

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата геолого-минералогических наук

Ивана Валерьевича Брагина на диссертационную работу

**«ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ В УЗЛАХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО
ОБОРУДОВАНИЯ МОРСКИХ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ (НА ПРИМЕРЕ
ПРОЕКТА «САХАЛИН-2»)),**

представленную **Иваном Сергеевичем Трухиным** на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Диссертационная работа И.С. Трухина посвящена проблемам осадкообразования в скважинах при эксплуатации морских нефтяных месторождений на примере проекта «Сахалин-2». Диссертация представлена на 176 страницах, состоит из введения, трёх глав, заключения и списка использованной литературы из 227 источников. Работа включает в себя 45 рисунков, 16 таблиц.

В основу работы положены результаты анализа литературных данных по теме исследования. Диссертантом лично проведены аналитические работы по определению физических параметров и анионного состава воды, на основе которого проведено математическое моделирование осадкообразования в нефтепромысловом оборудовании, выполнено сравнение полученных экспериментальных и расчетных данных для состава осадков. Проведены расчеты, связанные с обнаружением поступления закачиваемых вод в продукции добывающих скважин.

Актуальность работы связана непосредственно с прикладным значением работы в области нефтедобычи. Поскольку многие недропользователи в последнее время переходят на завершающий этап разработки месторождений, коэффициент полезного извлечения ресурса падает, поскольку методы, применяющиеся на данном этапе не могут в полной мере оценить в динамике изменение как состава закачиваемой в пласт воды, так и, соответственно, солеобразования. Поэтому, изучение состава самих осадков, образующихся на ключевых узлах скважин, может дать дополнительный инструмент для модернизации технологического процесса добычи нефти. Это и определило цель работы как «усовершенствование методологических принципов оценки и прогнозирования физико-химических процессов солеосаждения в системах добычи и подготовки нефти на основе комплексного изучения состава попутно добываемых вод и отложений из узлов нефтепромыслового оборудования на примере морских нефтедобывающих платформ проекта «Сахалин-2»». Для достижения поставленной цели диссертант решил целый ряд задач, в том числе по моделированию состава отложений, сравнения их с реальными минералами, отлагающимися в нефтедобывающих узлах. Результаты исследований и основные

положения диссертационной работы были представлены на многих научных конференциях в период с 2013 по 2018 годы. Полученные результаты были использованы для разработки и корректировки ряда мероприятий по защите нефтепромыслового оборудования платформ Пильтун-Астохского месторождения от отложений солей.

Структура работы выглядит продуманной, количество глав обосновано. В главе 1, основываясь на литературных данных, диссертант вводит нас в проблематику. Очень подробно описывает пластовые воды нефтяных месторождений, их состав и условия формирования. Описывает все возможные вторичные минеральные отложения в нефтепромысловых системах, особенное внимание уделяет методам борьбы с ними, а также методам моделирования процессов вторичного минералообразования при нефтедобыче. Особенно интересно тут мнение автора о достоинствах и недостатках того или иного метода и как логичный вывод – необходимость использования комплекса методов. В главе 2 «Экспериментальная часть» автор более подробно описывает методологический подход, который лёг в основу работ по теме диссертации. Особое внимание уделяет условиям отбора образцов, а также аналитическим методам исследования вод и осаждённых минералов нефтепромысловой системы. Стоит отметить, что выбранные методики являются на сегодняшний день актуальными и дают хороший результат, вследствие этого, широко используются в нефтедобывающей промышленности. Глава 3 «Результаты и обсуждение» является самой большой по объёму, и именно тут виден результат самостоятельной работы диссертанта. Полученные данные хорошо иллюстрированы в виде трёхмерных диаграмм, что позволяет посмотреть на процесс солеобразования в динамике. Применение статистических методов обработки данных позволило выявить области прорыва морских вод в технологическую линию.

На основе данных по математическому моделированию получены данные для оптимальных условий смешивания подтоварной и морской воды для закачивания в систему поддержания пластового давления нефтяных платформ ПА-А и ПА-Б. При поддержании соответствующего соотношения закачиваемых вод, а также при ингибировании его осаждения доломита, эта область условий может также быть расширена в системе ППД.

Моделирование процессов солеотложения показало, что даже в пределах одного месторождения возможны разные механизмы осадкообразования в узлах нефтепромысловых систем разных платформ. Следовательно, требуется индивидуальный подход при разработке мер по защите оборудования, включая выбор ингибиторов осадкообразования, подавления микробиологических процессов и коррозии. Это особенно важно в свете практического применения результатов диссертационной работы. Следует отметить, что проведённое диссертантом сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает, что применение программных комплексов позволяет прогнозировать основные процессы солеобразования,

протекающие в нефтепромысловом оборудовании, но не всегда способно учесть локальные изменения физикохимических параметров в различных точках нефтепромысловой системы, например, образование галита или сульфат-редукцию. Прямые экспериментальные данные по составу осадков являются необходимыми при моделировании процессов осадкообразования, а также выбора способа ингибирования и удаления отложений солей. Следовательно, необходимо использовать комплексный подход при эксплуатации месторождений.

Таким образом, диссертантом предложен новый методический подход к исследованию физикохимических процессов осадкообразования в нефтепромысловом оборудовании морских нефтедобывающих платформ, включающий как численное моделирование солеотложения на основе информации о физико-химических параметрах вод, так и изучение состава осадков из нефтепромыслового оборудования, что позволяет получить наиболее полное представление о характере протекающих процессов.

Впервые экспериментально доказана возможность образования смешанного карбоната кальция и магния (магнезиального кальцита) в нефтепромысловом оборудовании морских нефтедобывающих платформ. Содержание магния в таких карбонатах варьирует от 3 до 10 % масс. С учетом объемов циркулирующих флюидов, образование магнезиального кальцита следует принимать в расчет при оценке солеотложения в трубопроводах и другом нефтепромысловом оборудовании.

Методом кластерного анализа на основании многолетних данных по физико-химическому составу пластовых, морских и технологических вод нефтедобывающих платформ ПА-А и ПА-Б проекта «Сахалин-2» разработан новый способ обнаружения поступления и расчета количества закачиваемых вод в продукции добывающих скважин.

Однако стоит отметить, что диссертационная работа не лишена недостатков, которые оппонент выделил отдельно в «Замечаниях»:

1. Во введении не отображён масштаб работ по объёму (количество проб, образцов и т.д.) и времени (за сколько сезонов и кем отбирались пробы или всё сделано с одной коллекции образцов), не ясно почему из ионного состава диссертант определял только анионы. Видимо в указанных аналитических работах он принимал участие лично, а остальная аналитика делалась коллегами.
2. В «методах» непонятно зачем указываются целый ряд методов современной аналитики, ведь автор, судя по части «вклад», определял лишь анионы и физические показатели (опять же непонятно какие).
3. Защищаемые положения, в которых синтаксически отсутствует сказуемое, выглядят очень необычно и не несут в себе законченности. Непонятно: что именно защищает автор. Тезисы, предложенные автором в «Заключении», больше подходят на эту роль.

4. Структурно наличие в диссертации двух глав или подглав «Введение» сбивают с толку.
5. В описании состава пластовых вод нефтяных месторождений используются устаревшие методы отображения натрия и калия совместно (из-за архаичности метода их определения), вследствие этого в описании солевого состава присутствуют хлориды натрия и калия, хотя если провести химический анализ воды современным методом, например, исп-аас, то мы увидим, что никакого калия там в этой воде нет в сопоставимых с натрием количествах.
6. Рисунок 2 в главе «Определение карбонатов» - не указан источник. Или диссертант является автором предложенной схемы?
7. Непонятно для чего диссертант так подробно описывает методы анализа различных компонентов нефтяных вод. Другие части главы «Литературный обзор» тоже излишне подробны. Далее в работе повторяются части текста из этой главы. Необходимо было вкратце охарактеризовать проблему, не переписывая учебник, и чётко сформулировать методы решения. Из-за размазанности подачи информации иногда складывается ощущение, что читаешь учебник по нефтехимии, а не диссертацию.
8. На рисунке 3, явно заимствованном из каких-то неизвестных источников, названия указаны на английском языке. Да и авторы рисунка явно не дружат с географией, поскольку восточное побережье о. Сахалин омывается водами Охотского моря, а никак не Тихого Океана.
9. В описании методов написано где отбирались пробы воды, но ничего не сказано о подготовке, консервировании и транспортировке проб. Это важно учитывать, поскольку от пробоотбора зависит состав воды. Причём автор этот факт указывал в главе ранее.
10. В главе «обсуждение результатов» затрагиваются проблемы методик определения тех или иных элементов в водах. Целесообразно было перенести это в соответствующую главу.
11. Неизвестный термин «солевая матрица» раствора. Почему в эту матрицу входит калий и не входит кальций и магний, ведь содержание последних в растворе больше?
12. Река, впадающая в залив Пильтун называется Кадыланьи, через «а».
13. Необходимо добавить описание модели, закладываемой во PHREEQC, указать какие температуры вод и почему. Только из графиков становится понятно, что использовалось разное соотношение вод, а также разная температура.

Однако, диссертационная работа Трухина Ивана Сергеевича представляет собой детальные исследования направленные на прогнозирование осадкообразования в узлах

нефтедобывающего промысла оборудования морских нефтяных платформ Пильтун-Астохского месторождения проекта Сахалин-2. Основана она на детальной проработке литературного и фактического материала, огромного массива обработанных данных по математическому моделированию. Работа показывает способность диссертанта к тщательному анализу и обобщению данных полученных при помощи комплекса физико-химических и аналитических методов. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 17 печатных изданиях, из которых 6 статей в рецензируемых журналах «Перечня ВАК». Защищаемые положения раскрываются в тексте диссертации. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы. Полученные результаты могут и должны использоваться при нефтедобыче, поскольку позволяют существенно снизить издержки при эксплуатации месторождений. Также подходы и методы, использованные в работе, могут быть использованы для проведения подобных научных исследований как на морских, так и на сухопутных нефтепромыслах. Замечания, сделанные оппонентом, не являются критическими и не снижают научной и прикладной значимости диссертационной работы Ивана Сергеевича.

Из вышеизложенного следует заключить, что рассматриваемая диссертационная работа представляет результаты законченного оригинального научного исследования и полностью соответствует критериям, установленным Положениями о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020) "О порядке присуждения ученых степеней" для ученой степени кандидата наук. Иван Сергеевич Трухин заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Брагин Иван Валерьевич, кандидат геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 «гидрогеология», старший научный сотрудник, руководитель лаборатории геохимии гипергенных процессов Дальневосточного Геологического Института Дальневосточного отделения Российской академии наук

Адрес: 690022, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостоку, 159, ДВГИ ДВО РАН

Тел. +79147075250, **e-mail:** bragin_ivan@mail.ru

Я, Брагин Иван Валерьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

10.12.2020г. _____ /И.В.Брагин/

Минобрнауки России Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук (ДВГИ ДВО РАН)	
Подпись <u>И.В. Брагина</u> заверяю	
Начальник	
отдела кадров	<u>И.А. Думов</u>
" 10 " _____ 12	2020 г.