

## ОТЗЫВ

**научного консультанта** о диссертационной работе, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, Ушаковой Александры Сергеевны «Научно-методические основы и условия применения закачки воздуха в пласт для освоения трудноизвлекаемых запасов»

Знакомясь со стилем и особенностями работ Александры Сергеевны Ушаковой, любой образованный человек вспоминает слова великого русского ученого Михаила Васильевича Ломоносова:

*Математику уже затем учить следует, что она ум в порядок приводит*

Александра Сергеевна, великолепно владея математическим аппаратом, с помощью математики «приводит в порядок» выдвигаемые, порой на первый взгляд умозрительные, научные теории. Но, учитывая ее жизненный и научный путь, по другому быть и не могло.

Ушакова Александра Сергеевна 1983 г. рождения, выросла в Москве в семье сотрудников двух институтов, входящих в структуру Академии наук СССР, Института космических исследований и Института прикладной математики. Дедушка и бабушка Александры Сергеевны были ближайшими сотрудниками Нобелевского лауреата Петра Леонидовича Капицы, и работали в рамках специальных оборонных исследований над созданием магнетрона, в тот момент – «сердца» радиолокаторов. Поэтому пользуясь сегодня микроволновой печью, мы должны сказать спасибо в том числе и родным диссертанта.

Среднее образование Александра Сергеевна получила в школе с углубленным изучением математики №21, являющейся одной из лучших школ Москвы и имеющей давние традиции сотрудничества с мехматом МГУ. А в 2006 г. она окончила Физический факультет Московского Государственного

Университета им. М.В. Ломоносова по специальности «физика конденсированного состояния вещества» с полным баллом 5.0 и золотой медалью МГУ, несмотря на то, что к моменту защиты диплома она уже стала матерью. Дипломная работа была подготовлена в научной группе под руководством вице-президента РАН А.Р. Хохлова. После защиты диплома о высшем образовании (2006 г.) поступила в аспирантуру на Физический факультет МГУ и в 2009 году успешно защитила кандидатскую диссертацию по физико-математическим наукам по двум специальностям 02.00.06 — высокомолекулярные соединения и 01.04.07 — физика конденсированного состояния вещества на тему «Теоретическое изучение роли амфи菲尔ности макромолекул и низкомолекулярных веществ в структурообразовании». За время учебы в аспирантуре, несмотря на ряд предложений вести научную работу за границей, Александра Сергеевна приняла решение остаться в России, тем более что к этому времени она уже стала матерью троих детей.

Наше знакомство и начало многолетнего научного общения и сотрудничества состоялось в 2010 году, когда я читал лекции в рамках курса повышения квалификации для сотрудников ОАО «Зарубежнефть», где Александра Сергеевна работала с 2009 г. Из числа ее коллег Александра Сергеевна выгодно отличалась дотошностью в изучении любого, самого на первый взгляд незначительного вопроса физики пласта. Собственно говоря, начиная с 2009 года, и начинается ее научная деятельность в области термических методов увеличения нефтеотдачи пластов, которой она занималась в структуре ОАО «Зарубежнефть», под непосредственным руководством д.т.н. Аркадия Анатольевича Боксермана, в должности старшего (2009-2012 гг.), затем главного специалиста (2012-2017 гг.). Как я уже упоминал, Александра Сергеевна параллельно получила дополнительное образование в РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина по программе «нефтегазовое дело», блестяще защитив дипломную работу по теме «Применение термогазового метода увеличения

нефтеотдачи на месторождениях баженовской свиты» (2011 г.). Как мы все прекрасно помним, именно А.А. Боксерман является основоположником технологии термогазового воздействия, и написанная под его контролем работа отражала актуальный уровень развития технологии на тот момент времени. С этого момента исследования кинетики внутрипластовых окислительных процессов является одним из магистральных направлений научной деятельности А.С. Ушаковой.

Как один из немногих квалифицированных отечественных специалистов в этой области, в 2012-2014 гг. она по совместительству выполняла работы по термогидродинамическому моделированию для ООО "Салым Петролеум Девелопмент" (где, с подачи А.А. Боксермана, велись работы по возможному применению технологии термогазового воздействия на Средне-Салымском месторождении), лабораторные исследования в Казанском Федеральном Университете (на химическом факультете (2015-2017 г), теоретические разработки в Институте нефтехимического синтеза ИНХС РАН (2017-2019 гг.). Во время этой работы Александра Сергеевна познакомилась с ведущими мировыми специалистами в области внутрипластового горения, такими как Гордон Мур, Алекс Турта, Джон Белгрейв, Раджеш Мехта, Мэтью Урсенбах, Берна Хасхакер и д.р., со многими из которых поддерживает дружескую научную переписку. Например, предложенная Александрой Сергеевной модель накопления радикалов при описании процесса горения была настолько удачной, что с разрешения и со ссылкой на автора была использована Алексом Туртой при оформлении основного информационного интернет ресурса посвященного технологиям внутрипластового горения.

С 2019 года по настоящее время работает в Институте элементоорганических соединений РАН в должности старшего научного сотрудника и с 2022 в НПО «Нефтегазтехнология», где кроме тематики химии и физики горения нефти, продолжает теоретические исследования макромолекул,

обладающих гидрофильными и гидрофобными свойствами, в том числе применительно к их воздействию на нефтяной пласт.

С 2017 по 2019 г. работала приглашенным специалистом (PhD) в Китайской народной республике в Юго-западном нефтяном университете провинции Сычуань в лаборатории Методов увеличения нефтеотдачи под руководством члена научно технического совета Китайской национальной нефтегазовой корпорации (CNPC) профессора Пу Ванфей. Основными направлениями исследований являлись: внутрипластовые окислительные процессы для различных геологических условий и видов углеводородного сырья и взаимодействие полимерных систем с модифицированными наночастицами различного состава. По обоим направлениям работы вместе с китайскими коллегами А.С. Ушакова опубликовала многочисленные работы в зарубежных научных журналах, в том числе относящихся к Q1. В Китае Александра Сергеевна имела возможность ознакомиться с передовыми научными и промышленными достижениями КНР, что стало для нее мотивирующим фактором для движения нефтегазовой науки. Этому способствовал и тот факт, что за время работы в Китае Александра Сергеевна помимо английского языка, которым она владеет свободно, вместе со старшей дочерью приобрела владение и китайским языком, который, как известно, является одним из самых сложных в мире! При этом ей не помешал тот факт, что она стала матерью в пятый раз.

Строго говоря, во время работы в ОАО «Зарубежнефть», ФГБОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет», Юго-западный нефтяной университет (г. Чэнду, КНР), ИНЭОС РАН и НПО «Нефтегазтехнология» основными направлениями исследований доктора наук являлись: лабораторные и теоретические исследования кинетики окисления углеводородов, в том числе в термобарических условиях нефтяных месторождений и в присутствии породы и пластовых флюидов, а также построение физико-математических моделей внутрипластового горения и

термогазового воздействия и их адаптации по данным промысловых исследований, проведенных в рамках опытно-промышленных работ. При этом, в отличие от общепринятого подхода, Александра Сергеевна использует не коммерческие программные продукты, а разрабатывает свои оригинальные модели, адекватные физико-техническим явлениям в нетипичных геолого-физических условиях.

Во время работы во всех вышеперечисленных организациях Александра Сергеевна показала себя, как высококвалифицированный специалист, обладающий нестандартным мышлением и творческими способностями. С учетом признанной за рубежом высокой научно квалификации, А.С. Ушакова неоднократно приглашалась в качестве рецензента статей, посвященных вопросам окисления углеводородов, в таких зарубежных журналах как Fuels, Journal of Petroleum Engineering и д.р.

Тема диссертационной работы, выбранная автором, весьма актуальна и имеет существенную научную и практическую значимость, и, в то же время, является слабо изученной. Фактически в отечественной практике вопрос воспламенения нефти в пластовых условиях никогда системно не исследовался, а в большинстве случаев при проектировании внутрипластового горения и термогазового воздействия авторы пользовались формулой Тадема (предложенной еще в 1959 г.) несмотря на ее низкую точность и достоверность. При этом актуальность проблемы никогда не оспаривалась, но не находила практического решения из-за стоящих перед исследователями экспериментальных и теоретических трудностей.

В своей работе диссидентант показывает ограниченность существующих методов описания воспламенения и горения нефти в пластовых условиях, и обоснованно предлагает уйти от использования теории «теплового воспламенения», поскольку теория «цепного воспламенения» позволяет построить физико-химическую модель, обладающую гораздо более высокой

точностью и прогнозируемостью для условий пласта.

Для изучения физико-химических процессов, протекающих при горении нефти в пластовых условиях, автор разрабатывает и применяет на практике новые научно-методические решения для лабораторных исследований в рамках безмодельной кинетики, что из-за своей объективной сложности является малораспространенным методом, даже в области фундаментальных физико-химических исследований. Исследования проводились с соблюдением критериев подобия для различных типов нефей отечественных и зарубежных месторождений. На основе проведенных лабораторных экспериментов автор разрабатывает математические модели, описывающие изменение термодинамического и компонентного состояния системы нефть - пластовые флюиды – пласт и термогеохимические критерии воспламенения нефти, учитывающие такие ранее не рассмотренные факторы, как наличие защемленной и сорбированной нефти в пласте, наличие закрытых и тупиковых пор . Полученные модели автор использует при описании результатов опытных работ по закачке в пласт воздуха для месторождений трудноизвлекаемых запасов России и Республики Беларусь. Разработанные автором методы описания внутрипластовых окислительных процессов используются профильными специалистами Республики Беларусь при проведении лабораторных и промысловых исследований.

На текущий момент автором по теме диссертации опубликовано 29 печатных работ, из них 23 из списка ВАК по специальности опубликованы в таких журналах, как: «Нефтяное хозяйство», «Нефтепромысловое дело», и др.; 18 публикаций входит базу данных SCOPUS; 3 патента РФ, программа ЭВМ.

Считаю, что представленная автором работа «Научно-методические основы и условия применения закачки воздуха в пласт для освоения трудноизвлекаемых запасов» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук, а автор

этой работы заслуживает присуждения ей искомой степени доктора технических наук по специальности 2.8.4 – разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. По моему мнению, Александра Сергеевна Ушакова – талантливый исследователь в области физики пласта и в области создания научных основ разработки месторождений нефти и газа термическими методами, блестящий представитель когорты молодых ученых, получившая научное признание у зарубежных коллег, достойная продолжательница лучших традиций российской научной школы

Прошу членов Диссертационного совета поддержать его работу, и отдать свои голоса за присуждение искомой научной степени Ушаковой Александре Сергеевне.

Доктор технических наук, главный  
научный сотрудник Федерального  
государственного бюджетного  
учреждения науки Института проблем  
нефти и газа Российской академии наук.

119333, г. Москва, ул. Гу  
этаж, +7 (499) 135-73-71.

Н. Н. Михайлов

[folko200@mail.ru](mailto:folko200@mail.ru)

<https://www.ipng.ru/>