

Международная научно-практическая конференция «Опыт реализации полимерного заводнения на Восточно-Мессояхском месторождении»



16-17 сентября 2022 г.



**Гудз Антон Александрович,
Gudz Anton Aleksandrovich,**

**АО «Мессояханефтегаз» Газпромнефть, г.
Тюмень, РФ
Gazpromneft Messoyakhaneftegaz, Tyumen, RF**

Руководитель проекта, программа по формированию бизнес-кейса по достижению потенциала.

Направления деятельности: управление потенциалом базовой добычи, разработка мероприятий по повышению КИН, формирование системы ППД, внедрение эффективных методов ПНП.

Head of reservoir engineer department
Research areas: Reach of geological potential, waterflooding, EOR

Полимерное заводнение на Восточно-Мессояхском месторождении Polymer flooding experience in East-Messoyahskoe oilfield

В этом докладе описываются особенности геологии и разработки Восточно-Мессояхского месторождения и те вызовы, которые стоят перед командой инженеров-разработчиков.

Детально показаны все этапы, которые были пройдены до начала ОПР по полимерному заводнению. Определены цели и задачи ОПР.

Представлены в данной работе результаты двух пилотных участков, показаны все неопределенности, которые были сняты в ходе ОПР.

По результатам ОПР сформирована концепция полномасштабного тиражирования технологии полимерного заводнения в условиях Восточно-Мессояхского месторождения.

The paper describes geological and reservoir engineering features of the East-Messoyahskoe oilfield, challenges for reservoir engineers team.

The detailed review of all stages before pilot is presented. Key goals of pilot was determined. The experience and results obtained during polymer flooding pilots and derisking stages are presented. In the result of two pilots was created concept of full field polymer flooding implementation in East-Messoyahskoe oilfield.

Особенности геологии и разработки, вызовы Восточно-Мессояхского месторождения



НГЗ

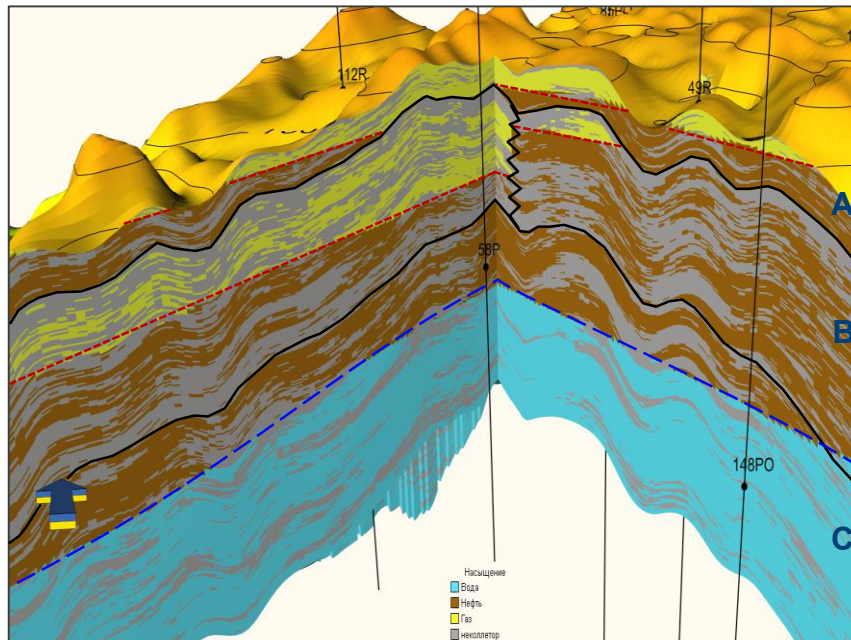
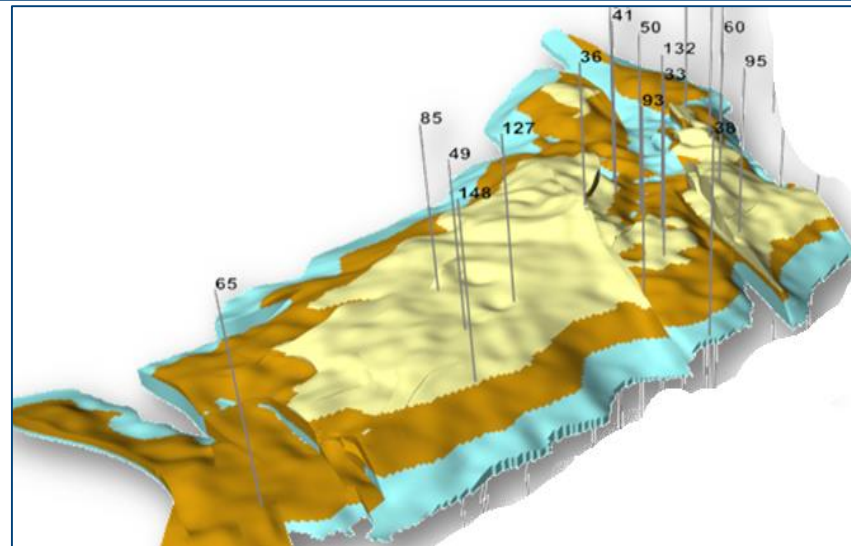
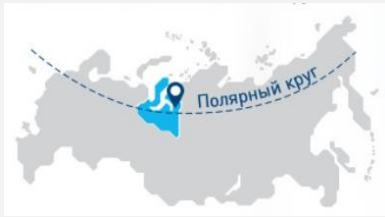
~ 1 млрд
тонн нефти

ПК 1-3 основной пласт

- ~ 70% запасов
- Континентальные отложения
- Слабоконсолидированный



- Низкая температура 16 °С
- Низкая минерализация 16 г/л



1. Высокая неоднородность ФЕС

- $K = 50-5000$ мД

2. Наличие газовой шапки, аквифера и растворенного газа

- $P_{нач} = P_{нас} = 78$ атм

3. Высоковязкая нефть

- $\mu = 111$ сР
- $M = 15-30$

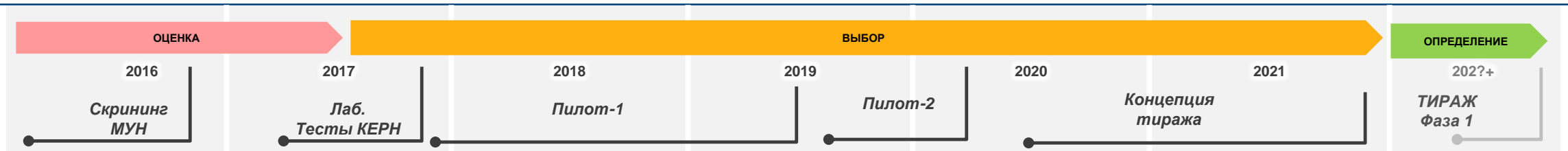
4. Стратегия разработки

- ГС 1000 м, МЗС
- Расстояние 150-300 м
- Заводнение водой – базовый метод разработки

КИН >15% = Вызов

- Низкий Кохвата

Summary и Overview проекта



1. Скрининг методов увеличения нефтеотдачи

- ✓ ПЗ наиболее эффективный МУН для пласта ПК1-3 ВММ.

2. Лабораторные эксперименты

- ✓ ПЗ работает на керне, выбрана лучшая марка полимера
- ✓ Уточнение адсорбции, испытание альтернативных полимеров

3. Изучен мировой опыт

- ✓ ПЗ успешно применяется в мире на м/р-аналогах => высокая вероятность успеха
- ✓ Лидеры внедрения Канада и Китай, в 2018 стартовал пилотный проект на Аляске-первый в США
- ✓ Визит на месторождение Patos Marizna – крупнейшее в Европе с полномасштабным внедрением
- ✓ Обмен опытом с мировыми компаниями

4. Пилот-1 (КП-18) (11.2017- 06.2019)

- ✓ Прокачено ~ 10% PV.
- ✓ Доказана техническая, геологическая и экономическая эффективность
- ✓ Независимая оценка мировыми экспертами
- ✓ Доп.добыча + 17,2 тыс. т, PI 1.4

5. Пилот -2 (КП-69) (07.2019 - 02.2020)

- ✓ Прокачено 3% PV, преждевременная остановка закачки
- ✓ Определена эффективность в различных геологических зонах
- ✓ Доп.добыча + 13,2 тыс. т, PI 2.09

6. Концепция тиража, дальнейшие планы

- ✓ ТЭО концепции тиражирования по результатам данных ОПР
- ✓ Поиск устойчивых бизнес-кейсов тиражирования



Цель ОПР – определить технологическую, геологическую и экономическую эффективность полимерного заводнения на пласте ПК 1-3.

Задачи для достижения цели:

1. Технологическая эффективность

1.1. Возможность осуществить сложный технологический процесс закачки полимера в арктических условиях с соблюдением всех требований.

2. Геологическая эффективность

- 2.1. Целевая вязкость.
- 2.2. Фильтруемость полимера в пласт.
- 2.3. Давление закачки.
- 2.4. Перераспределение фильтрационных потоков.
- 2.5. Адсорбция полимера.
- 2.6. Оценка доп. добычи на период ОПР.
- 2.7. Адаптация ГДМ и прогноз.

3. Экономическая эффективность

- 3.1. Экономическая эффективность ОПР.
- 3.2. Экономическая эффективность на ТИРАЖ.

4. Независимая оценка результатов ОПР

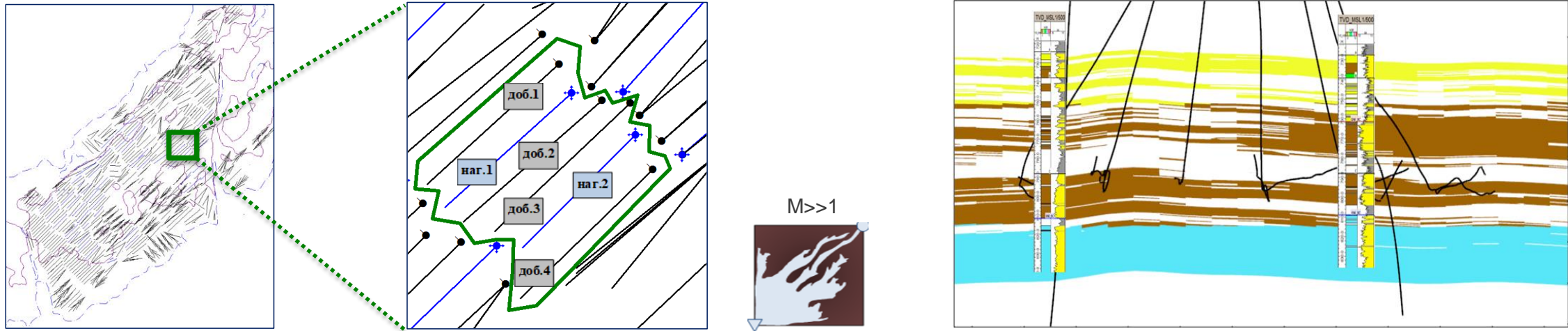
- 4.1. Мировые эксперты R. Seright и D. Wang
- 4.2. Шлюмберже.

Для решения поставленных задач проведен промысловый ОПР на 2-х участках:

- Пилот-1
- Пилот -2

Пилот-1. Описание участка и выполненных работ

1 Геология



2 Выбор целевой вязкости

Базовая
вязкость
при $M=1$

$$\mu_{\text{ПАА}} = M = 30 \text{ сР} \quad M=1$$

Идеальная
вязкость при
 $M \ll 1$

$$\mu_{\text{ПАА}} = M * \text{контраст прониц.} \\ = 30 * 2 = 60 \text{ сР} \quad M=0,5$$

- » Выбрана **идеальная вязкость согласно лучших мировых практик 60 сР** в пласте, при этом $M=0,5$
- » Соответственно на устье 30 сР, концентрация полимера 1800 ppm

3 Выполненный объем работ

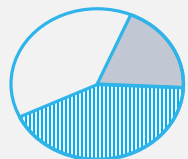
- Закачено 398,5 т полимера в 2 скв.
- Выполнено оценка профиля приемистости (ПГИ) до и после ПЗ.
- Проведены трассерные исследования до и после ПЗ.
- Реализованы периодические ГДИС на нагнетательном и реагирующем фонде.
- Выполнена оценка в ГДМ (t-navigator)
- Аналитическая оценка эффекта.

Пилот-1. Оценка эффекта на период ОПР

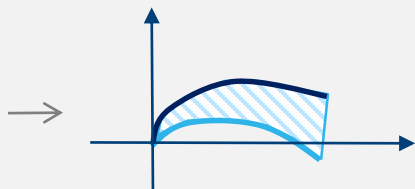
Аналитические методы

Комплексное сравнение со всеми скважинами реагирующими на ППД (типовые кривые)

Реагирующие скв.



Разбивка на группы по эффективности ППД



Отнесение скважин участка ПЗ к группе и сравнение с наиболее близким трендом за период закачки воды

Аналитическая оценка за период ОПР:

- Доп. добыча **17,2** тыс.тн
- Удельная доп. добыча **43** тн/тПАА

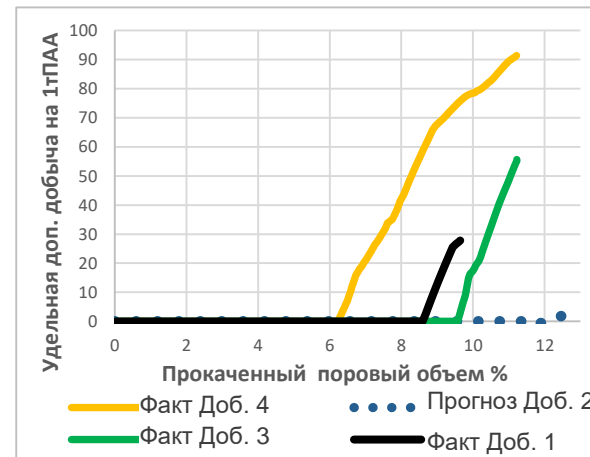
Оценка на ГДМ за период ОПР:

- Доп. добыча **11,3** тыс.тн
- Удельная доп. добыча **28** тн/тПАА

Экономическая оценка ОПР:

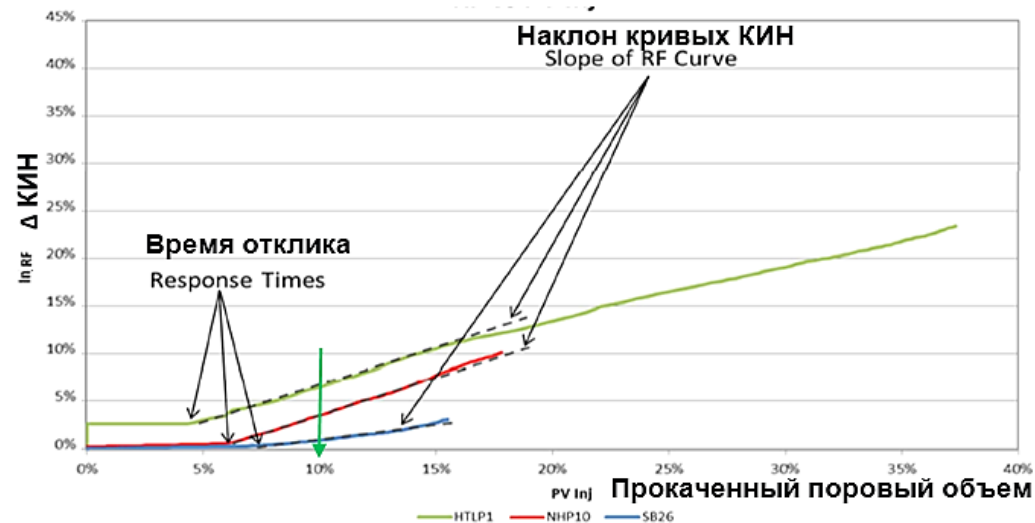
- PI **1,4**
- Мин. рентабельная УДД (при PI 1,15) = **28** тн/тПАА

- » Пилотный проект рентабельный
- » Доказана экономическая эффективность ОПР



АНАЛОГИ *

Annual Performance Presentation, Canadian Natural, April 2017 CNRL BRINTNELL, КАНАДА



Пилот-1. Результаты

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Технологические

- ✔ Доказана техническая возможность закачки в арктических условиях с соблюдением всех требований.

2. Геологические

- ✔ Доказана геологическая эффективность при высокой вязкости и без истории закачки воды.
- ✔ Фактическая вязкость 60 сР (ОПР): +17,2 тыс. т, УДД 43 тн/тПАА.

3. Экономические

- ✔ ОПР экономически эффективный: + 17,2 тыс. т, PI 1,4.
- ✔ Есть положительные кейсы при тиражировании

4. Независимая оценка мировыми экспертами + Сколково и SLB

- ✔ Прокачен маленький PV, есть все предпосылки на успех, абсорбция – ключевой фактор.
- ✔ Доказана эффективность на цифровом керне.

» **Цель ОПР – определить технологическую, геологическую и экономическую эффективность полимерного заводнения на пласте ПК 1-3 – Достигнута**

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

- ✘ Максимальное давление закачки, наличие трещин и их влияние.
- ✘ Оптимальная вязкость для обеспечения компенсации не менее чем на воде.
- ✘ Величина доп. добычи по сравнению с заводнением в различных геологических зонах.

» **Принято решение о проведении ОПР-2**



Пилот-2. Философия

1. Задачи ОПР-2:

1.1 Технологическая эффективность:

- Определить **максимальное давление закачки**, наличие трещин и их влияние на приемистость

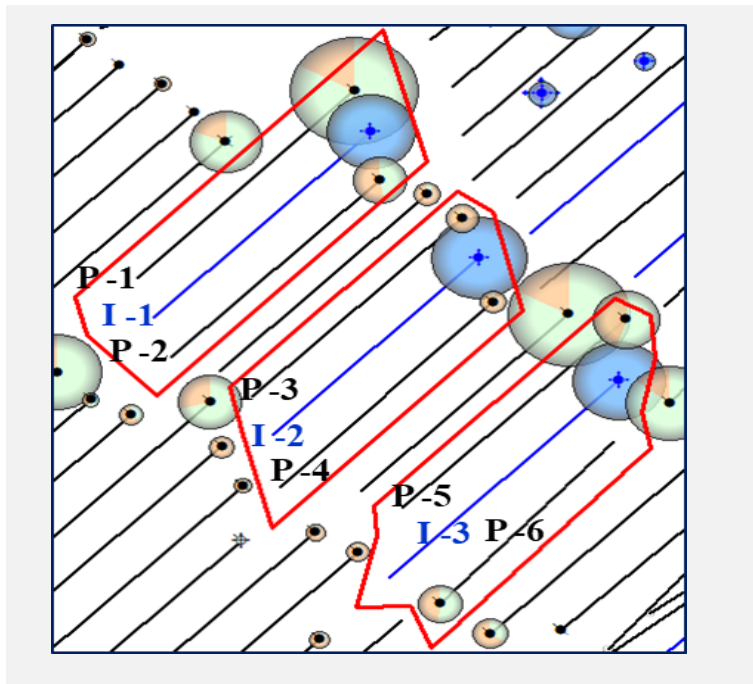
1.2 Геологическая эффективность:

- Определить **оптимальную вязкость** полимерного раствора для обеспечения компенсации не менее чем при закачке воды
- Оценить величину доп. добычи по сравнению с заводнением в **различных геологических зонах**

1.3 Экономическая эффективность:

- Наличие рентабельного кейса на тираж

2. Специально был выбран участок с 3-мя различными геологическими зонами



Ячейка 1 (I - 1)

- Сильная связь с аквифером, обводнение от подошвы
- Нет явной реакции на заводнение и латерального вытеснения
- Обводненность 44-82% до ОПР

Ячейка 2 (I - 2)

- Нет связи с аквифером
- Значительная положительная реакция на заводнение
- Обводненность 1-2 % до ОПР

Ячейка 3 (I - 3)

- Средняя связь с аквифером, обводнение от ППД
- Положительная реакция на заводнение, но рост обв.
- Обводненность 48 - 50 % до ОПР

Пилот-2. Отличительные особенности

1 Различия подходов в пилоте 1 и 2

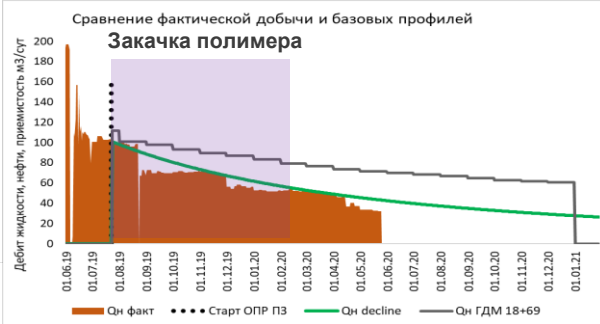
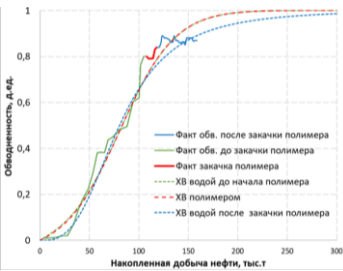
Параметр	Пилот -1	Пилот - 2
Количество нагнетательных скважин	2	3
Базовый период с закачкой воды	3 месяца	12 месяцев
Целевая вязкость на устье при 45 °С и 7,34 сек-1	30 сР	7сР
Целевая вязкость в пласте при 16 °С и 1,8 сек-1	60-80 сР	10 сР
Концентрация полимерного раствора	1800 ppm	850 ppm
Максимальное давление закачки	50 =>75 атм	Без ограничений
Стратегия закачки	Снижение приёмистости, вязкость постоянна	Постоянная вязкость и приёмистость

2 Выполненный объем работ

- Закачено 223 т полимера в 3 скв. (3,5% PV)
- Выполнено оценка профиля приемистости (ПГИ) до ПЗ
- Проведены трассерные исследования до и после ПЗ
- Реализованы периодические ГДИС на нагнетательном и реагирующем фонде
- Подготовлены альтернативные ГДМ на 2 инструментах (CMG, Intersect)

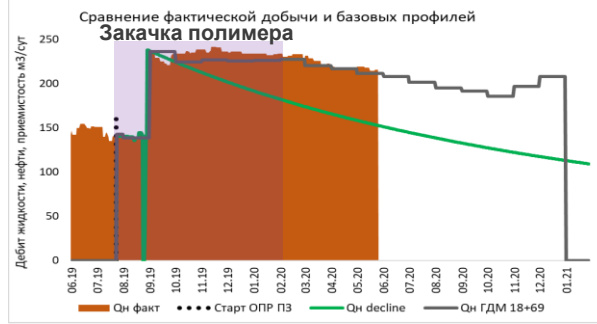
Пилот-2. Комплексная оценка эффекта по реагирующим скважинам

Ячейка 1 (I-1)



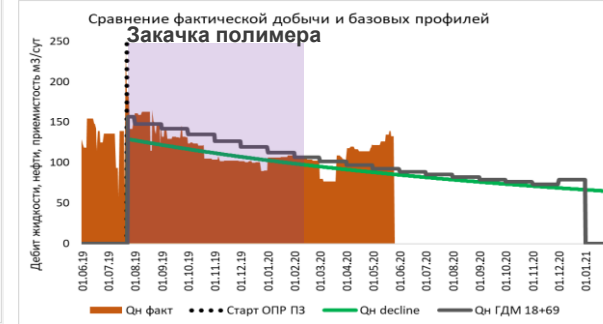
Обводнение замедлилось

Ячейка 2 (I-2)

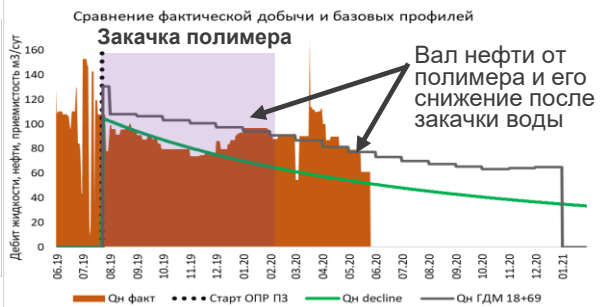
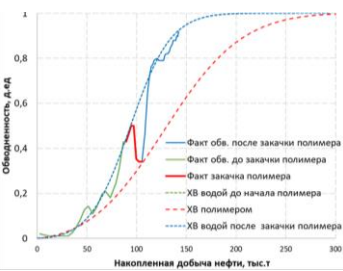


Низкая обводненность, оценка справочная

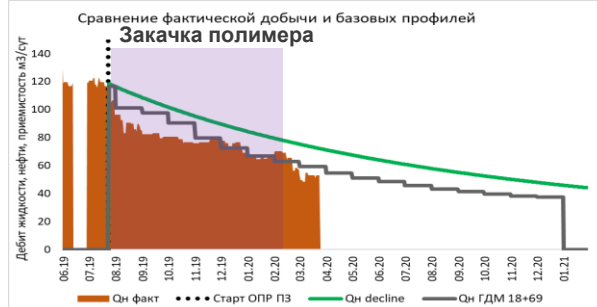
Ячейка 3 (I-3)



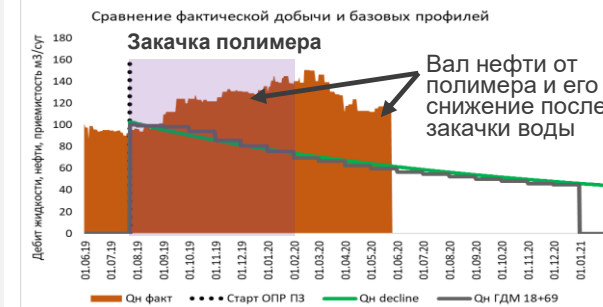
Рост обводненности прекратился



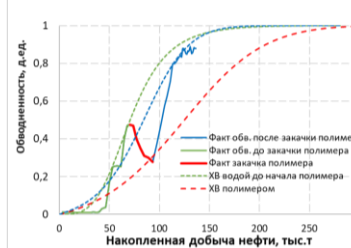
Снижение обводненности и последующий рост после перехода на закачку воды.



Низкая обводненность, оценка справочная



Снижение обводненности и последующий рост после перехода на закачку воды.



- » Комплексная оценка с применением всех доступных аналитических инструментов.
- » Уверенная доп.добыча по 2-м скв. с характерными валами нефти и их прекращением после перехода на воду – явный эффект от ПЗ несмотря на небольшой прокаченный PV.

Выводы и результаты ОПР



РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Технологические

- ✓ Увеличен диапазон R_{\max} до 85 атм, нет автоГРП, есть геомеханические эффекты, есть возможность обеспечения компенсации не менее чем при закачке воды .
- ! *Необходима доп. очистка воды от КВЧ и нефтепродуктов.*

2. Геологические

- ✓ Геологическая эффективность в различных геологических зонах

3. Экономические

- ✓ ОПР экономически эффективный: + 13,18 тыс. т, PI 2,09.
- ✓ Есть положительные кейсы при тиражировании.

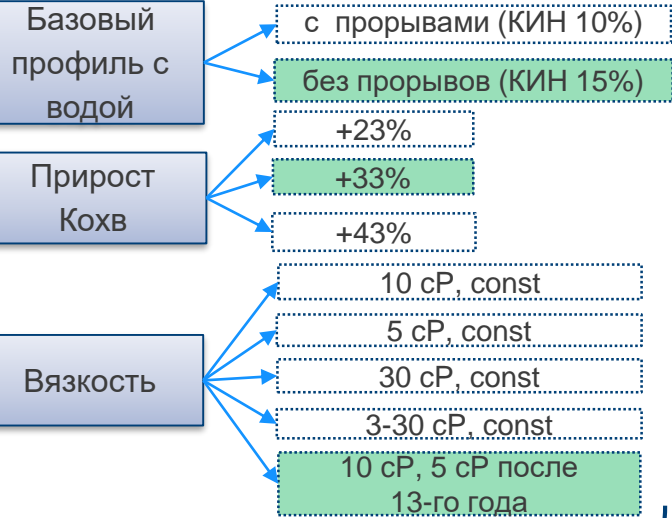
» *Цель ОПР – определить технологическую, геологическую и экономическую эффективность полимерного заводнения на пласте ПК 1-3 – ДСТИГНУТА.*

4. Дальнейшие планы

- ✓ Создание ТЭО тиражирования.

Концепция тиражирования

Подземная часть



10x2(базовый профиль) = **20 вариантов** на полномасштабной ГДМ в СМГ

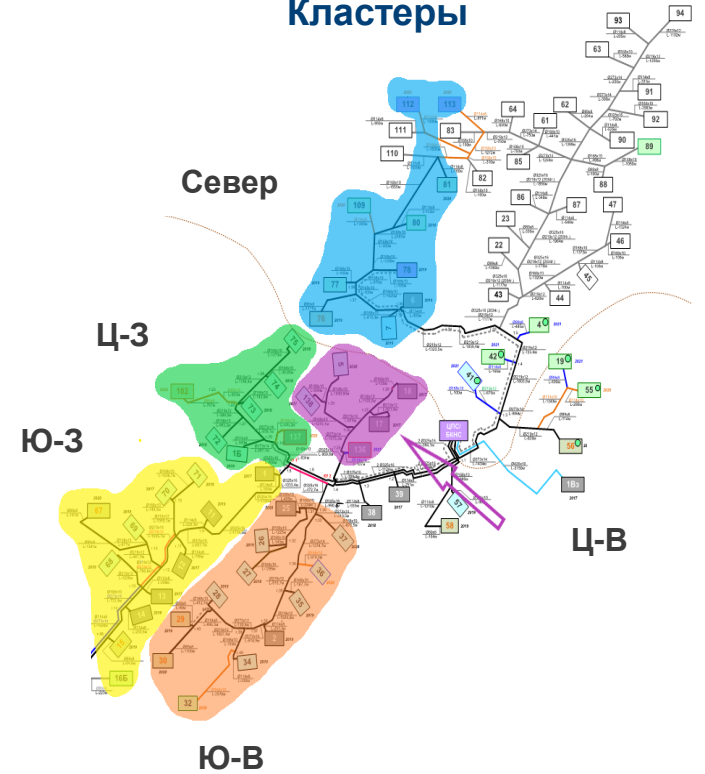


P-10	=	без прорывов (КИН 15%)	Кохв +23%	10 сР, 5 сР после 13-го года
P-50	=	без прорывов (КИН 15%)	Кохв +33%	10 сР, 5 сР после 13-го года
P-90	=	без прорывов (КИН 15%)	Кохв +43%	10 сР, 5 сР после 13-го года

Инжиниринг



Кластеры



- » Выбрана оптимальная комбинация рекомендуемого варианта тиражирования по каждому направлению
- » Затраты на полимер => ~ 65% всех затрат!
- » Поиск устойчивых бизнес-кейсов тиражирования



Гудз Антон Александрович

АО «Мессояханефтегаз»

Gudz.AA@tmn.gazprom-neft.ru

Спасибо за внимание!

