

Практический опыт реализации инновационных технологий увеличения нефтеотдачи пластов

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ–Инжиниринг» «ПермНИПИНефть»

ВВЕДЕНИЕ

География деятельности



Структура извлекаемых запасов



Распределение TРИЗ

ВВЕДЕНИЕ

Реализованные инновационные технологии

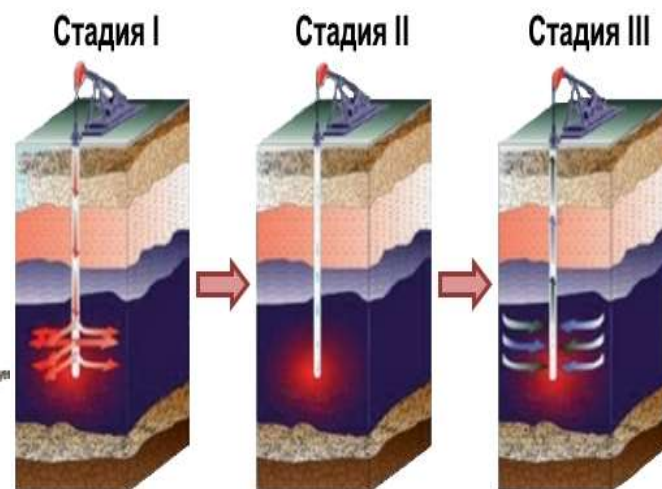
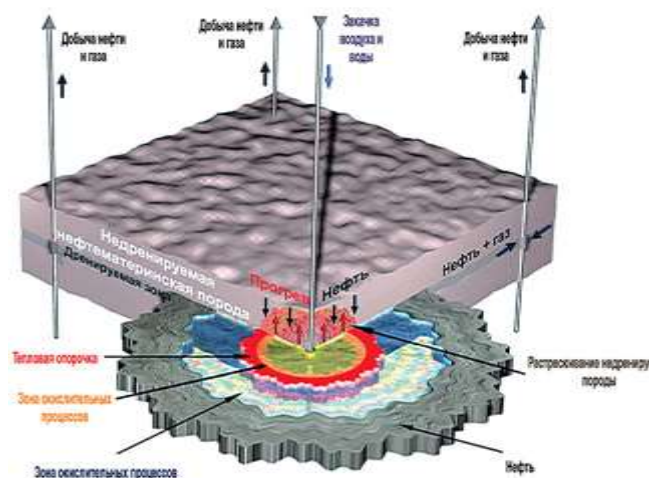
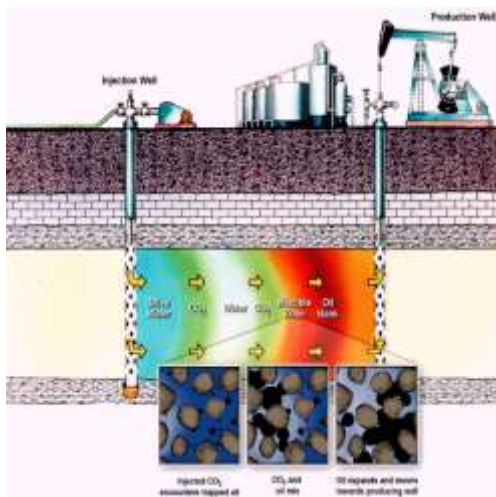
Низкопроницаемый коллектор

Водогазовое
воздействие

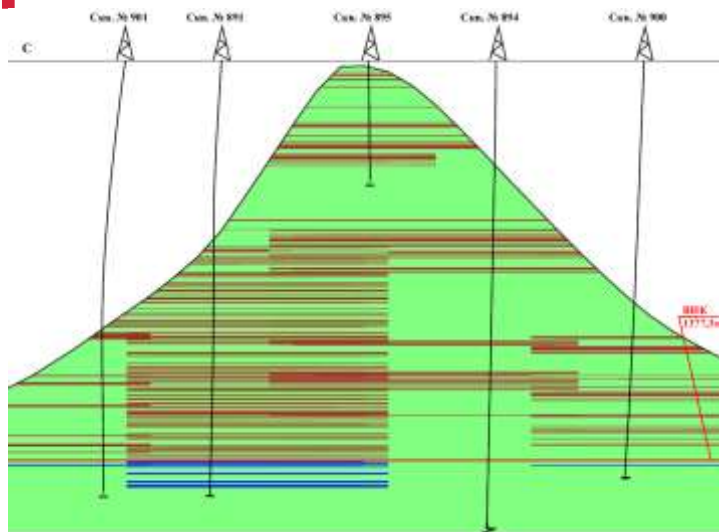
Термогазовое
воздействие

Высоковязкие нефти

Циклическая
закачка CO₂



ВГВ НА МЕНЗЕЛИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ



Административное положение
Республика Татарстан

Нефтеносность
Турнейский и фаменский ярусы (C_1t+D_3fm)

Тип коллектора
Карбонатный

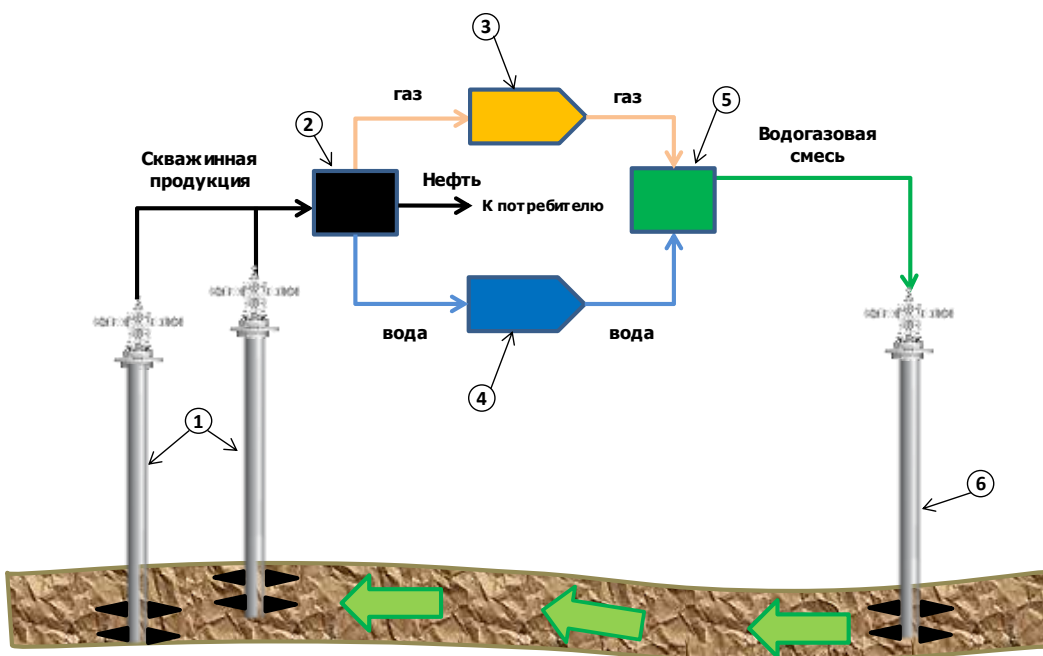
Запасы нефти
Геологические (AB_1) – 3,5 млн.т
КИН – 0,3

Основные геолого-физические характеристики

Параметры	Ед. изм.	Значения
Средняя глубина залегания кровли	м	1550
Средняя эфф. нефтенасыщенная толщина	м	19,0
Пористость	%	10
Нефтенасыщенность пласта	%	76
Проницаемость	мкм ²	0,087
Начальная пластовая температура	°С	28
Начальное пластовое давление	МПа	12,8
Вязкость нефти в пластовых условиях	мПа*с	12,3
Плотность нефти в пластовых условиях	г/см ³	0,868

ВГВ НА МЕНЗЕЛИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

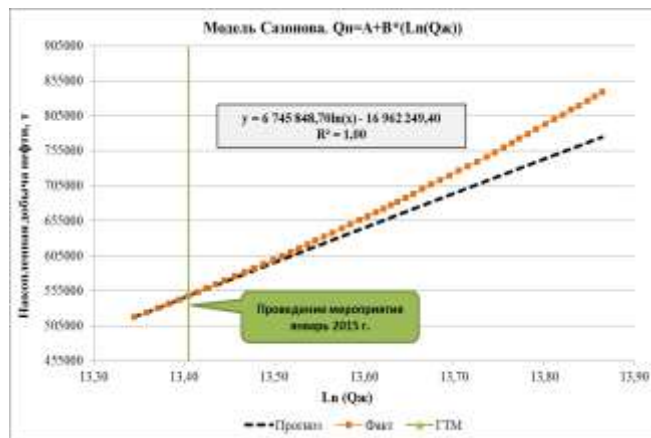
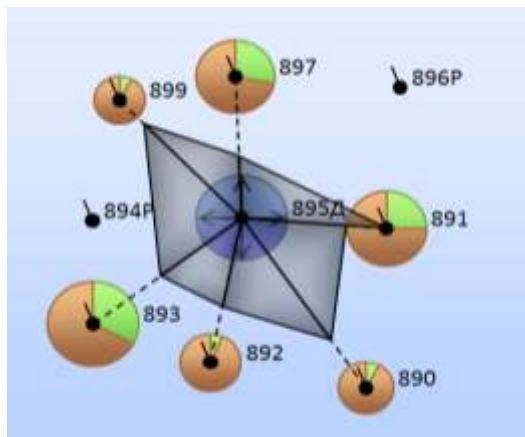
Совместная закачка воды и ПНГ в соотношении 1:40 (на 1 м³ воды 40 нм³ газа)



- 1 - добывающая скважина;
- 2 - установка подготовки нефти;
- 3 - компрессорная установка «Cameron»;
- 4 - насосная установка (на базе АНТ-150);
- 5 - узел смешения;
- 6 - нагнетательная скважина



ВГВ НА МЕНЗЕЛИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ



Накопленная закачка ПНГ	- 9 млн м ³
Накопленная закачка воды	- 290 тыс. т
Дополнительная добыча нефти	- 12 тыс. т
Уровень утилизации ПНГ	- 100%

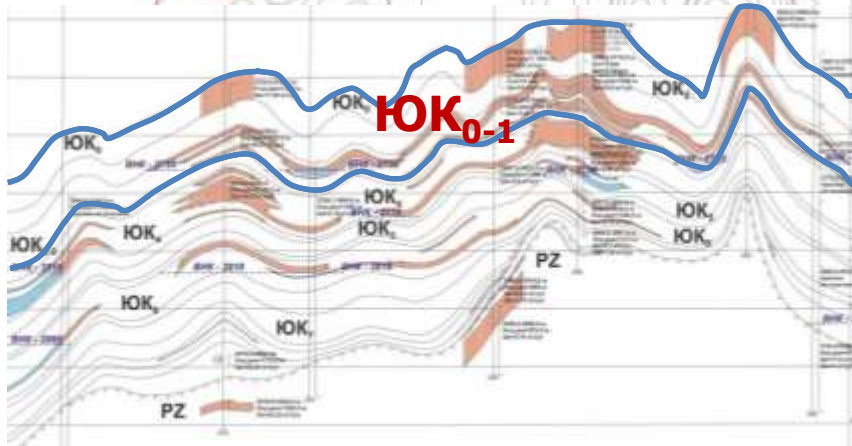
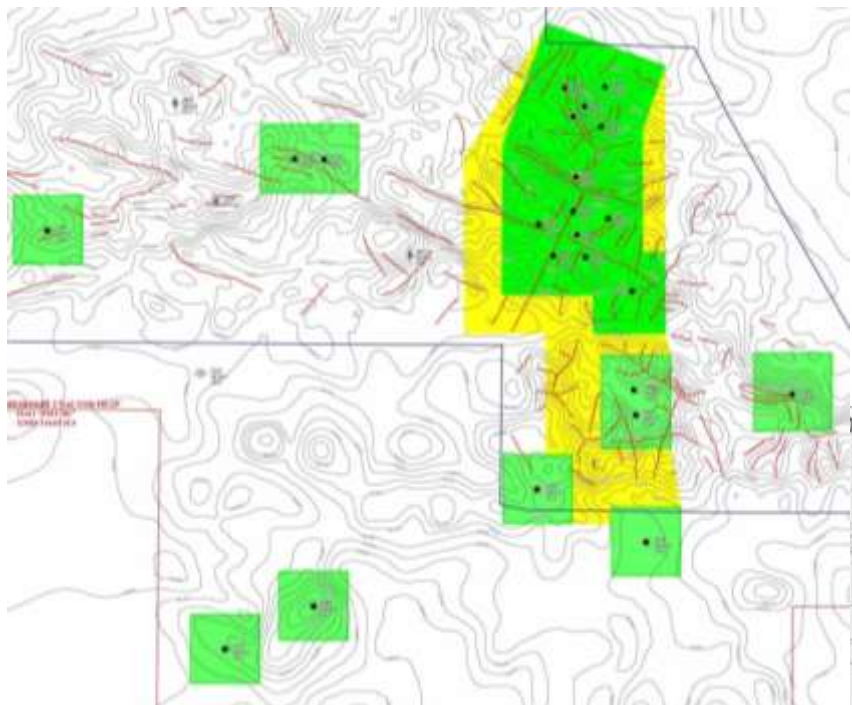


- ✓ Рост дебитов нефти по 4 скважинам из 8, снижение по 1 скважине;
- ✓ Снижение обводненности по 5 скважинам, рост - по 3 скважинам;
- ✓ 100% уровень утилизации добываемого ПНГ;
- ✓ Наличие технологической и экономической эффективности



Планируется испытание технологии в 2021г на Памятно-Сасовском месторождении

ТЕРМОГАЗОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ



Административное положение

Ханты-Мансийский автономный округ

Объект

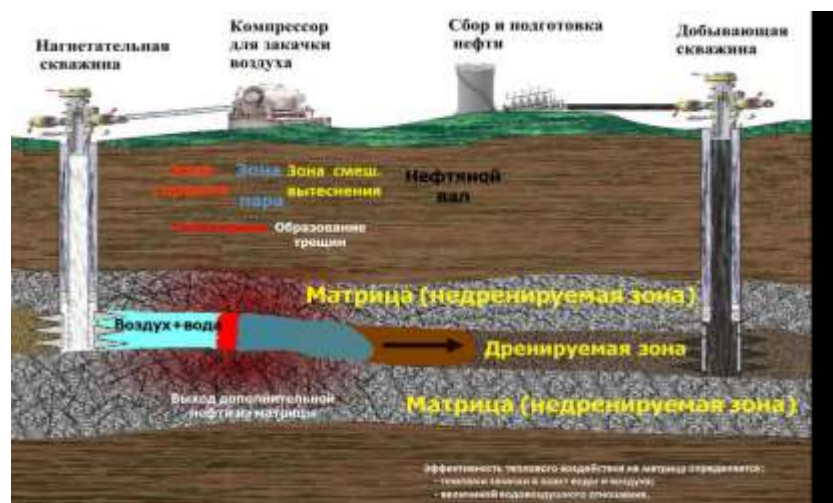
Баженовская свита (пласт ЮК₀₋₁)

Запасы нефти

Геологические (C₁+C₂) - более 50 млн. т
КИН - 0,2

Основные геолого-физические характеристики

Параметры	Ед. изм.	Значения
Средняя глубина залегания кровли	м	2586
Средняя эфф. нефтенасыщенная толщина	м	13,2
Коэффициент пористости	д.ед.	0,08
Коэффициент нефтенасыщенности пласта	д.ед.	0,85
Проницаемость	мкм ²	0,0043
Коэффициент песчаности	д.ед.	0,45
Расчлененность	ед.	2,4
Начальная пластовая температура	°С	107
Начальное пластовое давление	МПа	33,1
Вязкость нефти в пластовых условиях	мПа*с	0,631
Плотность нефти в пластовых условиях	г/см ³	0,732



ТЕРМОГАЗОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Применяемое оборудование



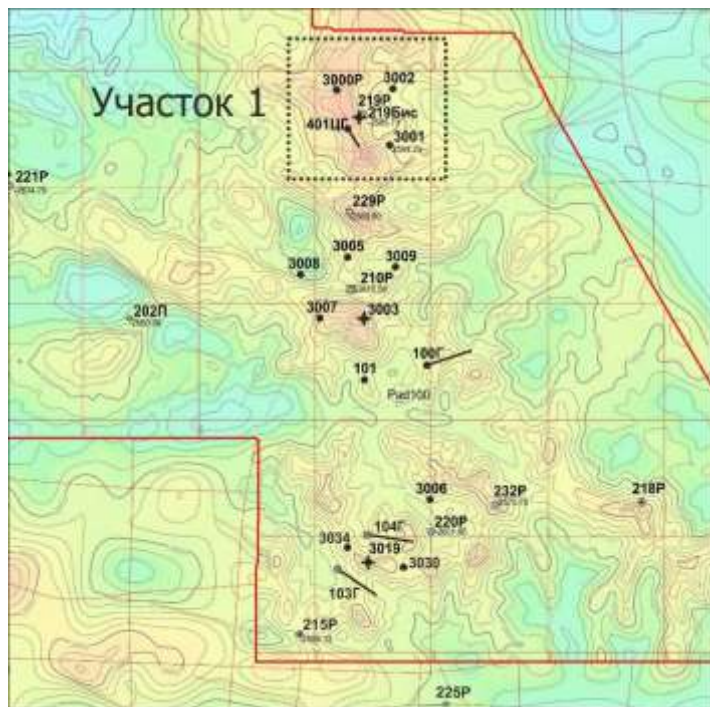
- Винтовой компрессорный блок - GA132VSD Pack-14-50 («Atlas Copco» - Бельгия);
- Воздушный поршневой (дожимной) компрессор («Ariel»);
- Трубопроводная обвязка и запорная арматура;
- Промежуточные и выходные воздухоохладители;
- Системы КИПиА;
- Вспомогательное оборудование



Параметры	Ед. изм.	Значения
Исходный продукт		Атмосферный воздух
Получаемый продукт		Осушенный воздух
Объемная производительность по воздуху	ст.м ³ /сут	24 000
Рабочее давление	МПа	35-40
Точка росы не выше	°С	+3
Мощность (ориентировочная)	кВт	до 1000
Температура окружающей среды	°С	от -55 до +45

ТЕРМОГАЗОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Первый этап

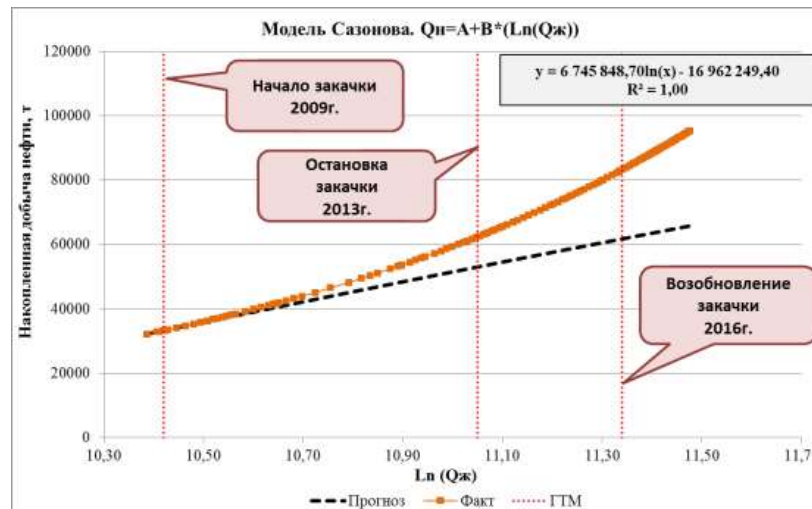


Строительство опытного участка №1

Начало закачки - 2009 г.

Накопленная закачка воздуха – 15 млн.м³

Оценка эффективности участка №1

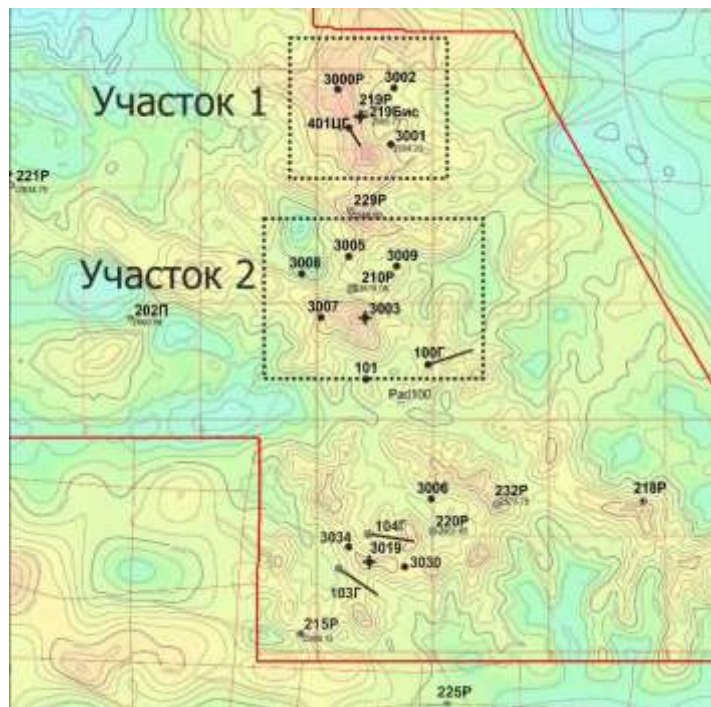


Результаты опытных работ на участке №1:

- ✓ В добываемых газах низкое содержание кислорода (менее 1%);
- ✓ Рост концентрации CO₂ (до 10%) и N₂ (до 60%) в продукции;
- ✓ Дополнительная добыча нефти оценивается в 25 тыс.т.

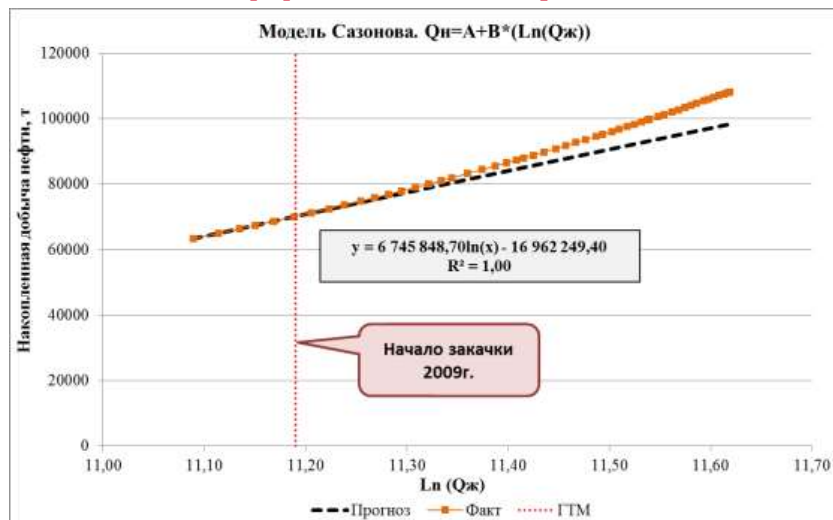
ТЕРМОГАЗОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Второй этап



Строительство опытного участка №2
Начало закачки - **2015 г.**
Накопленная закачка воздуха – **17 млн.м³**

Оценка эффективности участка 2



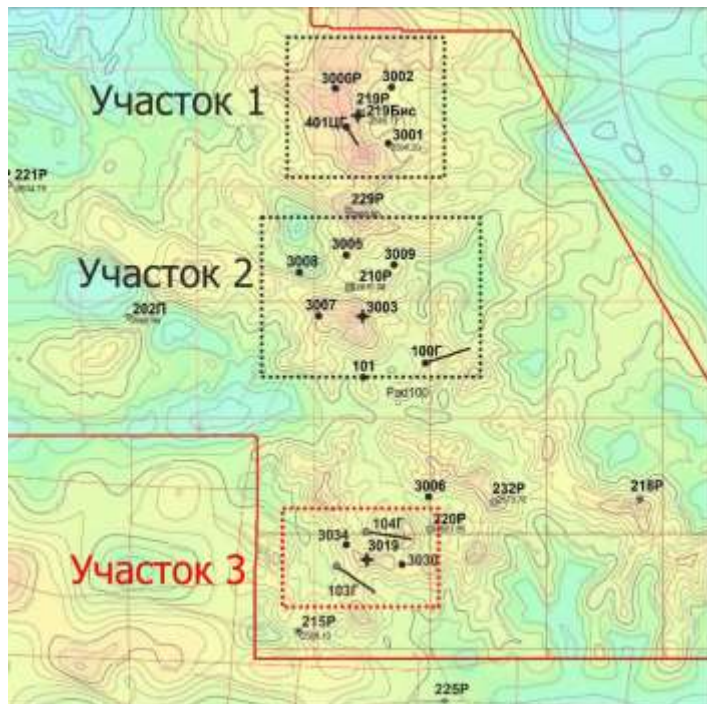
Результаты опытных работ на участке №2:

- ✓ Отсутствует рост доли N₂ в добываемой продукции;
- ✓ По результатам гидропрослушивания реакции на возмущающую скважину в контрольных скважинах не выявлено;
- ✓ Закачка воздуха остановлена.

Дополнительная добыча
нефти - **8 тыс.т**

ТЕРМОГАЗОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Третий этап



Строительство опытного участка №3

Начало закачки - 2021г.

Накопленная закачка воздуха – 877 тыс.м³

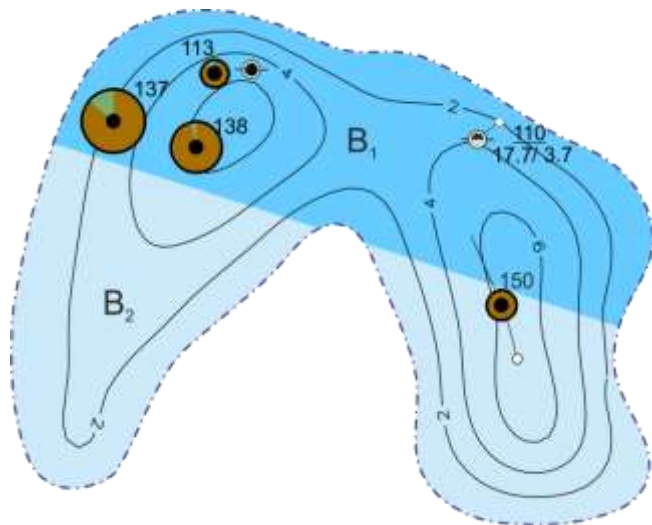
- ✓ Учен опыт реализации ТГВ на участках №1 и №2;
- ✓ Участок №3 состоит из 5 скважин;
- ✓ Участок оборудован компрессорной станцией, рассчитанной на давление закачки в 700 атм.

Расчет эффективности на участке №3 будет выполнен после наработки не менее шести месяцев после начала стабильной закачки

ВНУТРИПЛАСТОВОЕ ГОРЕНИЕ

Выполнены специальные лабораторные исследования:

- ✓ исследования с помощью дифференциально сканирующей калориметрии и термогравиметрический анализ проб нефти
- ✓ эксперимент по изучению окисления нефти при линейном изменении температуры в условиях высокого давления (реактор НРРТО);
- ✓ эксперимент по моделированию сухого внутрипластового горения.



Административное положение
Самарская область

Нефтеносность
Турнейский ярус - $C_{1t}(B_1)$

Тип коллектора
Карбонатный

Запасы нефти
Геологические - **более 1 млн. т**

Геолого-физические характеристики

Вязкость, мПа*с	- 450
Плотность, г/см ³	- 0,924
Температура, °С	- 33
Нефтенасыщенность	- 89%



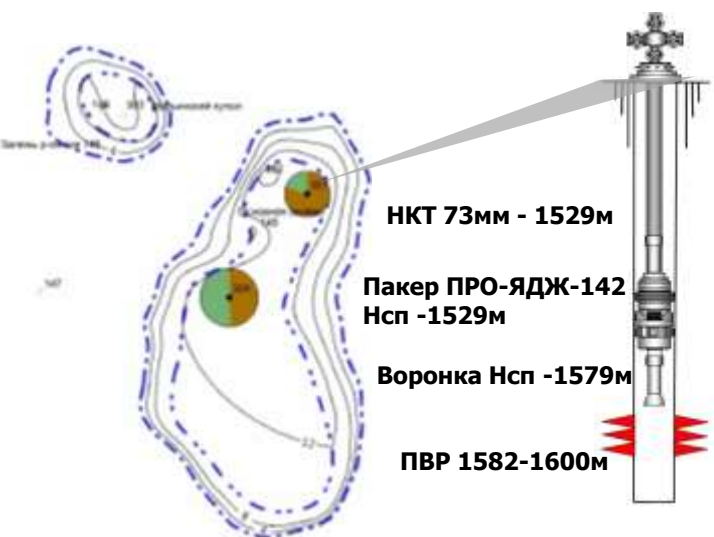
Реактор НРРТО



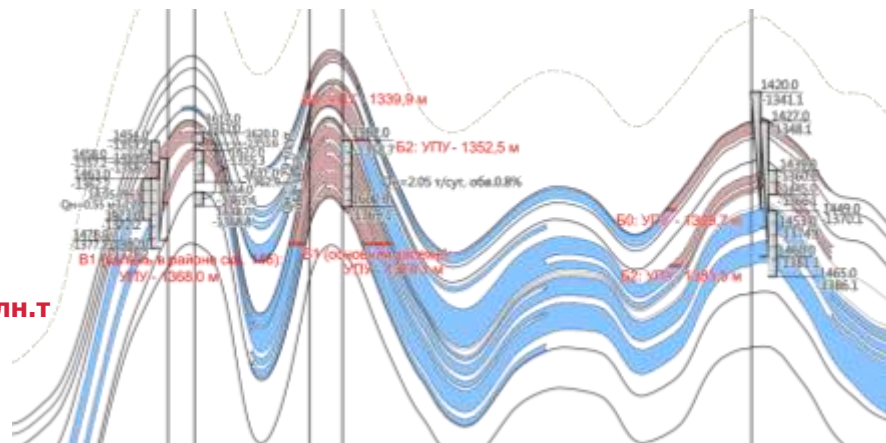
«Труба горения»

**Промысловые испытания технологии
запланированы на 2022 г.**

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ЗАКАЧКА CO2

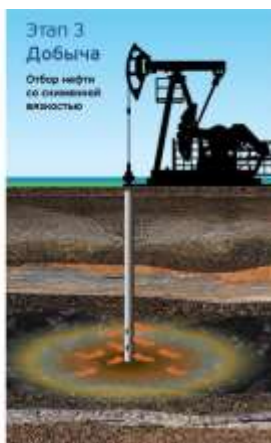


Марьинское месторождение
Самарская область
Нефтеносность
Турнейский ярус (C_1t)
Тип коллектора
Карбонатный
Запасы нефти
Геологические (AB_1) – **1,4 млн.т**
КИН – **0,25**



Основные геолого-физические характеристики

Параметры	Ед. изм.	Значения
Средняя глубина залегания кровли	м	1460
Средняя эфф. нефтенасыщенная толщина	м	10,3
Коэффициент пористости	д.ед.	0,12
Коэффициент нефтенасыщенности пласта	д.ед.	0,84
Проницаемость	мкм ²	0,138
Коэффициент песчаности	д.ед.	0,72
Расчлененность	ед.	4,3
Начальная пластовая температура	°С	25,7
Начальное пластовое давление	МПа	16,1
Вязкость нефти в пластовых условиях	мПа*с	835
Плотность нефти в пластовых условиях	г/см ³	0,955



ЦИКЛИЧЕСКАЯ ЗАКАЧКА CO2

140 км



Источник CO₂ – завод в г.Тольятти



Автомобильная цистерна

Объем цистерны – 25 м³;
Давление – 19 атм



Агрегат закачки CO₂

Насос высокого давления:

$P_{\text{вых}}$ 100-120 атм
 $t^{\circ}_{\text{CO}_2}$ +18,8 °C



Месторождение

вязкость нефти:
в пластовых условиях - 835 мПа·с
в поверхностных условиях - 1574 мПа·с



- ✓ **Закачка CO₂ осуществлялась непрерывно;**
- ✓ **Время закачки составило – 2,5 суток;**
- ✓ **Средний расход – 5,1 т/ч;**
- ✓ **Объем закаченного CO₂ = 300 т;**
- ✓ **Время реагирования – 21 день;**
- ✓ **Дополнительная добыча нефти – 900 т;**

**Промысловые испытания признаны успешными
ОПР по закачке CO₂ рассматриваются на других месторождениях**

ВЫВОДЫ

- 1. Реализованы промышленные испытания технологий третичных методов воздействия на пласт;**
- 2. По результатам испытаний определена технологическая эффективность технологий;**
- 3. Определены новые перспективные объекты для внедрения МУН;**
- 4. Проведен комплекс лабораторных исследований, выполнены необходимые расчеты по дальнейшему испытанию технологий на месторождениях Компании.**



Всегда в движении!