

УТВЕРЖДАЮ

Директор

чл.-корр. РАН В.Н. Глиных

«02» февраля 2026 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Портнягина Альберта Серафимовича  
на тему: «Особенности образования газовых гидратов при добыче нефти методом  
полимерного заводнения на месторождениях юго-западной Якутии»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
1.6.7. – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Диссертационная работа Портнягина А.С. посвящена экспериментальному изучению образования газогидратов для систем и условий, характерных для разработки нефтяных месторождений юго-западной Якутии с применением методов увеличения нефтеотдачи на основе полимерного заводнения.

Актуальность диссертационной работы не вызывает сомнения, так как месторождения нефти восточной Сибири, являются сырьевой базой для осуществления крупных энергетических проектов, связанных с развитием ресурсной базы РФ и экспортом углеводородного сырья в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Разработка нефтяных месторождений юго-западной Якутии дополнительно осложнена аномально низкими пластовыми температурами и давлением, высокой минерализацией пластовой воды, а также наличием мощного приповерхностного слоя многолетнемерзлых пород (ММП). Таким образом, пластовые условия в изучаемом районе соответствуют термобарическим условиям существования газогидратов пластовых углеводородных газов.

Образование газогидратов в процессе разработки является одним из основных осложнений при эксплуатации месторождений Восточной Сибири. Образование газогидратов в породе коллектора приводит к закупориванию пор, а, следовательно, к снижению темпов отбора и коэффициенту извлечения нефти в целом. Образование газогидратов в добывающем оборудовании уменьшает пропускную способность систем добычи и может приводить к авариям и остановке отдельных скважин, дополнительным затратам на проведение антигидратных мероприятий.

Поэтому важными задачами является изучение рисков образования гидратов внутрипластовых газов как в поровом пространстве продуктивных коллекторов (будет влиять на эффективность извлечения нефти), так и в скважинном оборудовании (будет влиять на безопасность разработки). Особенностью диссертационной работы является рассмотрение условий гидратообразования при использовании полимерного заводнения в качестве метода увеличения нефтеотдачи. Это добавляет сложности к составу систем, для которых изучаются условия гидратообразования: во-первых, рассматриваются пластовые углеводородные газы; во-вторых, рассматриваются распространенные в нефтедобыче водорастворимые полимеры. Результаты лабораторных исследований таких систем имеют фундаментальное научное значение для понимания процессов гидратообразования в реальных геологических объектах. Также они помогут правильно внедрять технологию полимерного заводнения для увеличения нефтеотдачи пластов на месторождениях нефти Якутии, и Восточной Сибири в целом, с минимизацией рисков образования гидратов для конкретных условий.

Научная новизна представленного исследования заключается в лабораторном изучении процессов образования гидратов в песчаном образце в статических, изохорических условиях при насыщении порового пространства сложной системой флюидов:

- смесь углеводородных газов, соответствующая по составу пластовым газам месторождений нефти юго-западной Якутии;
- растворы распространенных в нефтедобыче водорастворимых полимеров - полиакриламид (ПАА), натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы и полиэтиленгликоль (ПЭГ);
- пластовый флюид – высокоминерализованная пластовая вода и нефть.

Особенностью диссертации является комплексный подход к исследованию рисков гидратообразования при разработке месторождений нефти юго-западной Якутии:

1. Рассмотрены все три основных элемента разработки: нагнетательная скважина, пласт-коллектор, добывающая скважина.
2. Рассмотрены характерные процессы смешивания флюидов для этих элементов разработки, которые приводят к появлению элементов сложных смесей: смеси «растворы закачки - природный газ» для приустьевой зоны нагнетательной скважины, смешивание растворов закачки и пластового флюида для оценки их совместимости в условиях пласта, смеси газа, смесей закачки и пластовой воды с нефтью для моделирования системы добывающей скважины.
3. Для этих смесей было проведено лабораторное исследование гидратообразования в порах песчаных образцов. Для этого была использована авторская методика определения состава газа в гезогидратах и выделены области «возможного» и «интенсивного» гидратообразования.

4. Для типичных РТ-условий для разреза месторождений нефти юго-западной Якутии проведено моделирование температуры и давления в призабойной зоне нагнетательных скважин и приустьевой зоне добывающих скважин. Это позволило сделать выводы о рисках гидратообразования исследуемых элементов разработки (пласт, нагнетательная и добывающая скважина).

Диссертационная работа изложена на 160 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы из 208 наименования, содержит 45 рисунков.

Во введении автор формулирует объект, цель, задачи и актуальность диссертационной работы. Приведены защищаемые результаты и личный вклад автора. Охарактеризована научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методы апробации полученных результатов.

В первой главе приведен анализ геологических и геокриологических особенностей месторождений нефти юго-западной Якутии. Описано геологическое строение осадочного чехла рассматриваемой территории, приведены основные теории возникновения аномально низких пластовых температур и давлений, а также высокоминерализованных пластовых вод. Во второй части литературного обзора дана справка о методах увеличения нефтедачи пласта, по результатам которой сделан вывод о том, что наиболее перспективным для применения на месторождениях трудноизвлекаемой нефти, характеризующихся аномально низкими пластовыми температурами и высокой минерализацией пластовых вод, является метод водополимерного заводнения. Также рассмотрены строение и свойства газогидратов, их распространение в земной коре, приведен обзор основных методов их исследования. Литературный обзор логически структурирован и достаточно полон.

Вторая глава включает описание экспериментальных и расчетных методов, использованных в исследовании. Использование современных методов и оборудования обеспечивают достоверность результатов изучения процессов образования и диссоциации газовых гидратов. Особое внимание стоит уделить п. 2.2.4.2 с описанием вновь разработанного расчетно-экспериментального метода определения состава газа в гидратах. С помощью данного метода, можно определять состав газа в гидратах по мере протекания процесса его образования. Данная разработка будет полезной для мониторинга состава газа в гидратах, получаемых в процессе разделения газовых смесей или для хранения особо ценных компонентов природного газа.

Третья глава посвящена состоянию флюидов в пласте при разработке нефтяных месторождений. В ней обсуждается проблема совместимости минеральных растворов, применяемых в системе поддержания пластового давления на месторождениях юго-западной Якутии и обоснованность применения на них водополимерного заводнения. В главе получен ряд новых результатов для условий Иреляхского газонефтяного месторождения. Для закачки

здесь был обоснован выбор растворов натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы с концентрацией полимера 5 г/л и полиэтиленгликоля с концентрацией 30 г/л, исходя из стабильности их реологических свойств при смешении с высокоминерализованной пластовой водой и способности к вытеснению нефти из образцов коллектора ютоубинского и улаханского продуктивных горизонтов. Также показано, что применяемый в настоящее время высокоминерализованный раствор и растворы полиакриламида всех концентраций не совместимы с пластовой водой Иреляхского месторождения, т.к. при их смешении выпадает нерастворимый осадок, который ухудшает фильтрационно-емкостные свойства породы-коллектора.

Четвертая и пятая главы посвящены процессам гидратообразования в приустьевой (для добывающих скважин) и призабойной зоне (для нагнетающих скважин). Здесь приведены основные новые результаты исследований по образованию гидратов природного газа в песчаных образцах, насыщенных растворами полимеров и их смесями с моделью пластовой воды и водонефтяной эмульсии. Установлено, что в изученных системах образуется смесь гидратов углеводородов C1-C4. В четвертой главе показано влияние соли хлорида кальция в качестве промотора образования гидратов тяжелых компонентов природного газа (условия гидратообразования смещаются в область высоких температур). Но это влияние недостаточно сильное, чтобы породить значительные риски гидратообразования в приустьевой части нагнетающих скважин. В пятой главе изучено гидратообразование для системах «природный газ – растворы полимеров» и «природный газ – растворы полимеров - нефть», т.е. более характерных для добывающих скважин. Показано, что несмотря на ингибирующие свойства нефти, для месторождений в области распространения ММП риск гидратообразования является наибольшим в устьевой зоне добывающих скважин. Полученные результаты будут способствовать пересмотру рекомендаций по антигидратным мероприятиям для рассмотренных месторождений в сторону их усиления.

Достоверность полученных экспериментальных и расчетных результатов обеспечена большим количеством фактических данных, полученных с применением современных инструментальных и расчетных методов анализа.

В целом, диссертация производит хорошее впечатление, написана понятным языком и достаточно подробно, что позволяет разобраться в материале. Отлично написан автореферат, который является весьма содержательным и соответствует диссертационной работе.

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Третье защищаемое положение следовало бы сформулировать более подробно, чтобы стала более понятна его новизна. Достаточно очевидным кажется общее утверждение, что вероятность гидратообразования выше на устье добывающей скважины, чем на

забое нагнетающей скважины. В то же время, в диссертации получен ряд новых выводов для конкретных месторождений и конкретных параметров разработки.

2. Обзорные главы 1 и 2 написаны очень детально и занимают более половины объема текста диссертации. Но потом в последующих главах 3-5 значимое место занимают повторы из глав 1-2.
3. В главе 2 также необходимо было бы дать краткое описание структуры исследования (объекта и предмета). Схематично нарисовать основные элементы разработки (нагнетательную скважину, пласт-коллектор, добывающую скважину). Показать, какие смеси и процессы рассматриваются для каждого элемента. Здесь же можно было бы привести перечень априорной информации, используемой для моделирования РТ-условий в пласте и при течении флюида в скважинах. Это очень помогло бы структурировать и связать воедино результаты последующих глав 3-5.
4. Глава 2 содержит описание используемых исследовательских методов. Она практически полностью является обзорной со ссылками на описания известных методик. В ней внезапно появляется п. 2.2.4.2 с описанием разработанного автором расчетно-экспериментального метода определения состава газа в гидратах в процессе гидратообразования. Данный метод имеет отдельный интерес, но он теряется в обширной обзорной главе. Его следовало вынести в отдельную главу со структурой обсуждения, типичной для новых результатов: достоверность и точность, преимущества и ограничения по сравнению с существующими подходами и т.д. На стр. 80 упоминается «специально разработанная в ИПНГ СО РАН программа». Здесь нужна либо ссылка, либо более детальное пояснение по поводу этой программы.
5. В диссертации вводятся и используются достаточно важные понятия «область возможного гидратообразования» и «область интенсивного гидратообразования», которые потом используются при формировании выводов исследования. Эти понятия следовало бы более подробно определить и обсудить для дальнейшего использования. Видимо, это обсуждение также могло бы относиться к отдельной главе, сформированной на основе п. 2.2.4.2.
6. В главах 4-5 не указаны источники данных о параметрах, используемых при моделировании температуры закачиваемых и добываемых растворов в скважинах, см. табл. 13 и табл. 17.
7. Интересно было бы обсудить вопросы репрезентативности результатов. Так, определение термодинамических и кинетических характеристик образования газогидратов проводилось на модельной газовой смеси (глава 3, стр. 76-77). Насколько сильно может меняться состав пластовых газов от месторождения к месторождению? Ингибирующие свойства нефти при гидратообразовании исследованы для одной водонефтяной эмульсии с содержанием воды 80% (Глава 5,

- стр. 129). Насколько сильно может меняться обводненность для разных скважин и по мере разработки?
8. Наблюдалась ли в экспериментах пространственная неоднородность образования гидратов в песчаном образце, и если да, то, как это могло повлиять на кинетические параметры, усредненные по всему объему?
  9. При обсуждении результатов расчетов температуры закачиваемого раствора и добываемой водо-нефтяной смеси в главах 4 и 5 не приводится сравнение с фактическими геофизическими данными для рассматриваемых месторождений.
  10. При обосновании актуальности работы часто упоминается, что гидратообразование может привести к риску поломки оборудования и аварий. В обзорной главе следовало бы привести статистику или хотя бы примеры такого рода поломок или осложнений.
  11. На рис. 5 полезно было бы нанести нижнюю границу зоны стабильности газогидратов.

Вышеперечисленные вопросы и замечания не влияют на высокую значимость полученных результатов и сделанные выводы. Доклад и отзыв на диссертацию был заслушан и обсужден на Геофизическом семинаре ИНГГ СО РАН (протокол № 22 от 05.11.25).

Основные научные положения и выводы диссертации обоснованы, достоверны и в достаточной мере отражены в научных публикациях и представлены в материалах научных конференций. Диссертационная работа является актуальным научным исследованием, результаты которого будут способствовать решению производственных задач повышения эффективности и безопасности добычи нефти на месторождениях с аномально низкими пластовыми температурами, высокой минерализацией пластовых вод и расположенных в зоне распространения многолетнемерзлых пород.

Диссертационная работа Портнягина Альберта Серафимовича «Особенности образования газовых гидратов при добыче нефти методом полимерного заводнения на месторождениях юго-западной Якутии» удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям в части пунктов 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с изм. и доп.), а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.7. – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Главный научный сотрудник ИНГГ СО РАН  
доктор геолого-минералогических наук  
(специальность: 25.00.10 - Геофизика, геофизические  
методы поисков полезных ископаемых)

\_\_\_\_\_ Дучков Альберт Дмитриевич

Заместитель директора по науке ИНГГ СО РАН  
кандидат физико-математических наук  
(специальность: 25.00.10 - Геофизика, геофизические  
методы поисков полезных ископаемых)

\_\_\_\_\_ Дучков Антон Альбертович

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН).

Адрес: 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 3.

Телефон: + 7 (383) 333-29-00.

Эл. адрес: [ipgg@ipgg.sbras.ru](mailto:ipgg@ipgg.sbras.ru).

Официальный сайт: <http://www.ipgg.sbras.ru/ru>.

Дучков Альберт Дмитриевич

Главный научный сотрудник ИНГГ СО РАН, доктор геолого-минералогических наук

630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 5, кв. 6,

+ 7 (383) 330-55-34,

[DuchkovAD@ipgg.sbras.ru](mailto:DuchkovAD@ipgg.sbras.ru).

Я, Дучков Альберт Дмитриевич, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.

Дата: 02.02.26

подпись: \_\_\_\_\_

Дучков Антон Альбертович

Заместитель директора по науке ИНГГ СО РАН, кандидат физико-математических наук

630090, г. Новосибирск, Морской проспект, д.36, кв. 16,

+ 7 (913) 953-17-99,

[DuchkovAA@ipgg.sbras.ru](mailto:DuchkovAA@ipgg.sbras.ru).

Я, Дучков Антон Альбертович, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.

Дата: 02.02.26

подпись: \_\_\_\_\_