

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента Илюшина Павла Юрьевича  
на диссертационную работу Богатова Максима Валерьевича  
«Влияние состава, структуры и свойств внутренних многофункциональных покрытий насосно-компрессорных нефтепромысловых труб на образование асфальтосмолопарафиновых отложений» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение

### **Актуальность темы**

Диссертация М.В. Богатова «Влияние состава, структуры и свойств внутренних многофункциональных покрытий насосно-компрессорных нефтепромысловых труб на образование асфальтосмолопарафиновых отложений» посвящена изучению важной проблемы разработки эффективных защитных покрытий для защиты насосно-компрессорных труб от образования парафиновых отложений.

В настоящее время вопрос образования асфальтосмолопарафиновых отложений становится все более актуальным, в связи с переходом множества месторождений углеводородов на поздние стадии разработки. Этот процесс интенсифицирует образование органических отложений на нефтепромысловом оборудовании, что ведет к развитию риска аварии.

Одним из наиболее эффективных методов борьбы с образованием данных отложений является применение внутренних покрытий для насосно-компрессорных труб. Изучения влияния состава, структуры и свойств данных покрытий с точки зрения материаловедения является важной работой на пути к разработке эффективных и экономичных покрытий.

Автор предлагает анализ влияния различных видов гладких покрытий на процесс образования асфальтосмолопарафиновых отложений в условиях лабораторных циркуляционных стендов, дополненный анализом поверхностных свойств исследуемых покрытий.

В связи с вышеизложенным диссертация М.В. Богатова «Влияние состава, структуры и свойств внутренних многофункциональных покрытий насосно-компрессорных нефтепромысловых труб на образование асфальтосмолопарафиновых отложений» является актуальной.

### **Научная новизна и практическая значимость исследований**

В диссертации М.В. Богатова представлены результаты, обладающие научной новизной, имеющие практическую значимость:

1) Для ряда внутренних многофункциональных покрытий проведены сравнительные исследования связи их состава, структуры и свойств с эффективностью предупреждения образования асфальтосмолопарафиновых отложений на образцах насосно-компрессорных труб в статических и динамических условиях. Определено, что поверхностные свойства гладких покрытий, определенные в статических условиях, не отражают их практической эффективности.

2) Определена корреляция между такими свойствами поверхности как гидрофильность и олеофобность и эффективностью предупреждения образования асфальтосмолопарафиновых отложений. Предложен оригинальный метод определения олеофобности поверхностей многофункциональных покрытий.

3) На разработанном оригинальном лабораторном оборудовании выполнены исследования на сегментах серийных НКТ, которые позволили сделать важные заключения о влиянии скорости потока, градиента температуры на количество образуемых асфальтосмолопарафиновых отложений.

4) Сформирована методика экспресс-оценки эффективности многофункциональных покрытий в задачах предупреждения образования асфальтосмолопарафиновых отложений, принятая в промышленное применение.

#### **Достоверность научных положений и выводов**

Исследование, проведенное М.В. Богатовым, выполнено на высоком методическом уровне, лабораторные исследования выполнены на современном оборудовании по аттестованным методикам. Описанные аргументы, а также многочисленное представление результатов работы на международных и всероссийских конференциях позволяют заключить об оригинальности и достоверности выполненной работы.

#### **Замечания к работе:**

1) Во второй главе при выборе статических свойств покрытий для исследования не учтено и в четвертой главе не определялось такое свойство как теплопроводность покрытия, которое может заметно влиять на температурное поле нефтяного потока внутри НКТ и на образование АСПО на внутренней поверхности трубы с покрытием.

2) Не рассматривалось также другое свойство покрытий – их износостойкость. НКТ с покрытиями могут подвергаться периодической очистке от АСПО методом скребкования, при котором покрытие с

недостаточной износостойкостью будет уменьшаться в толщине или совсем удаляться.

3) В главе 3 с описанием разработки лабораторных циркуляционных стендов важным нерассмотренным вопросом является малое время течения нефти вдоль тестовой секции (покрытия) в предлагаемой конструкции, вследствие чего говорить об установившемся режиме течения затруднительно.

4) Также не рассмотрена возможность моделирования процесса в стендах в программных продуктах.

5) В главе 4 приводятся результаты исследования краевых углов смачивания многофункциональных покрытий дистиллированной водой и нефтью в различных средах (воздух, гексан и вода) и дается рекомендация использовать эти результаты для первичной, качественной оценки способности покрытия предотвращать выпадение АСПО. Но приведенные результаты являются крайне разнонаправленными. С целью оформления важности и новизны результатов их следовало бы систематизировать для формирования четких критериев экспресс-подбора покрытий для предупреждения образования парафиновых отложений.

6) В главе 5 при испытании сегментов серийных НКТ с внутренними многофункциональными покрытиями на разработанных лабораторных циркуляционных стендах на рисунке 27 приводится зависимость количества выпадения АСПО от градиента температуры только для двух вариантов – с покрытием ГИОТЭК 110М и без покрытия, хотя далее испытывается ряд покрытий.

7) На рисунке 29 приводится зависимость массы выпадения АСПО на различных внутренних поверхностях НКТ от скорости потока нефтяной среды в диапазоне 0,5 – 4 м/с. Здесь возникает два вопроса: 1. почему диапазон скоростей нефти от 0.09 до 0.5 м/с остался неохваченным исследованием; 2. почему для исследования выбраны такие высокие значения скорости 0,5 – 4 м/с? Скорость 0,5 м/с является крайне высокой для нефтяной промышленности (при НКТ 73 дебит скважины должен составить 130 м<sup>3</sup>/сут), поэтому применимость результатов не до конца понятна.

Однако отмеченные недостатки не снижают существенно ценность полученных результатов и работы в целом.

## **Вывод**

Диссертация М.В. Богатова является законченным исследованием, представляет решение актуальных задач в области подбора эффективных многофункциональных покрытий для защиты насосно-компрессорных труб от образования асфальтосмолопарафиновых отложений и соответствует заявляемой научной специальности и области наук. В диссертации изложены

научно обоснованные технические и технологические решения. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Представленная к защите диссертация является законченной научно-квалификационной работой и соответствует критериям, установленным для кандидатских диссертаций пунктом 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Богатов Максим Валерьевич, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Автор отзыва дает согласие на обработку персональных данных.

Официальный оппонент,  
Доцент кафедры «Нефтегазовые  
технологии»  
ФГБОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет»  
614990, Пермский край, г. Пермь,  
Комсомольский проспект, д. 29  
Кандидат технических наук по  
специальности 25.00.17 Разработка и  
эксплуатация нефтяных и газовых  
месторождений  
Тел.: +7 (342) 239-10-40  
E-mail: ilushin-pavel@yandex.ru

Илюшин Павел Юрьевич

16 ноября 2023 г.

Подпись П.Ю. Илюшина Удостовер

Ученый секретарь Ученого совета  
университета, Кандидат исторических  
наук

Макаревич Владимир  
Иванович

614990, РФ, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29,  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»