

Вх. N18/23  
от 18.12.23

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сафаргалиева Руслана Фаридовича по теме «Термодинамические условия устойчивости границы раздела «углеводород-графеновый нанофлюид», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Исследование свойств графеновых нанофлюидов, их взаимодействия с веществом является, безусловно, важным и интересным, как для более глубокого понимания физики процессов, так и с практической точки зрения, в частности, при использовании нанофлюидов для развития методов увеличения нефтеотдачи.

Автором было установлено и изучено закономерности формирования на границе углеводородной жидкости и графенового нанофлюида наноструктурированной пленки, приводящей к подавлению неустойчивости данной границы раздела, и, как следствие, к увеличению коэффициента извлечения нефти. В рамках исследования автор разработал устройство моделирования и визуального контроля фронта взаимодействия вытесняющего агента и нефти в условиях, близких к реализуемым на практике, а также разработал и изготовил установку по изучению скорости роста пленки на границе раздела «углеводород-нанофлюид». В экспериментах на данных установках были получены следующие новые результаты. Установлено, что на границе раздела «вытесняющий нанофлюид – углеводород» формируется пленка, выравнивающая фронт вытеснения вплоть до критических значений давлений прорыва, существенно превосходящих критические значения прорыва при вытеснении водой. Определена структура этой пленки и два режима роста пленки, переход между которыми определяется значением управляющего параметра, а именно, скоростью теплоотвода от границы раздела углеводород-графеновый нанофлюид. Проведена верификация результатов по вытеснению нефти нанофлюидом при различных концентрациях графеновых частиц в опытах на серийной лабораторной установке на образцах кернов из нефтяных скважин.

Полученные результаты являются новыми, важными и интересными работа выполнена на высоком научном уровне, личный вклад диссертанта является определяющим.

По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в международные базы данных Web of Science и Scopus, и 2 статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК. Получен патент на разработанную установку. Работы неоднократно докладывались на всероссийских и международных конференциях.

У меня имеются следующие вопросы и замечание.

1. При описании роста пленки утверждается, что данный процесс «является фазовым переходом первого рода». При этом плотность графеновых наночастиц в новой фазе (пленке) существенно выше, чем в разбавленном нанофлюиде. Но тогда

соответствующие уравнения, описывающие кинетику перехода, должны наряду с теплопереносом учитывать и массоперенос. В автореферате отсутствует упоминание об этом процессе. Почему массоперенос не учитывается в модели роста пленки?

2. В связи с предыдущим замечанием, зависит ли значение управляющего параметра (скорости теплоотвода), определяющего режим роста пленки от концентрации частиц графена в наноплюиде?
3. На странице 11 автореферата указано, что в для верификации результатов полученных на оригинальной установке проводились эксперименты по вытеснению нефти наноплюидами из образцов карбонатных кернов с пористостью 13%. Не совсем понятно, как при такой пористости и размерах цилиндрических кернов в 3 см в диаметре и 3 см высотой объем пор мог достигать  $3,976 \text{ см}^3$ .

В целом, основываясь на публикациях автора и содержании автореферата, следует считать, что диссертация Сафаргалиева Руслана Фаридовича «Термодинамические условия устойчивости границы раздела «углеводород-графеновый наноплюид» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует всем требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор Сафаргалиев Руслан Фаридович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Директор ИБРАЭ РАН  
д.ф.-м.н.



Матвеев Леонид Владимирович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем безопасного развития атомной энергетики  
Российской академии наук.

115191 г. Москва, ул. Большая Тульская, 52

Телефон: +7(495) 955-2247

Email: matweev@ibrae.ac.ru