

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
**«ТЕМПОСКРИН-ПЛЮС ВПП»** -  
технология для дополнительной  
добычи нефти на месторождениях  
ТРИЗ

2022

Д.А. Каушанский (ИПНГ РАН)  
С.Э. Сарманов (ИПНГ РАН)

## О ТЕХНОЛОГИЯХ «ТЕМПОСКРИН»:

Технологии «Темпоскрин» («Темпоскрин-Люкс», «Темпоскрин-Плюс ВПП») – инновационные технологии физико-химического воздействия полимерно-гелевых систем (ПГС), предназначенные для получения дополнительной добычи нефти и снижения обводненности добываемой продукции на месторождениях сложного геологического строения с неоднородными песчано-глинистыми и карбонатными коллекторами, эксплуатируемых с применением методов заводнения на поздней стадии разработки с высоким процентом обводнённости добываемой продукции (от 40 до 98%). Технология «Темпоскрин-Плюс ВПП» («Темпоскрин-Люкс») применима для получения дополнительной нефти на месторождениях ТРИЗ, в частности, в низкопроницаемых и высокотемпературных коллекторах.

«Темпоскрин» избирательно воздействуют на высокопроницаемые обводнённые пласты, резко снижая их проницаемость, обеспечивает выравнивание профилей приемистости скважин и пласта, изменяет фильтрационные потоки, увеличивая охват пласта заводнением, что приводит к снижению обводнённости добываемой продукции, увеличению добычи нефти и повышению нефтеотдачи.

Основные цели применения технологий линейки «Темпоскрин»:

- Получение дополнительной нефти;
- Снижение себестоимости добычи нефти;
- Стабилизация или снижение обводненности добываемой продукции;
- Увеличение нефтеотдачи;
- Защита окружающей среды.



# О ТЕХНОЛОГИЯХ «ТЕМПОСКРИН»:

## Первое поколение технологии

- Внедрение в период 1993-2012
- Более 1250 скважино-операций
- Терригенный коллектор

## Темпоскрин-Люкс

- ОПИ и внедрение с **2012 г.**
- Более 380 скважино-операций
- Расширение диапазона геолого-физических условий, в том числе повышенные температуры и минерализация агента закачки
- Терригенный коллектор, в том числе низкопроницаемый (до 20-30 мД) и высокотемпературный (до 95-97 °С)

## Темпоскрин-Плюс ВПП

- ОПИ и внедрение с **2016**
- Более 50 скважино-операций
- Расширение диапазона геолого-физических условий, в том числе повышенные температуры и минерализация агента закачки
- Терригенный и карбонатный коллектор
- Применимо для обработки трещиноватых низкопроницаемых и высокотемпературных коллекторов
- Обладает термотропными свойствами



# ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ «ТЕМПОСКРИН-ПЛЮС ВПП» И «ТЕМПОСКРИН-ЛЮКС» ОТ РЕАГЕНТА «ТЕМПОСКРИН»:

«Темпоскрин-Люкс» и «Темпоскрин-Плюс ВПП» были созданы на основе ранее разработанной технологии «Темпоскрин» и имеют ряд выгодных существенных отличий от прототипа, а именно:



- В пластовых условиях 15–20% гелей непосредственно синтезируется внутри пласта, что позволяет увеличить его охват.
- Частицы геля обладают более высокими вязкоупругими свойствами, а вытесняющая способность оторочек выше.
- Температурный интервал увеличен с 70°C до 95°C.
- Применимость при минерализации до 200 г/л.
- Содержание гель-фракции в единице объема составляет от 80% до 100%.
- Скрин-фактор не менее 10.
- Набухаемость больше 200 мл/г.

## О ТЕХНОЛОГИЯХ «ТЕМПОСКРИН»:

Технология применима на нефтяных месторождениях со следующими параметрами:

- толщина пласта от 3 до 100 метров;
- проницаемость от 80 до 5000 мД;
- пористость:  $\geq 16\%$ ;
- температура пласта до 95 °С;
- обводненность от 40 до 98%;
- коэффициент расчлененности: от 1 до 15;
- пластовое давление: до 250 атм. в районе закачки;
- минимальная приемистость нагнетательных скважин: 80 м<sup>3</sup>/сут;
- максимальная приемистость нагнетательных скважин: 2500 м<sup>3</sup>/сут.

Для месторождений с низкопроницаемыми и высокотемпературными коллекторами допустима проницаемость до 25-30 мД.

Применение технологии позволяет:

- выровнять профиль приемистости нагнетательной скважины и пласта;
- подключить в разработку ранее не работавшие пласты и пропластки;
- увеличить коэффициент охвата пластов заводнением;
- изменить фильтрационные потоки жидкости;
- повысить вытесняющую способность закачиваемой системы;
- за счет флокулирующих свойств создать условия для возникновения дополнительного остаточного сопротивления воде;
- уменьшить обводненность добываемой продукции;
- повысить нефтеотдачу высокообводненных пластов на поздней стадии их эксплуатации.

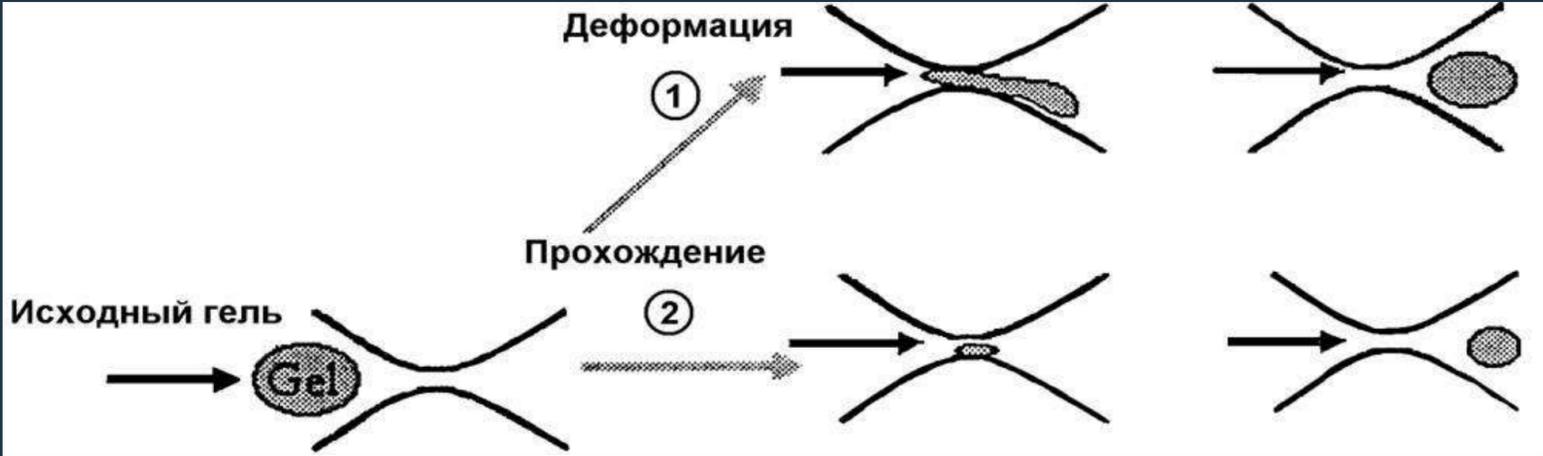
Реагенты и технологии защищены патентами РФ и официально допущены к применению в нефтяной промышленности (наличие сертификатов соответствия и на применение химпродукта в технологических процессах добычи и транспорта нефти).

«Темпоскрин-Люкс» производится в соответствии с техническими условиями 2216-004-05966919-2011.

«Темпоскрин-Плюс ВПП» производится в соответствии с техническими условиями 2216-005-05966919-2015.



# МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

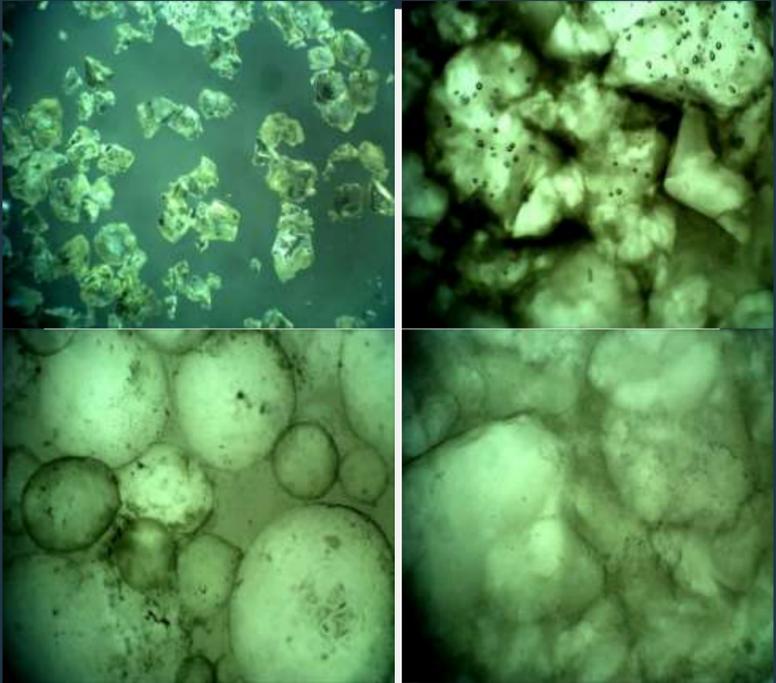
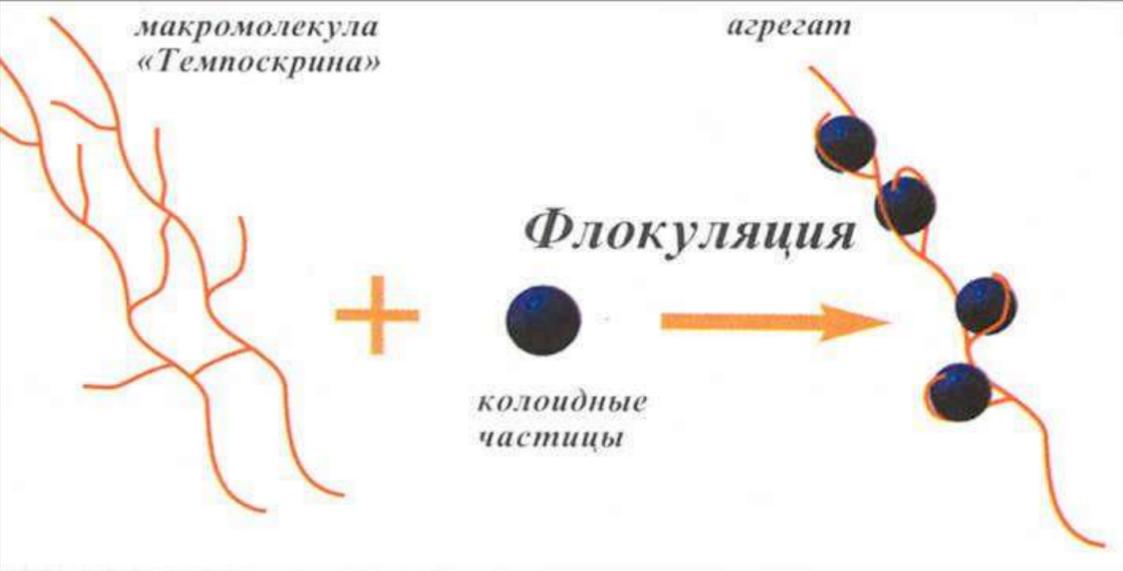


1. Перенос частиц геля в коллекторе путем самостоятельного сжатия (деформации)
2. Перенос частиц геля в коллекторе путем самокрекинга

Гелевые частицы обладают высокими вязкоупругими и флокулирующими свойствами.

**НОВИЗНА.** Два механизма переноса гелевых частиц в глубину пласта :

- Способ синтеза геля в пласте
- Способ непосредственной закачки геля в пласт



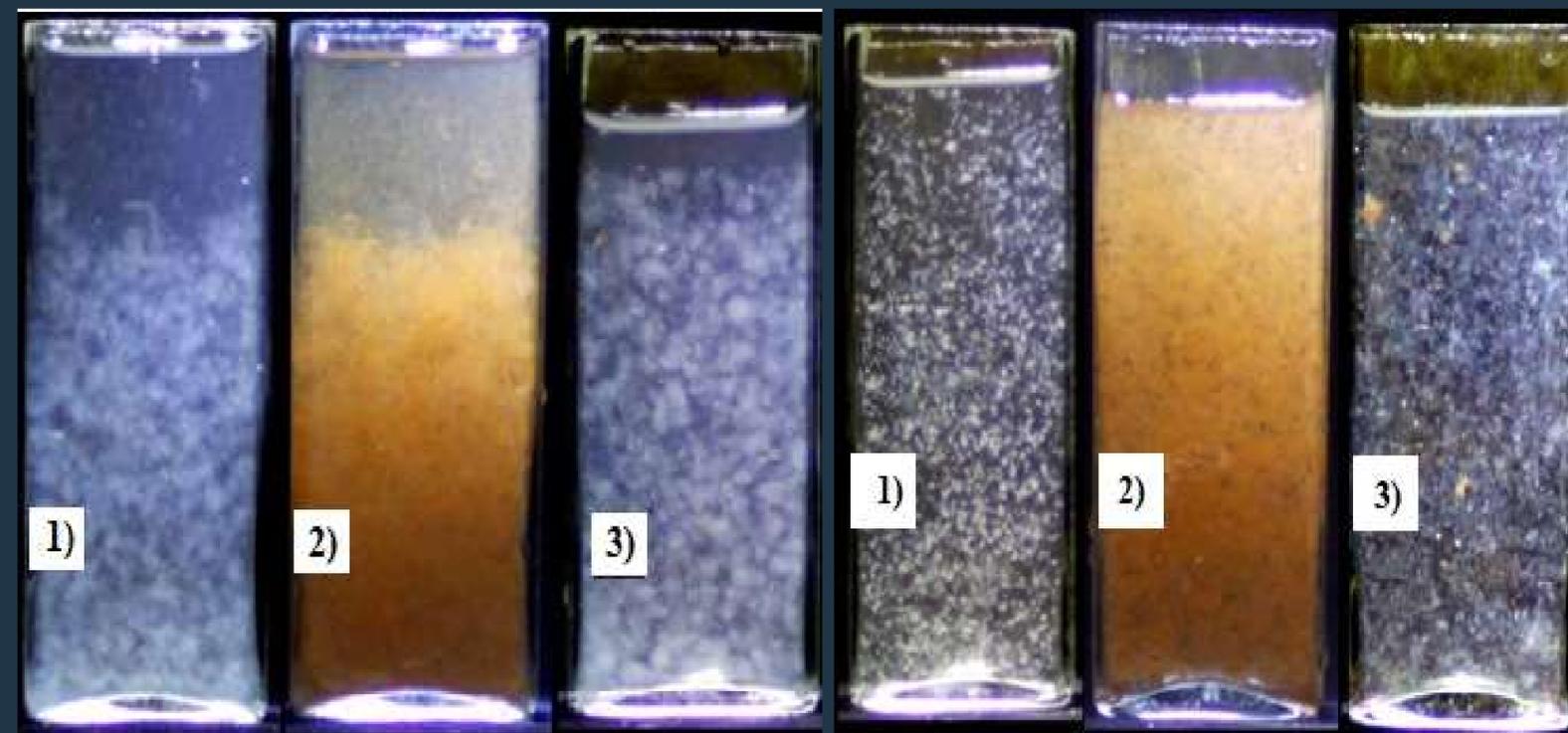
# ЛАБОРАТОРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

В 2018 году было проведено физико-химическое исследование ПГС на базе реагентов Темпоскрин-Люкс и Темпоскрин-Плюс ВПП на основе агентов закачки месторождений:

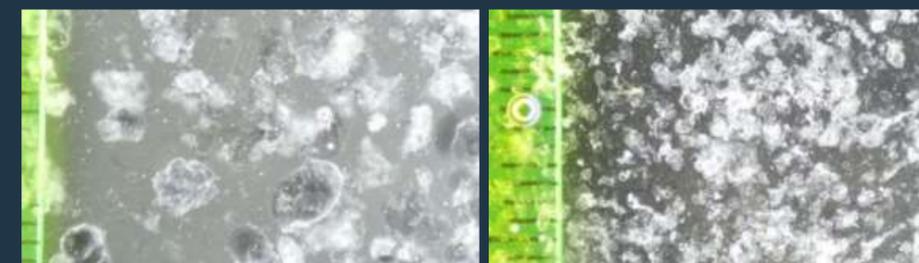
- Агент закачки № 1 – вода с минерализацией 183 г/л
- Агент закачки № 2 – вода с минерализацией 194 г/л
- Агент закачки № 3 – морская вода.

В лабораторных условиях изучались динамика гелеобразования и стабильности во времени под воздействием температуры 80 °С и минерализации агента закачки, а также системные параметры, такие как гель фракция и набухание.

Показана принципиальная возможность применения реагентов Темпоскрин-Люкс и Темпоскрин-Плюс ВПП на низкопроницаемых высокотемпературных коллекторах с минерализацией воды 10-20 г/л в условиях Приобского месторождения (пласты АС8-АС12) и Ачимовского месторождения (пласты Ю1, Ю2).



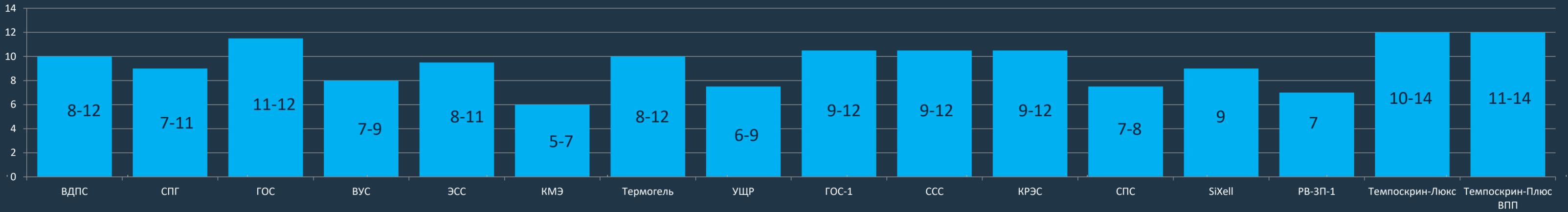
Фотографии образцов ПГС, приготовленных на основе агентов закачки № 1, № 2 и № 3 (1, 2 и 3 на рисунке соответственно) через 20 часов с момента смешивания:  
Левая часть - Темпоскрин-Плюс ВПП; Правая часть - Темпоскрин-Люкс



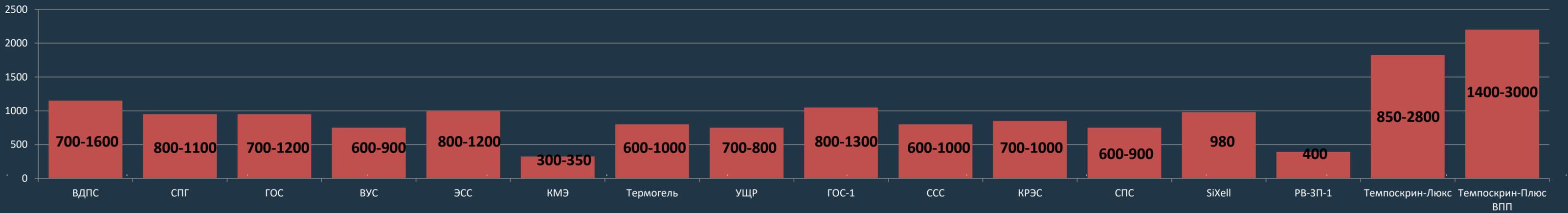
Микрофотография (величина деления шкалы - 1 мм) ПГС, приготовленной на модельном агенте № 1 в слое толщиной 5 мм и выдержанного под воздействием температуры 80 °С в течение 24 часов.

# СРЕДНЯЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ:

Длительность эффекта, мес.:



Получаемая эффективность в виде дополнительной добычи нефти, тонн:



Стоимость одной скважино-операции, тыс. руб.:



\*Источник: аналитический журнал "НефтеСервис" № 3(19), осень 2012, с. 45

\*\*Источник: журнал «Нефтепромышленное дело», № 10/2018, с. 43-50

# ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ «ТЕМПОСКРИН-ЛЮКС» И «ТЕМПОСКРИН-ПЛЮС ВПП»:

## 01

### ВЫСОКАЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ

Высокая рентабельность технологии на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами (ТРИЗ) обеспечивает быструю окупаемость первоначальных затрат. Стоимость производства 1 барреля нефти не превышает \$ 2. По сравнению с традиционными технологиями и методами повышения нефтеотдачи эффективность использования технологии в 2-3 раза выше.

## 02

### ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Одна скважинная операция может дать от 2000 до 5000 тонн дополнительной нефти в зависимости от геологического строения пласта и количества его остаточных запасов.

На высокотемпературных коллекторах с низкой проницаемостью и трещиновато-поровых дополнительная добыча составляет от 1000 до 3000 тонн.

## 03

### СНИЖЕНИЕ ОБОДНЕННОСТИ ДОБЫВАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

Инновационные технологии физико-химического воздействия «Темпоскрин» помогают стабилизировать и снизить содержание воды в добываемой продукции, что снижает эксплуатационные затраты.



## 04

### ОТЛИЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВА РЕАГЕНТА

Реагент позволяет проводить работы на скважинах в любой период года с температурным интервалом окружающей среды от -40 °С до +50 °С. Он мало чувствителен к воздействию солей, устойчив к деградации в пластовых условиях, может использоваться при минерализации воды до 250 г/л.

В процессе применения технологии эксплуатационные расходы снижаются не только для закачки ПГС, но и за счет уменьшения закачки воды.

## 05

### УСЛОВИЯ ДЕЙСТВИЯ РЕАГЕНТА

Добывающие скважины начинают реагировать через 1,5-2 месяца после закачки реагентов «Темпоскрин-Люкс» и «Темпоскрин-Плюс ВПП» в пласт, и продолжительность эффекта составляет от 10 до 17 месяцев.

## 06

### ПРОСТОТА ПРИМЕНЕНИЯ, АДАПТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Реагенты «Темпоскрин», «Темпоскрин-Люкс» и «Темпоскрин-Плюс ВПП» являются наиболее простыми в использовании и обладают самой высокой технологичностью. При закачке они не требуют специальных сшивателей, специального дозирования, относятся к 4 классу опасности, что делает их экологически безопасными, кроме того не повреждают коллектор пласта.

## ОПИ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ТЕМПОСКРИН-ЛЮКС»:

В декабре 2011 г. на Комсомольском месторождении (пласт ПК-19) были заложены опытные работы на 3-х скважинах нагнетательного фонда. В таблице приведены результаты дополнительной добычи за 12 месяцев.

	Янв. 12	Фев. 12	Март 12	Апр. 12	Май 12	Июнь 12	Июль 12	Авг. 12	Сен. 12	Окт. 12	Ноя. 12	Дек. 12	Доп. Qн с н.2012 Г., тыс. т	Доп. Qн на 1 нагнет. скв., т/скв	Плановая эффективность, т/скв в год
Доп. добыча, т. т	0,700	0,830	0,650	0,499	0,695	0,818	0,490	0,324	0,363	0,350	0,313	0,014	6,046	2015	800

В феврале 2013 года в рамках бизнес-плана было проведено 20 обработок ПГС «Темпоскрин-Люкс», и суммарный эффект составил 31249 тонн дополнительной нефти, удельный эффект составил 1562 тонн на скважину (по сравнению с запланированным показателем 800 тонн нефти на скважину), в то время как на некоторых участках эффект достигал 2355 тонн на скважину. Достигнутый эффект был значительно выше запланированных показателей и сохранялся дольше запланированного периода оценки эффекта (12 месяцев).

Параметр	ПК-18	ПК-19	2БП2
Средняя пористость, доли ед.	0,26	0,27	0,2
Средняя проницаемость, 10 <sup>-3</sup> мкм <sup>2</sup>	212	298	96
Расчлененность, доли ед.	14	5,0	7,5
Начальная пластовая температура, °С	44	50	71
Средняя обводненность, % (объем)	85,6	90,0	-

# ОПИ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ТЕМПОСКРИН-ЛЮКС»

## на низкопроницаемых высокотемпературных коллекторах:

Месторождение	Год	Количество обработок	Доп. добыча нефти, тонн	Сокращение отбора попутно-добываемой воды	Удельный технологический эффект на одну скважино-операцию, тонн/скв.-оп.
Приобское (пласты АС <sub>8</sub> -АС <sub>12</sub> )	2013	25	26342	-6479	1053,7
	2014	40	36695	-22220	917,4
	2015	48	41593	-38598	866,5
	2016*	49	28344	-29985	578,4
ИТОГО		<b>162</b>	<b>132974</b>	<b>-97282</b>	<b>854,0</b>

\*В 2016 г. количество реагента на одну скважино-операцию составило 1,0 тонн.

В 2013-2015 г.г. количество реагента на одну скважино-операцию составляло 1,2 тонн.

В 2020 г. выигран тендер на проведение 92 скважино-операций на Приобском месторождении ООО «Газпромнефть-Хантос».

Параметр	АС9	АС10	АС11	АС12
Тип коллектора	терригенный			
Коэффициент пористости, доли ед.	0,18	0,17	0,17	0,17
Проницаемость, 10 <sup>-3</sup> мкм <sup>2</sup>	4,0	5,7	1,6	3,3
Коэффициент расчлененности, ед.	2,4	6,4	11,1	8,2
Начальная пластовая температура, °С	90	90	92	92
Плотность нефти в поверхн. условиях, кг/м <sup>3</sup>	870	879	879	867
Плотность воды в пластовых условиях, кг/м <sup>3</sup>	1003	1003	1003	1003

# ОПИ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ «ТЕМПОСКРИН-ПЛЮС ВПП» на низкопроницаемых высокотемпературных коллекторах:

Месторождение	Год	Количество обработок	Доп. добыча нефти <u>за 12 месяцев</u> , тонн	Текущая планируемая добыча, тонн	Удельный технологический эффект на одну скважино-операцию, тонн/скв.-оп.
Ачимовское (пласты Ю1(1), Ю1(2))	2018	11	15143	4394	1375
Ачимовское (пласты Ю1(1), Ю1(2))	2019	14	17499	-	1250

Параметры	
Средняя проницаемость, $10^{-3}$ мкм <sup>2</sup>	10,5 – 19
Расчлененность, доли ед.	1,5 – 3,1
Пластовая температура, °С	96 – 98

## ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ ОЦЕНКА УДЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПЛАСТАХ Ю1 И Ю2

В настоящее время для месторождений ТРИЗ применяются различные технологии для получения дополнительной нефти [1-4]. Анализ эффективности применения технологий, например, на пластах Ю1, Ю2 со схожими геолого-физическими характеристиками показывает, что применение «Темпоскрин-Плюс ВПП» («Темпоскрин-Люкс») являются наиболее эффективными для получения дополнительной нефти с лучшими технико-экономическими показателями на одну тонну дополнительно добытой нефти.

Необходимо отметить, что сегодня ежегодные вложения нефтяных компаний в новые технологии составляет около 5 млрд. долларов США, а число проектов по реализации и внедрению МУН во всем мире составляет около 1500. Внедрение МУН осуществляется не за счет капитальных вложений, а за счет текущих средств, поэтому отдача видна в сжатые сроки.

Исходя из нашего опыта, по технологии «Темпоскрин-Плюс ВПП» («Темпоскрин-Люкс») в сжатые сроки можно получить миллионы тонн дополнительной нефти из месторождений, которые относятся к ТРИЗ.

Наименование технологии (реагента)	Месторождение	Удельная эффективность, тонн/скв.-оп.	Средняя продолжительность эффекта, мес.
Темпоскрин-Люкс	Ачимовское	1375 (2800)	12
Темпоскрин-Плюс ВПП	Ачимовское	1250 (2800)	12
AC-CSE-1313-B	Ачимовское	990–1800	9–10
SiXell	Урьевское, Ван-Еганское	90	5–7
PB-3П-1МС	Урьевское, Ван-Еганское	392	7
EW225R	Урьевское, Ван-Еганское	295	7

# МЕЖДУНАРОДНОЕ ПРИЗНАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ: НАГРАДЫ

## Золотая медаль (Нюрнберг, Германия)

На 63-й Международной выставке «Идеи - Изобретения - Новые Продукты» IENA-2011 технология «Темпоскрин» отмечена золотой медалью выставки, а также получила сертификат о ее высокой экологичности..

## Гран При (Торонто, Канада)

На международной выставке инновационных технологий в Канаде технология «Темпоскрин-Люкс» отмечена высшей наградой "GRAND PRIX FOR INNOVATIVE ENTERPRISES"

## Гран При (Питтсбург, США)

На международной выставке инновационных технологий INPEX технология «Темпоскрин-Люкс» отмечена высшей наградой "GRAND PRIX FOR INNOVATIVE ENTERPRISES"

## Гран При (Санта Клара, США)

На международной выставке инновационных технологий в Силиконовой долине, технология «Темпоскрин-Люкс» отмечена высшей наградой «Гран при за лучшее изобретение».

2011

2012

2014

2015

2016

2018

2019

## Золотая медаль (г. Эль-Кувейт Кувейт)

На 5-ой Международной выставке изобретений на Ближнем Востоке IIFME-2012 технология «Темпоскрин-Люкс» отмечена золотой медалью

## Золотая медаль (Женева, Швейцария)

Технология «Темпоскрин-Люкс» отмечена золотой медалью выставки «INVENTIONS GENEVA»

## Золотая медаль (г. Эль-Кувейт Кувейт)

На 10-й Международной выставке изобретений на Ближнем Востоке IIFME-2018 технология «Темпоскрин-Люкс» награждена золотой медалью.

# ЛИТЕРАТУРА

1. Результаты внедрения технологии «Темпоскрин-Люкс» на месторождениях с низкопроницаемыми высокотемпературными коллекторами ПАО «Славнефть-Мегионнефтегаз» // Каушанский Д.А., Бакиров Н.Р., Кузнецов М.А., Ишкинов С.М., Подольский А.К., Насретдинов Р.Г. Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2019. № 12. С. 69-75
2. Испытания реагента АС-CSE-1313-В в качестве основы технологий выравнивания профиля приемистости и ограничения водопритока // Р.Н. Фахретдинов, А.А. Фаткуллин, Д.Ф., М.А. Кузнецов, С.М. Ишкинов. Нефтяное хозяйство. 6. 2020. С. 68-71
3. Технологическая эффективность применения новой гелеобразующей технологии на основе реагента АС-CSE-1313 в нефтегазовой отрасли // М.А. Виноходов, А.Р. Яркеев, М.А. Кузнецов, С.М. Ишкинов, Р.Н. Фахретдинов, Г.Х. Якименко, О.А. Бобылев, Р.Л. Павлишин, Р.В. Сидоров, Р.Ф. Шаймарданов. Нефтяное хозяйство. 10. 2016. С. 90-94
4. Анализ эффективности применения технологии SiXell и ее аналогов для целей повышения нефтеотдачи пластов // Т.Е. Бажиков, А.В. Исаев, А.М. Игнатъев, Л.В. Попова, Н.А. Демяненко. Нефтепромысловое дело. 10. 2018. С. 43-50



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

2022