

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 511.001.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ И ГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ», ПАО «ГАЗПРОМ», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 28 сентября 2022 г., № 01-16  
О присуждении Тройниковой Анне Александровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование методов предупреждения гидратообразования на газовых и газоконденсатных месторождениях» по специальности 25.00.17 - «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» принята к защите 21 июля 2022 года, протокол заседания № 01-13, диссертационным советом Д 511.001.01, созданным на базе Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИГАЗ» (ООО «Газпром ВНИИГАЗ»), ПАО «Газпром», 142717, РФ, Московская обл., г.о. Ленинский, пос. Развилка, Проектируемый проезд № 5537, зд. 15, стр. 1, приказ Минобрнауки России от 11.04.2012 г., № 105/нк.

Соискатель, Тройникова Анна Александровна, 20 ноября 1990 года рождения.

В 2013 году окончила ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» по специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

В 2017 году окончила аспирантуру ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ПАО «Газпром».

В настоящее время работает научным сотрудником лаборатории

промысловых газогидратных, адсорбционных и мембранных технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ПАО «Газпром».

Диссертация выполнена в лаборатории промысловых газогидратных, адсорбционных и мембранных технологий Центра промысловых технологий добычи газа ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ПАО «Газпром».

Научный руководитель – Истомин Владимир Александрович, профессор, доктор химических наук, главный научный сотрудник лаборатории промысловых газогидратных, адсорбционных и мембранных технологий ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ПАО «Газпром».

Официальные оппоненты:

1. Хлебников Вадим Николаевич, доктор химических наук, профессор кафедры «Физической и коллоидной химии» ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (г. Москва),

2. Касперович Александр Геннадьевич, кандидат технических наук, ведущий инженер отдела аналитического мониторинга и прогноза Общества с ограниченной ответственностью «Газпром переработка» (ООО «Газпром переработка») (г. Санкт-Петербург)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН «Институт проблем нефти и газа РАН» (г. Москва) в своем положительном отзыве, подписанном кандидатом технических наук, заведующим лабораторией газонефтеконденсатоотдачи пластов имени С.Н. Закирова Аникеевым Д.П. и кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории аэрокосмических методов геоэкологического мониторинга нефтегазоносных областей криолитозоны Тупысевым М.К., утвержденном директором Закировым Э.С., сделала вывод, что диссертационная работа Тройниковой А.А. является законченным научно-квалификационным исследованием, результаты которого «имеют существенное значение для решения важной и актуальной научной задачи – повышение

эффективности предупреждения гидрато- и льдообразования в скважинах и системах внутрипромыслового сбора газа с учетом новых особенностей эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений».

Соискатель имеет 22 опубликованных работ, 13 работ по теме диссертации, включая 7 статей в рецензируемых изданиях из перечня ВАК и 6 тезисов докладов. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ составляет 53 стр., из которых на долю автора приходится около 68%. В диссертации Тройниковой Анны Александровны отсутствует заимствованный материал без ссылки на авторов и источник заимствования; отсутствуют результаты научных работ, выполненных соискателем в соавторстве, без ссылок на соавторов; отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Нефедов, П.А. Особенности кинетики гидратообразования метана в водных растворах электролитов / П.А. Нефедов, А.А. Джеджерова, В.А. Истомин В.А. и др. // Научно-технический сборник «Вести газовой науки»: Проблемы эксплуатации газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. - 2014.- №2 (18). - С.83-89. *Автором разработана методика проведения экспериментов, проведены эксперименты в растворах хлорида натрия различной концентрации, осуществлена их математическая обработка.*

2. Истомин, В.А. Особенности предупреждения льдо- и гидратообразования в системах сбора газа на поздней стадии эксплуатации сеноманских залежей месторождений Западной Сибири / В.Г. Квон, А.А. Тройникова, П.А. Нефедов // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2016 - № 2. - С. 25-30. *При непосредственном участии автора обозначены особенности льдо- и гидратообразования в системах сбора газа на поздней стадии эксплуатации сеноманских залежей месторождений*

*Западной Сибири, предложена схема расчета удельного расхода метанола для предупреждения образования совместно и льда, и гидратов.*

3. **Тройникова, А.А.** Экспериментальные исследования ингибиторов гидратообразования на основе солей хлоридов двухвалентных металлов / А.А. Тройникова, В.А. Истомин и др. // Научно-технический сборник «Вести газовой науки»: Проблемы эксплуатации газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. - 2017. - № 2. - С. 104-109. *Автором проведены эксперименты в растворах ингибиторов гидратообразования на основе хлоридов двухвалентных металлов различной концентрации, осуществлена их математическая обработка.*

4. Истомин, В.А. Гидратообразование при добыче газа на Чаяндинском НГКМ. Часть 1. Призабойная зона / В.А. Истомин, Д.М. Федулов, Д.В. Сергеева, В.Г. Квон, В.Б. Крапивин, **А.А. Тройникова**, Ю.А. Герасимов // Газовая промышленность. - 2022. - № 2. - С. 34-42. *Автором выполнен анализ особенностей образования гидратов в призабойной зоне Чаяндинского НГКМ и представлено обсуждение рисков гидратообразования в призабойной зоне пласта.*

5. Истомин, В.А. Гидратообразование при добыче газа на Чаяндинском НГКМ. Часть 2. Газоконденсатные скважины / В.А. Истомин, В.Б. Крапивин, **А.А. Тройникова** и др. // Газовая промышленность. - 2022. - № 3. - С. 20-26. *Автором проанализированы особенности термобарических режимов скважин Чаяндинского НГКМ и проведены расчеты фазового равновесия «газ с парами воды – гидрат» с последующим их описанием.*

6. Истомин, В.А. Анализ термобарических режимов работы эксплуатационных скважин Чаяндинского НГКМ / В.А. Истомин, Д.В. Изюмченко, В.Б. Крапивин, **А.А. Тройникова** и др. // Научно-технический журнал «Наука и техника в газовой промышленности». - 2022.- № 2. - С.39-48. *При участии автора проанализированы термобарические характеристики*

*эксплуатационных скважин Чаяндинского НГКМ и проведена классификация режимов работы эксплуатационных скважин.*

7. Истомин, В.А. Особенности применения метанола для предупреждения гидратообразования в скважинах Чаяндинского НГКМ / В.А. Истомин, Д.В. Изюмченко, В.Б. Крапивин, **А.А. Тройникова** и др. // Научно-технический журнал «Нефтегазохимия». - 2022. - № 1-2. - С.60-67. *С участием автора произведены расчеты удельного расхода ВМР, обеспечивающих предупреждение гидратообразования в скважинах Чаяндинского НГКМ при реализации различных сценариев водопроявлений.*

На автореферат диссертации Тройниковой А.А. в диссертационный совет поступило 10 отзывов. Все отзывы положительные:

1) Заведующего лабораторией фильтрации Сколковский институт науки и технологий, к.т.н. Зобова П.М.

**Замечания:** 1. изучено только два электролита; 2. выбран узкий концентрационный диапазон с точки зрения построения кинетической модели роста гидратов в электролитных системах.

2) Начальника Отдела охраны окружающей среды филиала «Газопромисловое управление» ООО «Газпром добыча Ямбург», к.т.н. Лобастовой Г.С.

3) Начальника технического отдела ООО «Газпром добыча Иркутск» Башарова А.Р.

4) Главного научного сотрудника ИКЗ ТюмНЦ СО РАН, д.х.н. Нестерова А.Н.

**Замечания:** 1. определение «кинетический ингибитор (КИ)» применительно к исследуемым растворам солей представляется неудачным; 2. из автореферата не ясно, одинаковое ли количество воды использовалось в кинетических экспериментах. Поэтому, для количества, поглощенного газ при гидратообразовании (рис. 1,2) точнее было бы указать не абсолютное значение поглощенного газа, а относительное, приведенное на единицу массы воды в

раствор; 3. что такое промышленный ингибитор на основе хлорида кальция? данных только о концентрации хлорида кальция (вероятно основного компонента) недостаточно, чтобы рассчитать равновесные условия и движущую силу гидратообразования; 4. чем фактические концентрации  $X_m$  и  $X_s$  (уравнение 2) отличаются от массовых концентраций  $M_m$  и  $M_s$  (уравнение 4); 5. в чем смысл разработки двух методик расчета  $\Delta T$  – по эффективным и средневзвешенным значениям? Возможно, существуют особые (предпочтительные) условия использования каждой из них, или они обеспечивают одинаковый результат?

5) Руководителя режимно-расчетной группы отдела мониторинга технологических процессов добычи, сбора, подготовки газа и газового конденсата инженерно-технического центра ООО «Газпром добыча шельф Южно-Сахалинск», к.т.н. Снежко Д.Н.

6) Доцента кафедры «Теоретические основы разработки месторождений нефти и газа» ФГБОУ «Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова», к.т.н. Ершова С.Е.

7) Главного научного сотрудника лаборатории клатратных соединений ФГБУН Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук, д.х.н. Манакова А.Ю.

**Замечания:** 1. Автором не указано, откуда был взят общий вид кинетического уравнения (1), которое описывает экспериментальные кривые гидратообразования. Это литературные данные, или полученный автором результат? Насколько хорошо уравнение описывает экспериментальные данные при выбранных значениях коэффициентов? 2. Этот же вопрос можно задать по поводу предложенных в 3-й главе корреляций. Общий вид уравнений взят из литературы, или предложен автором? 3. Автор использует термин «кинетический ингибитор» по отношению к растворенным солям, т.к. эти соли замедляют скорость образования гидрата. В литературе термин «кинетический ингибитор» обычно используется для обозначения веществ, увеличивающих

время нуклеации гидратов в системе. Лучше, все-таки, использовать термины в их общепринятом значении.

8) Главного научного сотрудника лаборатории техногенных газовых гидратов ИПНГ СО РАН, ЯНЦ СО РАН, д.т.н., к.ф.-м.н. Рожина И.И.

**Замечания:** 1. Из автореферата не ясно – почему во всех экспериментах движущая сила в кинетической модели скорости гидратообразования в растворах ингибиторов, основанная на разнице экспериментальной и равновесной летучестей газа (метана), принимается фиксировано и равной определенному числовому значению (см. рис. 1 и 2); 2. В автореферате не отражено – как определяется оптимальная концентрация метанола в водометанольном растворе, подаваемого в скважины и системы сбора газа для предупреждения солеотложений при появлении в продукции скважин высокоминерализованных пластовых вод; 3. На стр. 19 автореферата написано, что условия гидратообразования в скважине Чаяндинского НГКМ достигаются на расстоянии 1200 м от ее устья. Каким образом определены температурные профили на рис. 3 и 4, а также вышеуказанный интервал образования гидратов, тогда как на рис. 3 точка начала выпадения гидратов расположена гораздо ниже этой отметки?

9) Генерального директора ООО «ДжиЭсЭм Кемикэл-Удобрение», к.х.н. Игумнова С.Н.

**Замечания:** 1. Известно, что электролиты, в особенности растворы хлоридов, обладают очень высокой коррозионной активностью, что ограничивает возможности по их использованию, хранению и перевозке. Существуют ли на текущем уровне техники какие-то способы преодолеть подобные недостатки, связанные с применением электролитов. 2. Система хлорид кальция-вода имеет эвтектическую точку  $-50^{\circ}\text{C}$ , однако концентрационный диапазон существования раствора при температурах, при которых состав работает как наиболее эффективный ингибитор гидратообразования, очень узкий (кривая ликвидус имеет очень крутой наклон).

Есть ли способы расширить границы применимости составов на основе хлорида кальция? 3. В тексте автореферата содержится ряд аббревиатур, к которым не приводится расшифровка.

10) Ведущего научного сотрудника лаборатории гидратных технологий утилизации и хранения парниковых газов ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», к.х.н. Стопорева А.С.

**Замечания:** 1. Может ли быть замедление роста гидрата в растворах электролитов обусловлено термодинамикой процесса. 2. В автореферате не хватает таблицы со всеми параметрами экспериментов (температура, давление, концентрация ингибитора, скорость перемешивания). 3. В качестве рекомендации отмечу целесообразность проведения дополнительных исследований гидратообразования в эмульсиях раствор ингибитора/конденсат Чайдинского НГКМ.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в данной отрасли науки, многолетним опытом научной и практической работы, наличием научных достижений, публикаций и разработок в области изучения газовых гидратов и их предупреждения в системах сбора и добычи газа.

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

- разработана методика проведения кинетических исследований стадии роста частиц гидрата метана в минерализованных растворах;

- обнаружен эффект существенного уменьшения скорости роста гидратов в растворах электролитов с ростом концентрации ингибитора в сопоставимых условиях (при той же движущей силе процесса);

- предложена методика определения термодинамических параметров в технологических расчетах расхода смесевых (многокомпонентных) ингибиторов гидратообразования;

- установлены новые термодинамические особенности гидратообразования

на низкотемпературных месторождениях Восточной Сибири;

- усовершенствована методика предупреждения гидратообразования в эксплуатационных скважинах месторождений с низкими пластовыми температурами и при использовании смесевых ингибиторов (метанол+пластовая высокоминерализованная вода).

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

- предложена уточненная методика расчета расхода ингибиторов гидратообразования применительно к смесевым составам ингибиторов;

- получены экспериментальные данные по кинетике образования гидрата метана в растворах хлоридов натрия и кальция, проведено сопоставление полученных результатов с данными по кинетике гидратообразования в водных растворах этиленгликоля;

- установлены термодинамические особенности процесса гидратообразования в призабойной зоне пласта и в стволах скважин месторождений Восточной Сибири.

**Практическая значимость полученных соискателем результатов исследований заключается в том, что:**

- разработаны и внедрены нормативные документы (методики и практические рекомендации) по предупреждению гидрато- и льдообразования в системах «пласт–скважина–газосборная сеть» месторождений Западной и Восточной Сибири, направленные на снижение эксплуатационных затрат за счет оптимизации расхода ингибиторов гидратообразования;

- предложена кинетическая модель процесса образования гидратов в растворах электролитов, позволяющая оценивать скорость процесса для различных составов электролитов.

**Оценка достоверности результатов исследования подтверждается:**

- обобщением и анализом отечественных и зарубежных научных работ и публикаций по теме исследования;

- проведением комплекса лабораторных исследований ингибиторов гидратообразования с использованием актуальных методик на современном оборудовании;

- непротиворечивостью полученных результатов ранее опубликованным научным работам по теме исследования.

**Основные результаты диссертационной работы в достаточной степени** освещены в печатных изданиях, а также доложены и обсуждены на международных и всероссийских научно-практических конференциях и семинарах.

**Личный вклад соискателя состоит** в ведущей роли при анализе литературных данных, проведении лабораторных исследований, обработке и интерпретации результатов, разработке расчетно-методических основ использования смесевых ингибиторов гидратообразования на газовых и газоконденсатных месторождениях, а также анализе новых особенностей гидратообразования и льдообразования на месторождениях Западной и Восточной Сибири.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Диссертация Тройниковой Анны Александровны является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение научной задачи по повышению эффективности предупреждения гидрато- и льдообразования в скважинах и системах внутрипромыслового сбора газа с учетом новых особенностей эксплуатации газовых и газоконденсатных месторождений, что вносит большой вклад в развитие нефтегазовой отрасли страны и отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842.

На заседании 28 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение: **За решение актуальной научной задачи по повышению эффективности предупреждения гидрато- и льдообразования в скважинах и**

системах внутрипромышленного сбора, имеющей значение для развития нефтегазовой отрасли страны в области добычи газа, присудить Тройниковой Анне Александровне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

**Председатель диссертационного  
совета, д.т.н., профессор**

**Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
д.ф.-м.н.**

*28 сентября 2022 года*

**Потапов Александр  
Григорьевич**

**Бузников Никита  
Александрович**