



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Югорский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЮГУ»)

ул. Чехова, д. 16, г. Ханты-Мансийск,  
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, 628011  
телефон: +7 (3467) 377-000  
e-mail: ugrasu@ugrasu.ru  
http://www.ugrasu.ru  
ОКПО 57421916, ОГРН 1028600511103,  
ИНН/КПП 8601016987/860101001

09.06.2016 № 02-Уч-1372

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Отзыв ведущей организации на диссертацию  
Лаврик Анны Юрьевны

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и правовым  
вопросам федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Югорский  
государственный университет»

В.Ф. Лапшин

« 09 » 06 2016 г.

## О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию *Лаврик Анны Юрьевны* на тему: «Обоснование и разработка состава ингибирующей технологической жидкости для освоения газовых скважин в условиях гидратообразования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2. Технология бурения и освоения скважин.

### 1. Актуальность темы диссертации

Гидратообразование является одной из основных причин осложнений при освоении газовых скважин. Интенсивный рост давления при вызове притока и охлаждение газа вследствие дроссель-эффекта создают термобарические условия для образования газовых гидратов в насосно-компрессорных трубах. На российских месторождениях основным средством борьбы с гидратами традиционно служит метанол — термодинамический ингибитор. Однако его применение сопряжено с высокими эксплуатационными затратами, токсичностью, пожароопасностью, уносом с газом и необходимостью энергозатратной регенерации.

Существующие альтернативные решения имеют ограничения: кинетические ингибиторы замедляют рост кристаллов гидратов, но не изменяют термобарические условия их образования, что снижает их эффективность при значительных переохлаждениях. Термодинамические ингибиторы сдвигают равновесную кривую, но не увеличивают индукционный период, требуя постоянного присутствия в высоких концентрациях.

Таким образом, разработка ингибирующего состава с заданной плотностью, сочетающего термодинамическое и кинетическое действие, представляет собой актуальную научно-техническую задачу, имеющую практическое значение. Диссертационная работа Лаврик А.Ю., направленная на

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-167 от 15.06.26  
АУ УС



Directum RX – 455109

повышение эффективности борьбы с гидратообразованием при освоении скважин обладает научной новизной и имеет практическую значимость, нацеленную на решение данной задачи.

## **2. Научная новизна диссертации**

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность изменения термобарических условий формирования и увеличения периода нуклеации газовых гидратов за счёт механизма образования водородных связей между катионами аммония  $\text{NH}_4^+$  и молекулами воды, что обеспечивает высокую концентрацию ионов в растворе заданной плотности, применяемом в качестве технологической жидкости при освоении скважин.

2. Получены коэффициенты полуэмпирической модели, основанной на уравнении Клапейрона-Клаузиуса, позволяющие уточнить условия формирования газовых гидратов метана и диапазон термобарических параметров применения технологической жидкости при освоении газовых скважин.

## **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность полученных результатов обеспечена:

- использованием современного сертифицированного лабораторного оборудования (автоклав ГНА-350, внесённый в Государственный реестр средств измерений);
- достаточным объёмом экспериментальных данных (исследовано 8 составов в диапазоне давлений от 3 до 32 МПа);
- корректным применением методов математической статистики;
- публичной апробацией результатов на 5 научно-практических конференциях, в том числе 4 международных.

## **4. Научные результаты, их ценность**

К наиболее значимым научным результатам диссертации следует отнести следующее:

– экспериментально установлено, что среди водных растворов ингибиторов на основе хлоридов калия, натрия и аммония, а также тиоцианата аммония и карбамида, приготовленных при одинаковой плотности  $1050 \text{ кг/м}^3$ , наибольший термодинамический ингибирующий эффект обеспечивает хлорид аммония. При давлении 20 МПа он смещает равновесную кривую гидратообразования на  $8 \text{ }^\circ\text{C}$  в область более низких температур по сравнению с  $\text{KCl}$  и  $\text{NaCl}$ .

– разработан многокомпонентный ингибирующий состав на основе хлорида аммония и полимеров, увеличивающий индукционный период гидратообразования в 2,5 раза по сравнению с раствором  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

– предложена математическая модель фазового равновесия системы «метан – вода – ингибитор» на основе уравнения Клапейрона-Клаузиуса, пригодная для прогнозирования гидратообразования в широком диапазоне давлений.



Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 8 печатных работах, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в 3 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus; получен 1 патент на изобретение.

#### **5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Теоретическая значимость заключается в научном обосновании и экспериментальном подтверждении эффективности ингибирующей технологической жидкости за счёт совместного действия хлорида аммония и органических полимеров, обеспечивающей изменение термобарических условий и увеличение нуклеационного периода гидратообразования при освоении газовых скважин.

Практическая значимость подтверждается:

– созданием запатентованного состава ингибирующей технологической жидкости (патент № 2855205), который в области давлений до 6 МПа сопоставим с водным раствором метанола 20 масс. %, а при давлениях выше 6 МПа превосходит его по термодинамической эффективности (снижение равновесной температуры на 2,2 °С при 20 МПа);

– внедрением методики и результатов экспериментальных исследований в научно-исследовательскую и производственную деятельность ООО «ИНК-СЕРВИС» (акт внедрения от 04.02.2026);

– использованием результатов в учебном процессе Санкт-Петербургского горного университета при подготовке студентов нефтегазового факультета.

#### **6. Рекомендации по использованию результатов работы**

Разработанный ингибирующий состав, включающий хлорид аммония, поливинилпирролидон, карбоксиметилцеллюлозу и полигексаметиленгуанидина хлорид рекомендуется к применению на газовых и газоконденсатных месторождениях, осложнённых гидратообразованием, в частности на Ковыктинском ГКМ. Состав может использоваться как для заполнения НКТ перед вызовом притока, так и для подачи через ингибиторный клапан.

Полученные математические зависимости фазового равновесия (коэффициенты модели Клапейрона–Клаузиуса) целесообразно применять в проектных институтах при расчёте безгидратных режимов работы скважин.

#### **7. Замечания и вопросы по работе**

При общей положительной оценке диссертации следует отметить следующие вопросы:

1. В диссертации приведена температура кристаллизации разработанного состава, составляющая -16,35 °С. Означает ли это, что при более низких температурах технологическая жидкость может замерзать, и какие меры автор рекомендует принимать для эксплуатации в таких условиях?



2. Производилась ли экономическая оценка применения разработанного ингибирующего состава и водометанольного раствора?

3. Чем принципиально отличается механизм связывания воды ионами аммония от механизма действия растворов на основе калия или натрия?

4. Требуется ли утилизация ингибирующей технологической жидкости и, если требуется, каким образом автор предлагает осуществлять этот процесс?

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. Диссертационная работа имеет новизну, практическую значимость, соответствует паспорту научной специальности по пункту 7 и представляет собой законченную научно-квалификационную работу.

#### 8. Заключение по диссертации

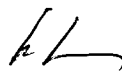
Диссертация «Обоснование и разработка состава ингибирующей технологической жидкости для освоения газовых скважин в условиях гидратообразования», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2 – Технология бурения и освоения скважин полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Лаврик Анна Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.2 – Технология бурения и освоения скважин.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации *Лаврик Анны Юрьевны* обсужден и утвержден на заседании высшей нефтяной школы федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет», протокол № 7 от 02.06.2026 года. Доклад Лаврик А.Ю. на диссертацию был заслушан и обсуждён. Отзыв составлен по результатам обсуждения диссертационного исследования.

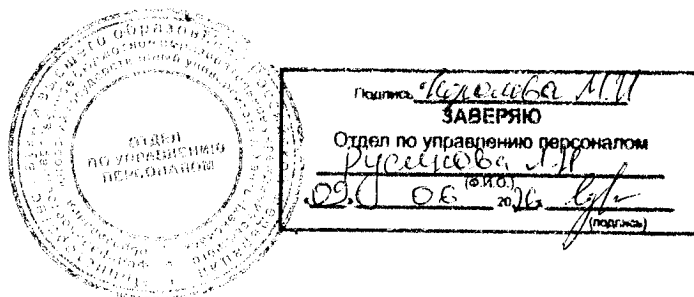
Председатель заседания

Руководитель высшей нефтяной школы

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», кандидат технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений



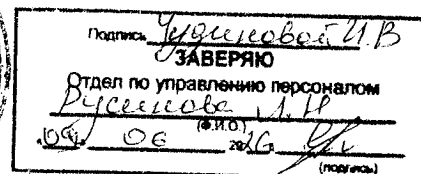
Королев Максим Игоревич



Секретарь заседания

Доцент высшей нефтяной школы ФГБОУ ВО  
«Югорский государственный университет  
кандидат технических наук по  
специальности 2.8.1. Технология и техника  
геологоразведочных работ

Чудинова Инна Владимировна



**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Югорский государственный университет»

Почтовый адрес: 628012, Ханты-Мансийский автономный округ - Югра, г. Ханты-Мансийск, ул.  
Чехова, д.16

Официальный сайт в сети Интернет:

эл. почта: [ugrasu@ugrasu.ru](mailto:ugrasu@ugrasu.ru)

телефон: +7 (3467) 377-000

