчивания-развинчивания.

Использование легкосплавных насосно-компрессорных труб (НКТ) из алюминиевых сплавов, помимо высокой коррозионной стойкости в средах сероводорода и углекислого газа, позволяет значительно снизить общий вес колонны НКТ и улучшить условия при проведении спуско-подъемных операций.

Однако резьбовой участок таких труб из алюминиевых сплавов также является причиной отказов большого количества труб, вследствие чего требуется его упрочнение. Одним из перспективных методов создания на поверхности алюминиевых труб износостойкого покрытия является упрочняющая технология микродугового оксидирования (МДО) или плазменно-электролитического оксидирования (ПЭО).

Использование МДО-покрытия в резьбовой части НКТ немислимо без подбора и выбора оптимального смазочного материала, способствующего снижению коэффициента трения и повышению долговечности этого узла. В связи с этим, предлагаемая к рассмотрению работа Почеса Н.С., направленная на повышение износостойкости весьма важного узла трения – резьбового соединения легкосплавных НКТ, является востребованной и актуальной

### 2. Новизна исследований и полученных результатов

1. Впервые выполнен комплекс сравнительных исследований триботехнических характеристик МДО-покрытий в экологических смазочных материалах на основе полиэтиленгликоля (ПЭГ), полиальфаолефинов (ПАО), кремниевого (силиконового) масла (КМ), диизотридецил адипата (ДИТА) и перфторированного полиэфира (ПФПЭ).

2. Установлены предельные (критические) величины удельной нагрузки для МДО-покрытий, сформированных на алюминиевых сплавах Д16 и В95, при трении по схеме «шар-диск» в паре со сталью 100 Ст6 (аналог ШХ15) в условиях смазки контакта экологическими маслами - до 260 МПа, за исключением масла ПЭГ (210 МПа).

3. Показано, что триботехнические характеристики пары трения «МДО-покрытие – сталь ШХ15» в экологических маслах формируются комплексным взаимодействием состава МДО-покрытия и смазочной среды. Наиболее высокие значения триботехнических характеристик показали МДО-покрытия, сформированные на сплаве В95, с маслом на основе диизотридецил адипата (ДИТА).

4. Показано, что изменение коэффициентов трения и линейных скоростей изнашивания, в зависимости от контактного давления для пар трения «МДО-покрытие – сталь ШХ15» в экологических маслах характеризуются экспоненциальными зависимостями. При этом значения коэффициентов трения при повышении контактного давления имеют тенденцию к уменьшению, а скоростей изнашивания – к увеличению своих значений.

5. Установлено, что керамо-полимерные покрытия с включениями фторопласта, при испытаниях по схеме трения «кольцо-кольцо» в парах «МДО-покрытие – сталь» показали снижение износа от 31 до 47,5 %, а в парах трения «МДО-МДО» снижение коэффициента трения от 15,8 до 46,9 %.

### **3. Значимость результатов для практики заключается:**

1. В разработке технологии формирования керамо-полимерных покрытий на вентильных металлах и их сплавах с включением частиц фторопласта в основной рабочий слой, которая позволяет улучшить их антифрикционные свойства и износостойкость (технология защищена патентом РФ № 2787330).

2. В разработке практических рекомендаций по применению разработанной технологии формирования антифрикционных керамо-полимерных МДО-покрытий для резьбовых соединений НКТ.

3. Результаты исследования использованы при выполнении научно-исследовательской работы на тему «Минеральные покрытия резьб НКТ» в рамках проекта А220003057 ПАО «Газпром нефть»

4. Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе при изучении курсов «Триботехническое материаловедение» и «Фрикционное и антифрикционное материаловедение».

Полученные в диссертации результаты представляют интерес для различных организаций как научно-исследовательских, так и организаций нефтегазового комплекса.

### **4. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**

Приведенные в рассматриваемой работе научные положения, выводы и рекомендации в полной мере обоснованы представленным комплексом исследований.

Достоверность и обоснованность полученных результатов основана на достаточном по объему статистическом материале и в полной мере подтверждена экспериментальными данными. Помимо этого, достоверность подтверждается применением стандартизированных методов планирования и обработки данных, полученных в ходе проведения экспериментов.

## **5. Общая оценка содержания диссертации**

Диссертация оставляет общее хорошее впечатление от прочтения. В работе присутствуют ссылки на авторов и источники заимствования материалов или отдельных результатов. Материал диссертации структурирован и логично представлен, включает четыре главы, общие выводы и рекомендации, список использованных источников литературы (166 наименований), общим объемом в 150 страниц машинописного текста, содержит 48 рисунков, 29 таблиц и 3 приложения.

Во введении изложена общая характеристика работы, цель, научная и практическая значимость.

Первая глава посвящена анализу требований предъявляемым к насосно-компрессорным трубам (НКТ) и специфике их эксплуатации, особенностям формирования МДО-покрытий, а также аспектам трибологии, связанным с экологическими вопросами.

Вторая глава посвящена выбору исследуемых материалов и режимов для формирования МДО-покрытий, а также методикам проведения испытаний. Представлены методики подготовки образцов для различных видов исследований: триботехнических, металлографических, методика определения пористости, и других видов исследований.

В третьей главе работы приведены исследования триботехнических характеристик «традиционных» МДО-покрытий в экологически безопасных смазочных материалах.

Четвертая глава посвящена разработке методики формирования и исследования свойств и характеристик новых керамо-полимерных покрытий.

Результаты проведенных исследований использовались при выполнении научно-исследовательской работы на тему «Минеральные покрытия резьб НКТ» в рамках проекта А220003057 с ПАО «Газпром нефть».

## **6. Публикации, отражающие основное содержание диссертации**

Основное содержание диссертации изложено в 14 научных работах, в том числе в двух статьях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ по специальности 2.5.3 Трение и износ в машинах. Также по теме диссертационной работы автором опубликовано две статьи в изданиях входящих в зарубежные базы цитирования Scopus и Web of Science. По результатам проведенных исследований получен патент РФ на изобретение. Основные результаты работы были апробированы и доложены на 12 научных конференциях различного уровня.

В публикациях и самой диссертации имеются ссылки на авторов и источники заимствования.

## **7. Соответствие диссертационной работы паспорту специальности**

Диссертационная работа Почеса Н.С. соответствует паспорту специальности 2.5.3 – Трение и износ в машинах по пунктам: 7 - Триботехнические свойства материалов, покрытий и модифицированных слоев; 8 – Триботехнические свойства смазочных материалов.

**8. Автореферат** содержит все основные сведения, изложенные в диссертации, и полностью отражают суть ее содержания

### **9. Замечания, выявленные недостатки работы**

1. В разделе «Научные положения, выносимые на защиту» не указаны научные аспекты результатов экспериментальных триботехнических исследований МДО-покрытий в различных схемах трения и научные аспекты результатов металлографического и морфологического анализов. Требуются пояснения научных аспектов указанной в этом разделе «разработанной технологии формирования композиционных антифрикционных керамо-полимерных МДО-покрытий...».

2. Не проведены испытания на коррозионную стойкость предложенных МДО – покрытий в среде нефтегазовых продуктов и работоспособность в диапазоне рабочих температур от -60 до +250 °С.

3. Возможна ли окончательная обработка МДО-покрытий для обеспечения требуемых параметров посадок в резьбовом соединении согласно ГОСТ 633-80?

4. На рис. 2.4.4 нет подписей наименований изображённых параметров испытаний.

5. На рис.2.4.6 масштаб трехмерного изображения дорожки трения слишком мелкий.

6. При испытании по схеме «штифт - диск» в тексте не указано, производилась ли самоустановка образцов.

7. Не указано изменение размеров образцов после обработки методом МДО, которые должны обеспечивать заданные посадки.

8. В методике трибоиспытаний не указан способ и место расположения средств измерения температуры для схемы «шар-диск»; согласно данным табл.3.2.1 температура при больших нагрузках снижается примерно в 2 раза, что требует пояснения.

Отмеченные замечания не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертации и в целом не меняют общей положительной оценки выполненной диссертационной работы.

### **10. Заключение**

Диссертация Почеса Н.С. «Повышение износостойкости резьбы легкосплавных насосно-компрессорных труб формированием МДО-покрытий и применением смазочных материалов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, самостоятельно выполненную на высоком научном уровне на актуальную тему, и содержит новые научные результаты. Исследования триботехнических свойств МДО-покрытий в условиях трения со смазочными материалами, проведенные автором, можно считать успешным решением научной проблемы повышения износостойкости резьбового соединения легкосплавных НКТ.

В целом диссертация соответствует критериям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям. В части п.9 указанного Постановления диссертация является научно-квалификационной

работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения, имеющие существенное значение для оборудования нефтегазовой отрасли.

Автор диссертации – Почес Никита Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.3. - Трение и износ в машинах.

**Официальный оппонент** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры №1202 «Технология производства и эксплуатации двигателей летательных аппаратов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (НИУ)»



**Петр Николаевич Хопин**

«21» мая 2024 г.

Согласен с использованием и обработкой персональных данных.

Сведения об официальном оппоненте: Хопин Пётр Николаевич, д.т.н. (специальность 05.02.04 «Трение и износ в машинах»), доцент, профессор кафедры 1202 «Технология производства и эксплуатации двигателей летательных аппаратов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4. +7 499 158-40-20, mai@mai.ru

Подпись Хопина Петра Николаевича заверяю.

*и.о. начальника Управления  
по работе с персоналом*

