

# НАУКА В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ



ЕЖЕГОДНАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ



ТЮМЕНЬ

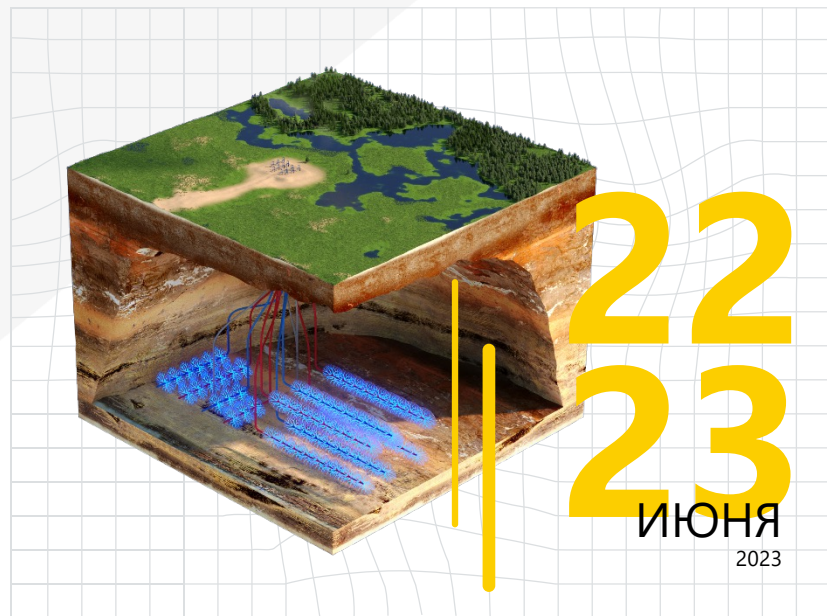
**ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМЫХ ТРЕТИЧНЫХ МУН В КОМПАНИИ  
ТЕКУЩИЕ ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

**МОРОЗОВСКИЙ НИКИТА АЛЕКСАНДРОВИЧ**

ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»

**ТАГИРОВ КОНСТАНТИН ДАНИЛОВИЧ**

ООО «ТЮМЕНСКИЙ НЕФТЯНОЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»



# ТЕКУЩИЕ ВЫЗОВЫ ОТРАСЛИ

- 1** ПОДДЕРЖАНИЕ БАЗОВОГО УРОВНЯ ДОБЫЧИ БРАУНФИЛДОВ
- 2** ПРОДЛЕНИЕ СРОКА РЕНТАБЕЛЬНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
- 3** ПОИСК И ВНЕДРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ «СЛОЖНЫХ» ЗАПАСОВ

Тенденция увеличения темпов падения базовой добычи нефти несет риски невыполнения планов и недостижение проектных КИН

Увеличение объемов ГТМ на браунфилдах не приносит прежних результатов, необходимы новые решения по продлению рентабельного срока месторождений

Ухудшение структуры вводимых запасов создает предпосылки к поиску, апробации и внедрению эффективных и экономически выгодных методов увеличения нефтеотдачи

Необходимость консолидации, систематизации и обобщения данных на фоне увеличения активности в области третичных МУН требует организации единого центра компетенций

# ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИИ КОМПАНИИ ПО МУН В ТННЦ



В связи с ростом активности в направлении третичных МУН в 2023 году на базе ООО «ТННЦ» организован специализированный институт по третичным МУН в Компании (СИ МУН).

- 1** КОНСОЛИДАЦИЯ, НАКОПЛЕНИЕ И ОБМЕН ЗНАНИЯМИ В ОБЛАСТИ ТРЕТИЧНЫХ МУН
- 2** СОПРОВОЖДЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ И ПРОЕКТОВ ПО ТРЕТИЧНЫМ МУН, КООРДИНАЦИЯ НИР, УЧАСТИЕ В СОЗДАНИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
- 3** ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО НАУЧНОГО, ЭКСПЕРТНОГО И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ ТРЕТИЧНЫХ МУН



# ПРОЕКТЫ МУН В КОМПАНИИ



17



Малообъемные МУН  
(ВПП/ПОТ)

05



Химические МУН

03



Тепловые МУН

01



Газовые МУН

Действующие проекты тепловых МУН отсутствуют

Проекты в ОГ приостановлены по причинам отмены льгот на добычу ВВН и роста стоимости оборудования.



# ОСНОВНЫЕ МУН В КОМПАНИИ

Переход большого количества месторождений к 3-й и 4-й стадиям разработки, сопровождающийся ростом обводненности создает необходимость активного внедрения третичных МУН для оптимизации работы системы ППД и повышения КИН.



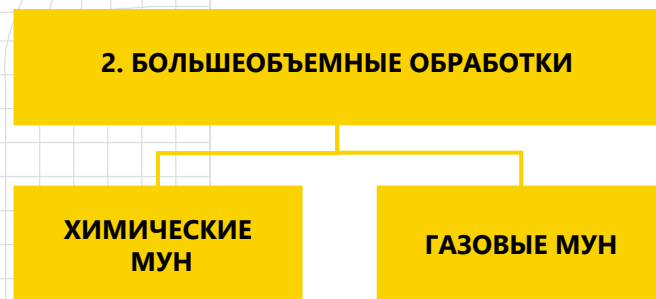
Внедрены и тиражируются



Направления в развитии



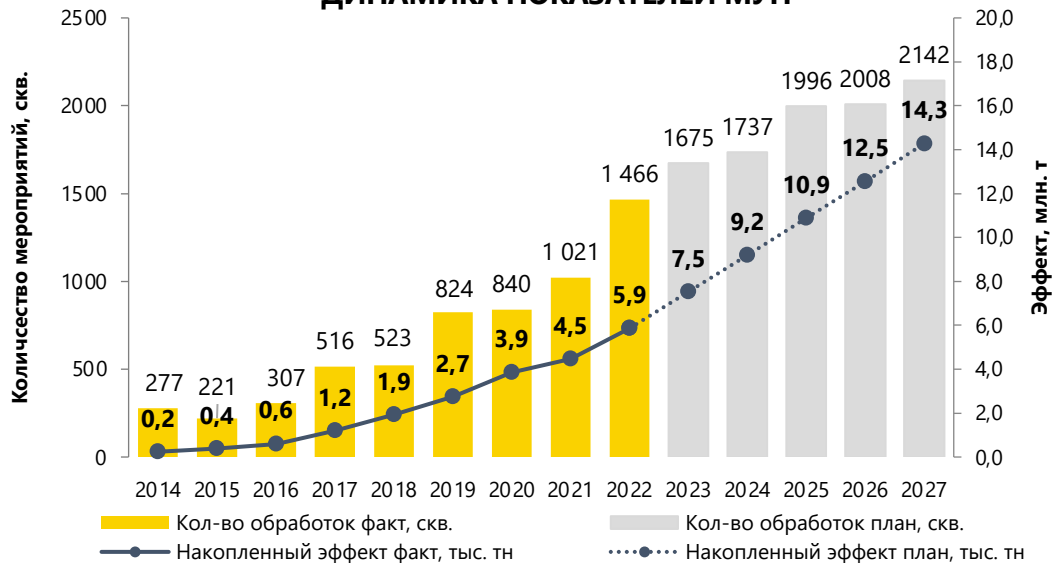
Закачка составов в пласты с целью выравнивания профиля приемистости (ВПП)/поткоотклоняющего действия (ПОТ)



Полимерное заводнение, ПАВ полимерное заводнение, водогазовое воздействие с применением попутно-нефтяного газа (ПНГ) и углекислого газа (CO<sub>2</sub>)

# 1. РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ФХ МУН

## ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МУН



**КОЛИЧЕСТВО  
ПРИМЕНЯЕМЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

БОЛЕЕ

**20**

**КОЛИЧЕСТВО ОГ,  
ПРИМЕНЯЮЩИХ  
ФХ МУН**

**17**

## ДОСТИГНУТЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

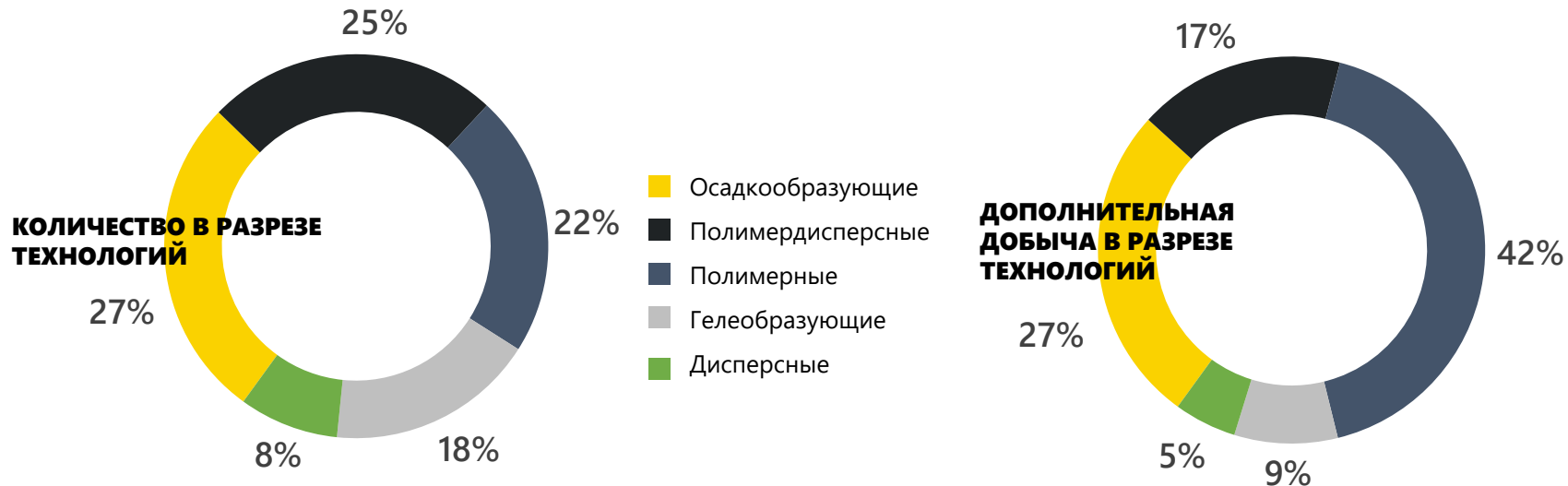
С 2014 года рост с **277** до **1466** реализуемых в год мероприятий **ФХ МУН**. Всего за период **2014-2022 гг.** реализовано **6 тыс.** мероприятий. Количество ОГ, активно применяющих ФХ МУН, в периметре РН-2022 возросло с **4** до **17** предприятий.

Накопленный эффект от обработок за период **2018-2022 гг.** составил **~5 млн. т** дополнительной добычи нефти. Удельная эффективность за 2022 г. составила **~1 тыс. т./обр.**

На текущий момент применяется более **20** различных технологий третичных МУН, количество постоянно увеличивается.

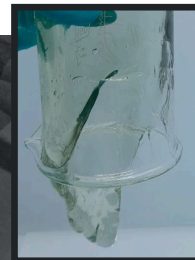
*\*Указаны параметры программы ФХ МУН по МСФО без учета ПАО «Удмуртнефть», охватывающие ОГ в составе Компании, актуальные на 2022 год, плановые цифры ориентировочные и могут быть скорректированы по результату защиты бизнес-планов дочерних обществ.*

# 1. МАЛООБЪЕМНЫЕ ОБРАБОТКИ (ФХ МУН)

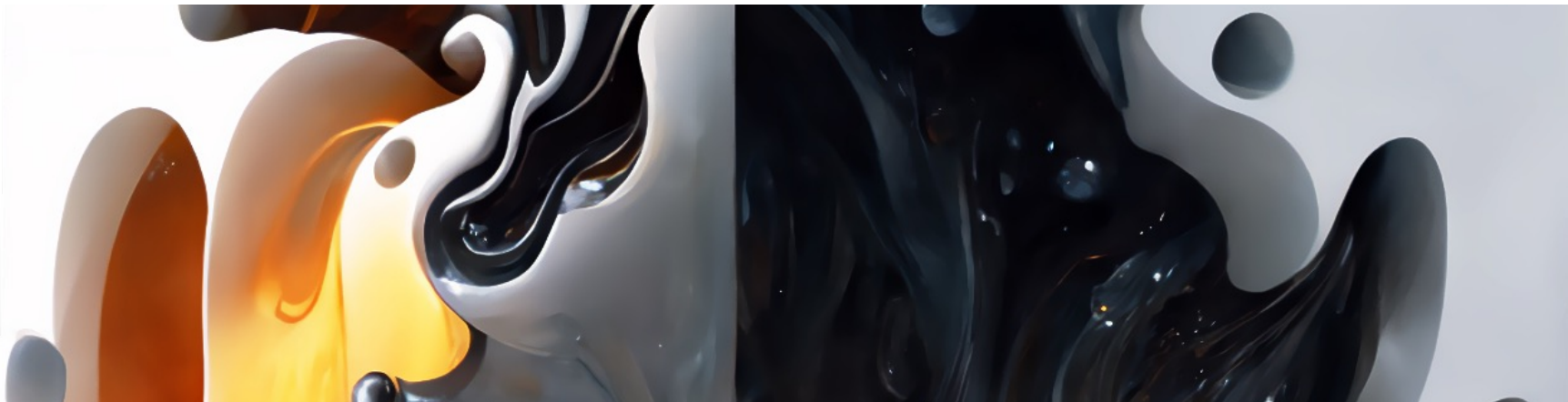


*Основные применяемые технологии –*

Осадкообразующие, полимердисперсные и полимерные составы. Основной объем дополнительной добычи нефти получен за счет полимерных составов.



# 1. МАЛООБЪЕМНЫЕ ОБРАБОТКИ (ФХ МУН)



**>20**

ТЕХНОЛОГИЙ

**1466**

МЕРОПРИЯТИЙ

**~1000**

КУБ.М НА СКВ

**+1000**

ТОНН НЕФТИ/СКВ

**+5**

МЛН.Т НЕФТИ ЗА 5 ЛЕТ

- Выравнивание профилей приемистости / потокоотклоняющие технологии - основной вид
- Доказанная технологическая и экономическая эффективность при низкой затратной части.
- Объемы обработок ежегодно наращиваются



## 2. БОЛЬШЕОБЪЕМНЫЕ ОБРАБОТКИ ЭВОЛЮЦИЯ МУН

**БОЛЬШЕОБЪЕМНЫЕ**

**2014**

ВНЕДРЕНИЕ  
МАЛООБЪЕМНЫХ  
ФХ МУН (ВПП/ПОТ)

**2016**

ИНИЦИИРОВАНИЕ НИР  
ПО ПОЛИМЕРНОМУ  
ЗАВОДНЕНИЮ

**2023**

ЗАПУЩЕН ОПР УЧАСТОК ПЗ  
НИР ПО SP-ЗАВОДНЕНИЮ  
ИНИЦИИРОВАНЫ РАБОТЫ ПО  
РАЗВИТИЮ ГАЗОВЫХ МУН,  
ЗАПУЩЕН ОПР ВГВ.

**2025+**

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРИСУТСТВИЯ  
ПЗ И ПАВ-ПЗ В КОМПАНИИ  
НИР ПО ПОДБОРУ ФХ МУН В  
НИЗКОПРОНИМАЕМЫХ  
КОЛЛЕКТОРАХ

**2030+**

РАЗВИТИЕ НОВЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ  
(НАНОСОСТАВЫ,  
КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ  
БОЛЬШЕОБЪЕМНЫХ МУН)

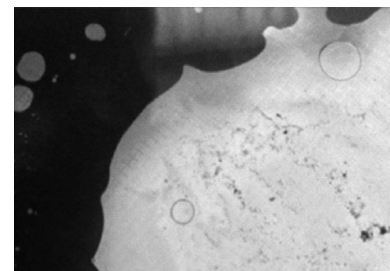
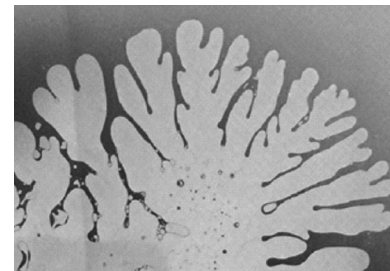
**МАЛООБЪЕМНЫЕ**



## 2. ХИМИЧЕСКИЕ МУН ОПР НА РУССКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

**РЕАЛИЗОВАННЫЙ ПРОЕКТ ОПР (ЗАПУСК ОКТЯБРЬ 2021Г.)  
ВЫПОЛНЕНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ:**

- Секторное моделирование полимерного заводнения
- Лабораторные эксперименты в свободных объемах и на насыпных моделях
- Поточные эксперименты на керне
- Технология разработки пластов ПК полимерным воздействием. ТЭО. Программа ОПР.
- Реализация ОПР





Промышленная  
эксплуатация

**2025+**

ОПР по закачке  
полимеров

**2021**

ТЭО и  
разработка  
плана ОПР

**2019**

Лабораторные  
испытания  
эффективности  
закачки  
полимеров

**2016**

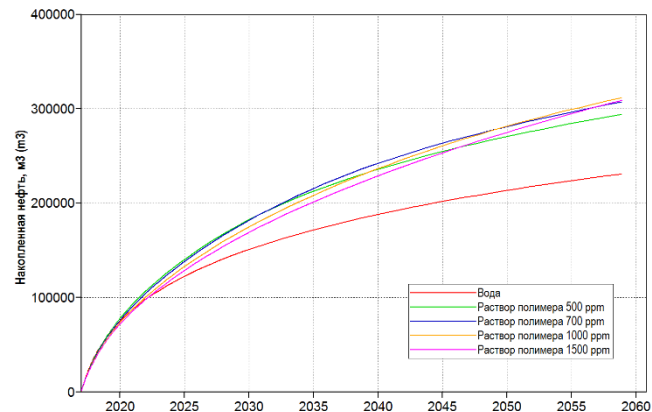
## 2. ПОЛИМЕРНОЕ ЗАВОДНЕНИЕ НА РУССКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Высокая вязкость нефти (~200 сП)

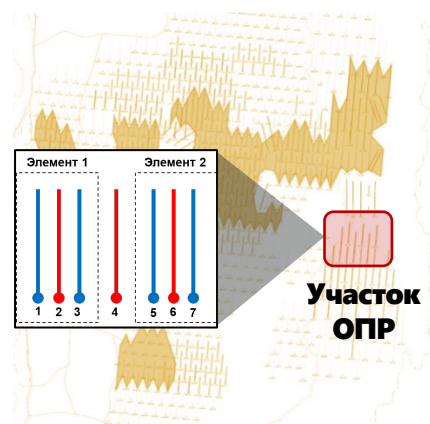
НГЗ более 1 млрд.т. нефти

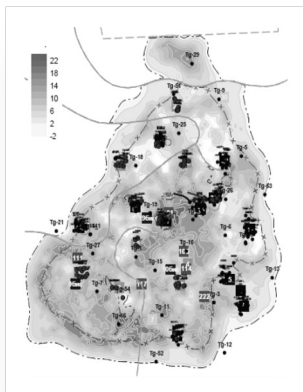
- Ожидаемое увеличение накопленной добычи нефти **более 200 тыс.т. (от 10 до 15%)**
- Используются линейные полимеры на основе ПАА
- Концентрация ~**1400 ppm** (вязкость раствора в пласте **30 сП**);
- Закачка полимера в течение **5 лет**

### НАКОПЛЕННАЯ ДОБЫЧА НЕФТИ (М2)



### ВЫБОР УЧАСТКА ОПР





СТАТУС ПРОЕКТА

**ИНИЦИАЦИЯ  
ЛАБОРАТОРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

590 мД  
17°С  
202 сПз  
<30 г/л  
минерализация

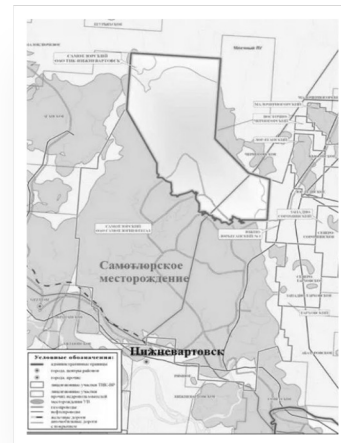


СТАТУС ПРОЕКТА

**ИНИЦИАЦИЯ  
ПРОЕКТА**

5-30 мД  
90°С  
0,4 сПз,  
<30 г/л  
минерализация

# ПОЛИМЕРНОЕ ЗАВОДНЕНИЕ ПРОЕКТЫ В РАЗВИТИИ



СТАТУС ПРОЕКТА

**ИНИЦИАЦИЯ  
ЛАБОРАТОРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ,  
РАЗРАБОТКА ДК**

15-1200 Мд  
60-75°С  
1,2 сПз,  
<30 г/л  
минерализация

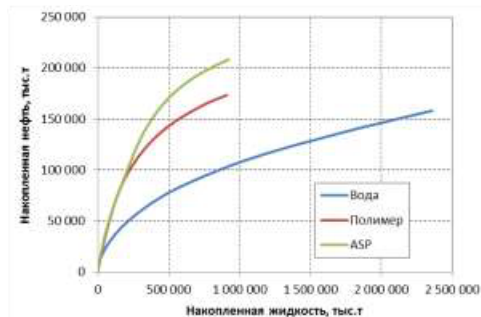


ПРОЕКТЫ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ



## 2. SP-ЗАВОДНЕНИЕ

На основании полученного опыта в на Русском месторождении инициированы НИР по исследованию возможности применения коммерческих марок поверхностно-активных веществ (ПАВ) для реализации ASP заводнения на месторождениях Компании. Технология ASP характеризуется высоким технологическим эффектом, по предварительной оценке накопленная добыча может достигать **+32%**. Экономический эффект отрицательный в связи с высокими капитальными и эксплуатационными затратами. Для обеспечения экономического эффекта требуется удешевление оборудования и химии. Предпосылки для повышения экономической эффективности:

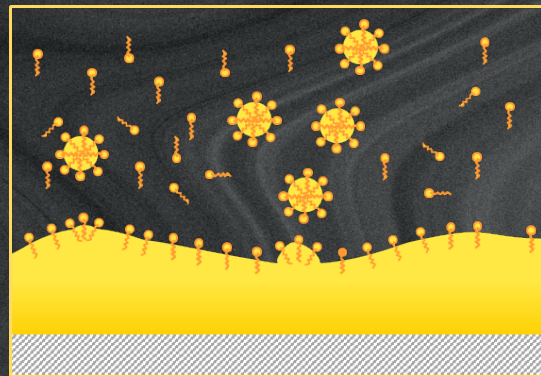


### 1 Отказ от щелочи в композиции и переход к технологии SP-заводнения:

- Снижение требований к водоподготовке;
- Упрощение и удешевление оборудования для подготовки и закачки вытесняющего агента;
- Снижение риска выпадения осадков в пласте.

### 2 Снижение стоимости химии и оборудования:

- Данные от подрядных организаций по потенциальной стоимости отечественных ПАВ (до 1,5-2 раз ниже стоимости ПАВ иностранных производителей);
- Уточненная информация от зарубежных партнеров подтверждает высокую стоимость ПАВ.



## 2. ГАЗОВЫЕ МУН

### ОСНОВНОЙ ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ГАЗОВЫХ МУН:

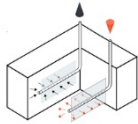


Разработка технологий повышений эффективности газовых МУН с использованием ПНГ для Восточной Сибири



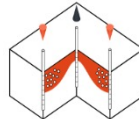
Разработка технологий выбора и прогноза эффективности применения CO2 методом Huff&Puff.

#### БЛОК 1



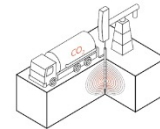
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ  
ГАЗОВЫХ МУН С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПНГ  
ДЛЯ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

#### БЛОК 2



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ  
ПОВЫШЕНИЯ ОХВАТА С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕННЫХ  
СИСТЕМ ДЛЯ ВОСТОЧНОЙ  
СИБИРИ

#### БЛОК 3



РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ  
ВЫБОРА И ПРОГНОЗА  
ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРИМЕНЕНИЯ CO2  
МЕТОДОМ HUFF&PUFF





## 2. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CO<sub>2</sub> (CCUS)

### ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ОБРАЩЕНИЯ С CO<sub>2</sub>:

- ЭКСПОРТ  
(ПРОДАЖА)
- ЭНЕРГИЯ  
■ ГАЗОХИМИЯ
- УТИЛИЗАЦИЯ  
■ МУН



### ЗАКАЧКА В НАГНЕТАТЕЛЬНЫЕ СКВАЖИНЫ

- + увеличение КИН
- + частичное полезное использование CO<sub>2</sub>

### ЗАКАЧКА В ДОБЫВАЮЩИЕ СКВАЖИНЫ (HUFF & PUFF)

- + быстрое получение эффекта
- + отсутствие CAPEX
- + низкие OPEX

ЗАКАЧКА

ДОБЫЧА

**+18%**  
КИН

## ВЫВОДЫ

МЫ ОТКРЫТЫ К  
ИДЕЯМ И  
ПРЕДЛОЖЕНИЯМ

# 1


ТРЕТИЧНЫЕ МУН СЕГОДНЯ НЕ ПОТРЕБНОСТЬ, А ЖИЗНЕННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ

# 2

ЭВОЛЮЦИЯ ОТ МАЛООБЪЕМНЫХ К БОЛЬШЕОБЪЕМНЫМ МУН ЗАПУЩЕНА, НАША ЗАДАЧА УСКОРИТЬ ВНЕДРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОЕКТОВ

# 3

ВОПРОС ВНЕДРЕНИЯ БОЛЬШЕОБЪЕМНЫХ МУН НА ВЫРАБОТАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АКТУАЛЕН. ПРЕДЛОЖЕНИЯ?



*Нужно бежать со всех ног, чтобы только оставаться на месте, а чтобы куда-то попасть, надо бежать как минимум вдвое быстрее!*

*(Л. Кэрролл. Алиса в стране чудес)*

# СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КИН – коэффициент извлечения нефти

ГТМ – геолого-технические мероприятия

ФХ МУН – физико-химические методы увеличения нефтеотдачи

НИР – научно-исследовательские работы

ВПП – выравнивание профиля приемистости

ПОТ – потокоотклоняющие технологии

ППД – поддержание пластового давления

ПАВ – поверхностно-активные вещества

ПНГ – попутно-нефтяной газ

СО<sub>2</sub> – углекислый газ

ОПР – опытно-промышленные работы

ВГВ – водогазовое воздействие

ПЗ – полимерное заводнение

ТЭО – технико-экономическое обоснование

НГЗ – начальные геологические запасы

ПАА – полиакриламид



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

«Тюменский нефтяной научный центр»



Тагиров Константин Данилович – руководитель СИ МУН . . . . .



+7 (3452) 529 090 (доб. 0444)



KDTagirov@tnnc.rosneft.ru



# НАНОТЕХНОЛОГИИ

СОСТАВЫ	РАСТВОРЫ ТВЕРДЫХ НАНО-ЧАСТИЦ	НАНО-ЭМУЛЬСИИ	НАНО-ВОДОГАЗОВЫЕ СМЕСИ
Размер частиц, нм	20-70	< 100	< 1000
Механизм воздействия	Отрыв капель нефти за счет расклинивающего давления	Эмульгирование нефти	Извлечение нефти из очень мелких каналов фильтрации
Природа частиц	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZrO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , SiO <sub>2</sub>	Эмульсия масло в воде, стабилизированная ПАВ	Пузырьки УВ газа в закачиваемой воде
Прирост Кв <sub>ит</sub> , %	29	29 22 35	10 17
Условия применения	Преимущественно гидрофобный коллектор	Среднепроницаемые коллектора (50-300 мД)	Исключения: высоковязкие нефти, неоднородные коллектора
Концентрация, %	0,01-0,1	до 30	10-30 (кол-во газа по объему)
Перспективы	Долгосрочные перспективы: <b>Крайне высокая стоимость</b> (от 1000 р/кг)	Долгосрочные перспективы: при условии импортозамещения ПАВ, большой расход <b>дорогостоящего</b> реагента «масла»	Долгосрочные перспективы: Высокие требования к качеству закачиваемой воды



# КОМПЛЕКСНЫЕ СОСТАВЫ

## ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАВОДНЕНИЕ



- Проницаемая неоднородность  $K1/K2 > 5$ ;
- Наличие каналов НФС, проницаемость 1-50 Д, в 100 раз больше, чем матрицы ;
- Закачиваемая вода в объеме 10-30%, после прихода основного фронта фильтруется по каналам низкого фильтрационного сопротивления не совершая полезной работы

## КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ШАГ-1. ИЗОЛЯЦИЯ. ВПП



- Закачка водоизолирующего состава ВПП с преимущественным проникновением в водопромытые области в соответствии с проницаемостью – НФС, высокопроницаемые пропластки матрицы

## КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ШАГ-2. ОЧИСТКА + СТИМУЛЯЦИЯ

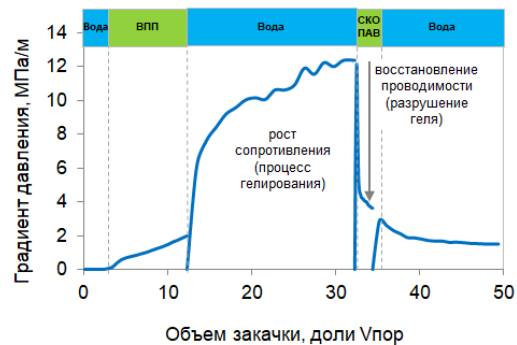


- Очистка трещины ГРП (АвтоГРП) кислотными составами – составами деструкторами, разрушителями.
- Стимулирование матричной части составами ПАВ, перераспределение потоков между каналами НФС и матричной частью без изменения давления

# ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОСТАВОВ

## ТЕСТИРОВАНИЕ КИСЛОТНЫХ СОСТАВ (НАСЫПНЫЕ МОДЕЛИ «КАНАЛОВ НФС») ОЦЕНКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ

Оценка кольтматации (ВПП) и эффективности восстановления проницаемости (СКО)



- Закачка полимер-дисперсных составов идет с ростом давления, после гелирования сопротивление вырастает до 10...50 раз, пост оторочка СКО+ПАВ разрушает гель в зоне проникновения, восстанавливая проницаемость в 4-8 раз

## ТЕСТИРОВАНИЕ СОСТАВОВ ВПП (НАСЫПНЫЕ МОДЕЛИ «КАНАЛОВ НФС»)

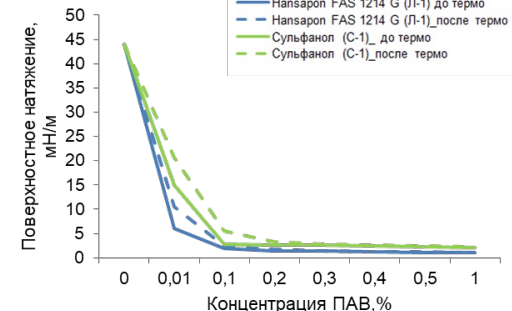
Внешний вид торца канала НФС после обработки составом ВПП и СКО



- Состав ВПП надежно блокирует высокопроницаемые каналы (трещина)

## ТЕСТИРОВАНИЯ ПАВ (КЕРНОВАЯ МОДЕЛЬ ПЛАСТА – МАТРИЦА) ОЦЕНКА УВЕЛИЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ФАЗОВОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПО ВОДЕ

Определение МФН в Нефть-ПАВ



- Определены эффективные значения концентраций ПАВ для снижения межфазного натяжения