

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.23, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 29 июня 2018 года публичной защиты диссертации Абдусалямова Артема Вячеславовича «Формирование композиции противотурбулентной присадки и её физико-химические и реологические свойства» по научной специальности 02.00.04 – Физическая химия на соискание учёной степени кандидата химических наук.

Присутствовали 18 из 25 членов диссертационного совета, из них 9 докторов наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия:

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Мамаев А. И., доктор химических наук, профессор,<br>председатель диссертационного совета,                | 02.00.04 |
| 2. Борило Л. П., доктор технических наук, профессор,<br>заместитель председателя диссертационного совета,   | 02.00.01 |
| 3. Водянкина О. В., доктор химических наук, профессор,<br>заместитель председателя диссертационного совета, | 02.00.04 |
| 4. Кузнецова С. А., кандидат химических наук, доцент,<br>учёный секретарь диссертационного совета,          | 02.00.01 |
| 5. Баранникова С. А., доктор физико-математических наук, доцент,  | 02.00.01 |
| 6. Коботаева Н. С., доктор химических наук,<br>старший научный сотрудник,                                   | 02.00.04 |
| 7. Козик В. В., доктор технических наук, профессор,   | 02.00.01 |
| 8. Колпакова Н. А., доктор химических наук, профессор,  | 02.00.01 |
| 9. Коршунов А. В., доктор химических наук, доцент,  | 02.00.01 |
| 10. Курзина И. А., доктор физико-математических наук, доцент,   | 02.00.01 |
| 11. Малиновская Т. Д., доктор химических наук, профессор,   | 02.00.01 |
| 12. Манжай В. Н., доктор химических наук,   | 02.00.04 |
| 13. Отмахов В. И., доктор технических наук, профессор,  | 02.00.04 |
| 14. Паукштис Е. А., доктор химических наук,<br>старший научный сотрудник,                                   | 02.00.04 |
| 15. Сачков В. И., доктор химических наук, доцент,   | 02.00.01 |
| 16. Соколова И. В., доктор физико-математических наук, профессор,   | 02.00.04 |
| 17. Филимошкин А. Г., доктор химических наук, профессор,  | 02.00.04 |
| 18. Чайковская О. Н., доктор физико-математических наук, доцент,  | 02.00.04 |

**Заседание провёл председатель диссертационного совета доктор химических наук, профессор Мамаев Анатолий Иванович.**

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение учёной степени – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить А. В. Абдусалямову учёную степень кандидата химических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.23,  
созданного на базе федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»  
Министерства образования и науки Российской Федерации,  
по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 29.06.2018 № 19

О присуждении **Абдусаламову Артему Вячеславовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация **«Формирование композиции противотурбулентной присадки и её физико-химические и реологические свойства»** по специальности **02.00.04** – Физическая химия принята к защите 24.04.2018 (протокол заседания № 18), диссертационным советом Д 212.267.23, созданном на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 748/нк от 22.06.2016 г.).

Соискатель **Абдусаламов Артем Вячеславович**, 1990 года рождения.

В 2013 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

В 2016 году соискатель очно окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности инженера-исследователя отдела «Новые материалы для электротехнической и химической промышленности» в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Работа выполнена на кафедре высокомолекулярных соединений и нефтехимии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации и в лаборатории коллоидной химии нефти Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук Федерального агентства научных организаций.

Научный руководитель – доктор химических наук, **Манжай Владимир Николаевич**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория коллоидной химии нефти, старший научный сотрудник; по совместительству – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра высокомолекулярных соединений и нефтехимии, профессор.

Официальные оппоненты:

**Кряжев Юрий Гаврилович**, доктор химических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем переработки углеводородов Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория зеленой химии, главный научный сотрудник

**Шарифуллин Андрей Виленович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра «Химической технологии переработки нефти и газа», профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук**, г. Новосибирск, в своем положительном отзыве, подписанным **Захаровым Владимиром Александровичем** (доктор

химических наук, профессор, лаборатория каталитической полимеризации, главный научный сотрудник), **Мацько Михаилом Александровичем** (кандидат химических наук, лаборатория каталитической полимеризации, главный научный сотрудник), указала, что актуальность исследования определяется возможностью использования разработанного физико-химического метода для промышленного получения маловязких противотурбулентных присадок суспензионного типа с более высоким содержанием полезного вещества (полимера до 30 %) по сравнению с традиционными противотурбулентными присадками растворного типа (10 %). Автором впервые теоретически обосновано и практически доказано, что понижение температуры перекачиваемой жидкости сопровождается уменьшением «оптимальной» концентрации полимера, при которой достигается максимальная величина эффекта; установлено, что уменьшение величины эффекта снижения гидродинамического сопротивления при многократном прохождении разбавленного раствора полимера через цилиндрический канал при малых напряжениях сдвига является следствием не только деструкции полимерных цепей, но и распада крупных надмолекулярных ассоциатов, состоящих из нескольких взаимно перепутанных макромолекулярных клубков; экспериментально определены физико-химические условия формирования стабильной суспензии полимера из истинного раствора высокомолекулярного полигексена при осаждении его из многокомпонентной смеси; предложена методика формирования низкозастывающей композиции суспензионной присадки, которая по своим физико-химическим свойствам и противотурбулентным показателям не уступает лучшим импортным аналогам. Полученные результаты расширяют представления о процессах и способах получения суспензионных композиционных материалов из истинных растворов сверхвысокомолекулярных полимеров. Научно-техническая информация полученного патента на состав и способ формирования суспензионной присадки может быть использована при разработке отечественной промышленной технологии.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 19 работ, из них в рецензируемых научных изданиях

опубликовано 5 работ (среди них 2 статьи в российских научных журналах, переводные версии которых индексируются Web of Science, и 2 статьи в российских научных журналах, индексируемых Scopus), в сборниках материалов международных и всероссийских научных и научно-практических конференций и симпозиума опубликовано 12 работ (из них 1 статья в сборнике материалов конференции, индексируемом Web of Science), на официальном сайте Российской академии наук опубликована 1 работа; получен 1 патент Российской Федерации. Общий объем работ – 4,33 а.л., авторский вклад – 2,99 а.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора:

1. **Абдусалямов А. В.** Антитурбулентные присадки суспензионной формы для трубопроводного транспорта нефти / А. В. Абдусалямов, В. Н. Манжай // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2013. – № 4. – С. 102–106. – 0,24 / 0,14 а.л.

2. Манжай В. Н. Влияние высокомолекулярных эластомеров на турбулентное течение углеводородных жидкостей / В. Н. Манжай, **А. В. Абдусалямов**, Ю. Р. Носикова // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326, № 3. – С. 19–24. – 0,45 / 0,23 а.л.

*Scopus*: **Manzhay V. N.** Influence of high molecular elastomers on a turbulent flow of hydrocarbon liquids / V. N. Manzhay, A. V. Abdusalyamov, Y. R. Nosikova // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering. – 2015. – Vol. 326, is. 3. – P. 19–24.

3. Манжай В. Н. Деградация полимерных растворов при турбулентном течении в цилиндрическом канале / В. Н. Манжай, Ю. Р. Носикова,

**А. В. Абдусалимов** // Журнал прикладной химии. – 2015. – Т. 88, № 1. – С. 125–131. – 0,57 / 0,30 а.л.

*в переводной версии журнала:*

Manzhai V. N. Degradation of Polymer Solutions in a Turbulent Flow in a Cylindrical Channel / V. N. Manzhai, Yu. R. Nosikova, **A. V. Abdusalyamov** // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2015. – Vol. 88, is. 1. – P. 118–123. – DOI: 10.1134/S1070427215010176 (*Web of Science*)

4. Коновалов К. Б. Сравнительное изучение действия противотурбулентных присадок для углеводородных жидкостей / К. Б. Коновалов, **А. В. Абдусалимов**, В. Н. Манжай, М. А. Казарян, В. И. Сачков // Краткие сообщения по физике ФИАН. – 2015. – Т. 42, № 12. – С. 36–42. – 0,31 / 0,15 а.л.

*в переводной версии журнала:*

Konovalov K. B. Comparative study of the effect of antiturbulent additives for hydrocarbon liquids / K. B. Konovalov, **A. V. Abdusalyamov**, V. N. Manzhai, M. A. Kazaryan, V. I. Sachkov // Bulletin of the Lebedev Physics Institute. – 2015. – Vol. 42, is. 12. – P. 356–359. – DOI: 10.3103/S1068335615120064. (*Web of Science*)

5. **Абдусалимов А. В.** Турбулентное течение водонефтяных и модельных водобензиновых эмульсий в присутствии полимерных добавок / А. В. Абдусалимов, Кловис Ле Гран Монкам Монкам, Л. В. Чеканцева, В. Н. Манжай // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 81–84. – 0,29 / 0,16 а.л.

*Scopus:* **Abdusalyamov A. V.** Turbulent flow of water-oil emulsions in the presence of polymer additives / A. V. Abdusalyamov, Clovis Le Grand Monkam Monkam, L. V. Chekantseva, V. N. Manzhai // Neftyanoe khozyaystvo – Oil Industry. – 2016. – Is. 1. – P. 81–84.

На автореферат поступило 6 положительных отзывов. Отзывы представили:  
1. **В. Г. Бондалетов**, д-р техн. наук, доц., профессор инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, *с вопросами:* какой фактор сильнее влияет на энергетические (экономические) затраты при перемещении углеводородов при снижении температуры: увеличение вязкости жидкости или увеличение величины эффекта

СГДС? каким образом влияет растворитель, используемый для приготовления раствора полигексена, на противотурбулентную эффективность присадки при внесении в нефть? и *с замечанием*: в автореферате не обоснован выбор типа сажи.

2. **М. М. Гареев**, д-р техн. наук, проф., заместитель заведующего кафедрой «Транспорт и хранения нефти и газа» Уфимского государственного нефтяного технического университета, *с замечаниями*: из текста автореферата не совсем понятно, какой полимер использовался для получения противотурбулентной присадки; следовало указать физико-химические характеристики использованного образца; в автореферате не во всех случаях указаны условия эксперимента, и не ясно, при какой концентрации полимерного раствора происходила адсорбция полимера на поверхности сажи; в автореферате не описан механизм растворения полученной присадки и появления у неё противотурбулентных свойств.

3. **Н. А. Булычев**, д-р хим. наук, ведущий научный сотрудник отдела люминесценции им. С. И. Вавилова Физического института им. П. Н. Лебедева РАН, г. Москва, *с замечаниями*: приведены исследования по влиянию температуры на эффект Томса только для неполярных жидкостей, с научной точки зрения представляет интерес сравнение влияния температуры на эффект Томса в различных системах полимер-растворитель; технология получения противотурбулентной присадки на основе осаждения полимера из раствора требует регенерации большого объема органических жидкостей, что приводит к необходимости использования громоздких установок по разделению углеводородных жидкостей.

4. **Г. В. Несын**, д-р хим. наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории химических реагентов ООО «НИИ Транснефть», г. Москва, *с замечаниями*: вывод 1 справедлив лишь для лёгких углеводородов – бензина, керосина и газоконденсата; вывод 5 есть частный случай более общего правила о зависимости размеров осажденных частиц полимера от качества осадителя.

5. **Ю. В. Савиных**, д-р хим. наук, старший научный сотрудник лаборатории природных превращений нефти Института химии нефти СО РАН, г. Томск, *с замечанием*: из автореферата не понятно, с какой целью проведены исследования текучести растворов полимеров в нефтяных эмульсиях с высоким

содержанием асфальтосмолистых соединений, если последние соединения не использовались в дальнейшем при формировании суспензионной композиции.

**б. С. И. Вольфсон**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Химия и технология переработки эластомеров» Казанского национального исследовательского технологического университета, *с замечанием*: при изучении реологических свойств необходимо было изучать не только вязкостные, но и упругие характеристики растворов полимеров, оказывающих существенное влияние на гидродинамическое сопротивление потока.

Авторы отзывов на автореферат отмечают, что противотурбулентные присадки, в основу применения которых положен эффект Томса, в настоящее время широко применяются в транспорте углеводородных жидкостей в различных странах мира для снижения гидравлического сопротивления течения при турбулентном режиме течения. В последнее десятилетие ведущие нефтеперерабатывающие компании осуществляют переход от высоковязких антитурбулентных присадок растворного типа с низким содержанием в них полимера на маловязкие присадки суспензионной формы. В России производство таких коллоидных композиций отсутствует, поэтому научно-технологические исследования в этом направлении имеют безусловную актуальность. Автором протестировано большое количество полимеров с различными физико-химическими характеристиками, в том числе импортные противотурбулентные присадки; однозначно установлены причины снижения эффективности всех используемых в настоящее время противотурбулентных присадок при долгом их пребывании в турбулентном потоке и при прохождении через местные гидравлические сопротивления; исследовано влияние низкой температуры на увеличение противотурбулентной эффективности макромолекул; впервые экспериментально доказано, что понижение температуры перекачиваемой жидкости сопровождается уменьшением «оптимальной» концентрации полимера, при которой достигается максимальная величина эффекта; предложена оригинальная идея использования технического углерода – доступного материала, гармонично сочетающегося с сырой нефтью – в качестве антиагломератора для

полимерных частиц; сформирована низкозастывающая композиция присадки, которая по своим технологическим качествам не уступает лучшим импортным, но дорогостоящим аналогам, и найдет применение на практике, поскольку основная часть российской нефти добывается и перекачивается в северных широтах.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **Ю. Г. Кряжев** является одним из основателей научной школы г. Томска по полимерным агентам снижения гидродинамического сопротивления, ведущим специалистом в области физической и полимерной химии по синтезу и изучению физико-химических характеристик нанокompозитов на основе углеродных материалов, металл-углеродных нанокompозитов, содержащих наночастицы переходных металлов, капсулированные в графитоподобную оболочку, формирование слоев наноструктурированного углерода на поверхности хлорполимеров; **А. В. Шарифуллин** является признанным специалистом в области разработки и исследований композиционных присадок, в том числе содержащих нанокompоненты, для снижения гидродинамического сопротивления в нефтепроводах, выявления природы межмолекулярного взаимодействия компонентов и изучения реологических особенностей нефтяных эмульсий; **Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН** известен научными достижениями в области синтеза сверхвысокомолекулярных поли- $\alpha$ -олефинов, способных снижать гидродинамическое сопротивление; в области синтеза и исследований морфологии, структурных особенностей и физико-химических свойств полимерных материалов, в том числе полигексена; фундаментальными исследованиями в области приготовления композиционных материалов с заданными свойствами, содержащих, наряду с полимером, различные углеродные компоненты, и исследованиями систем, содержащих наноразмерные частицы, полимер и растворитель; в области изучения межмолекулярных взаимодействий между компонентами в системе.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

*предложено оригинальное суждение о снижении эффективности добавок в турбулентном потоке при малом напряжении сдвига, которое, в отличие*

от известных и традиционных представлений, объясняется не только деструкцией полимерных цепей и уменьшением их молекулярной массы, но и деградацией полимерных растворов, сопровождающейся распадом надмолекулярных ассоциатов, состоящих из нескольких взаимно переплетенных макромолекулярных цепей;

*доказано*, что при понижении температуры раствора полимера противотурбулентная эффективность макромолекул возрастает, что сопровождается уменьшением величины «оптимальной» концентрации ( $C_{опт.}$ ), необходимой для достижения максимального эффекта снижения гидродинамического сопротивления ( $DR_{MAX}$ );

*доказана перспективность использования новой идеи в практике*, а именно использование технического углерода в качестве стабилизатора суспензии сверхвысокомолекулярного полигексена.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

*доказана* зависимость величины эффекта снижения гидродинамического сопротивления ( $DR$ , %) от величины приращения объёмного расхода ( $\Delta Q$ , м/с), которая позволяет аналитически оценивать влияние различных гидродинамических параметров течения и физико-химических характеристик полимерных растворов на величину энергосбережения, что вносит вклад в расширение представлений о эффекте Томса;

*применительно к проблематике диссертации результативно использован* комплекс базовых физических и физико-химических методов исследования, в том числе турбореометрия, ротационная и вибрационная вискозиметрия, ГПХ, фотоседиментационный анализ, ИК-спектроскопия и др.;

*изложены доказательства* влияния физико-химической природы жидкости на объём макромолекулярного клубка с иммобилизованным растворителем, что при смене растворителя сопровождается изменением приращения объёмного расхода и в конечном случае приводит к изменению величины эффекта снижения сопротивления;

*изложены доказательства*, подтверждающие, что перевод макромолекул из раствора в суспензию методом осаждения происходит без потери

противотурбулентных свойств растворов полимеров, что свидетельствует об отсутствии деструкции полимерных цепей;

*изучено* влияние технического углерода в трехкомпонентной системе полигексен–гексан–технический углерод на величину эффекта Томса и показано, что при избыточном содержании сажи  $m_{т.у.}/m_p > 1$  наблюдается адсорбция макромолекул полигексена на поверхности частиц сажи, сопровождающаяся снижением величины эффекта.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

*определены* физико-химические условия формирования стабильной суспензии полимера из истинного раствора высокомолекулярного полигексена при осаждении его из многокомпонентной смеси;

*представлены* экспериментальные данные, подтверждающие, что сформированная присадка суспензионной консистенции не уступает по противотурбулентной эффективности импортным аналогам.

**Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования.** Полученный теоретический и экспериментальный материал может быть рекомендован для использования в решении научных и прикладных задач физической химии в вузах и в научно-исследовательских организациях России. Результаты исследования могут быть использованы российскими производственными компаниями в области транспортировки нефти и нефтепродуктов, а также сжиженного газа, таких как ПАО «Газпром», ООО «Транснефть».

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*результаты получены* на сертифицированном оборудовании с использованием аттестованных методик. Проведенные исследования построены на известных и проверяемых данных, согласуются с опубликованными экспериментальными данными отечественных и зарубежных ученых, не противоречат современным научным представлениям о закономерностях физико-химических процессов. В исследованиях использованы современные методики сбора и обработки исходной информации;

*достоверность результатов обусловлена воспроизводимостью полученных результатов по влиянию температуры, термодинамического качества растворителя, дегградации предельно разбавленного полимерного раствора, а также способа получения противотурбулентной присадки с сохранением выявленных закономерностей для одинаковых объектов исследования;*

*идея базируется на анализе информации о механизмах взаимодействия компонентов в тройной системе «макромолекула–растворитель–стабилизирующий агент», обобщении передового опыта в области методов получения противотурбулентных присадок коллоидной формы.*

**Новыми являются следующие результаты проведенного исследования:**

*показано, что понижение температуры перекачиваемой жидкости сопровождается уменьшением «оптимальной» концентрации полимера, при которой достигается максимальная величина эффекта СГДС;*

*установлено, что уменьшение величины эффекта при многократном прохождении разбавленного раствора полимера через цилиндрический канал при малых напряжениях сдвига является следствием не только деструкции полимерных цепей, но и распада крупных надмолекулярных ассоциатов, состоящих из нескольких взаимно перепутанных макромолекулярных клубков;*

*экспериментально определены физико-химические условия формирования стабильной суспензии полимера из истинного раствора высокомолекулярного полигексена при осаждении его из многокомпонентной смеси;*

*установлено, что абсорбция макромолекул сверхвысокомолекулярного полигексена на внутренней поверхности капилляров частиц сажи в трехкомпонентной системе полимер–растворитель–технический углерод отсутствует;*

*установлены физико-химические условия формирования стабильной суспензии полимера из истинного раствора высокомолекулярного полигексена при осаждении его из многокомпонентной смеси, а также сформирована присадка суспензионной консистенции, не уступающая по противотурбулентной эффективности импортным аналогам.*

**Личный вклад соискателя состоит в:** непосредственном участии соискателя в получении исходных данных и научных экспериментах, обработке и интерпретации экспериментальных данных, выполненных лично автором или при участии автора, подготовке основных публикаций и патентной заявки по выполненной работе.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, заключающейся в физико-химическом обосновании метода получения полимерной присадки на основе высших поли- $\alpha$ -олефинов суспензионной формы, растворимой в углеводородных жидкостях, и установлении закономерностей влияния полимерных макромолекул на скорость турбулентного течения жидкостей в цилиндрическом канале в широком интервале температур, имеющей значение для развития физической химии.

На заседании 29.06.2018 диссертационный совет принял решение присудить **Абдусаламову А. В.** ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 9 докторов наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Мамаев Анатолий Иванович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Кузнецова Светлана Анатольевна

29.06.2018

