

Обзор технологий заканчивания скважин для многостадийного ГРП

Никита Викулин
Инженер по заканчиванию скважин
Шлюмберже

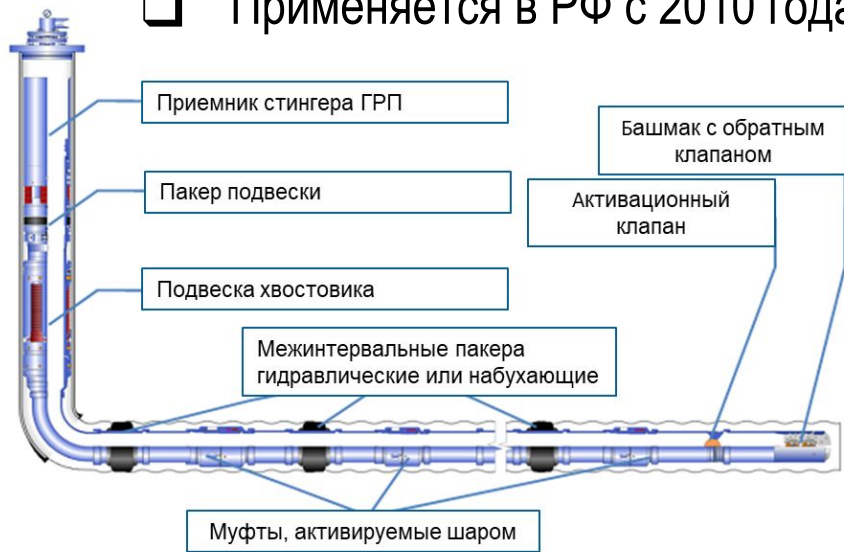


Schlumberger

Востребованные в РФ технологии заканчивания для МГРП

Муфты активируемые шаром

- Нецементируемые хвостовики
- Муфты активируемые шаром
- До 5 – 12 стадий на 1 скважину
- Применяется в РФ с 2010 года

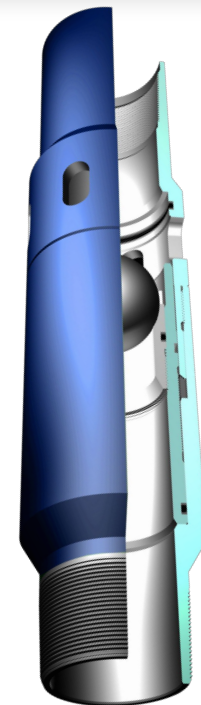
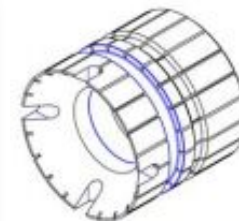
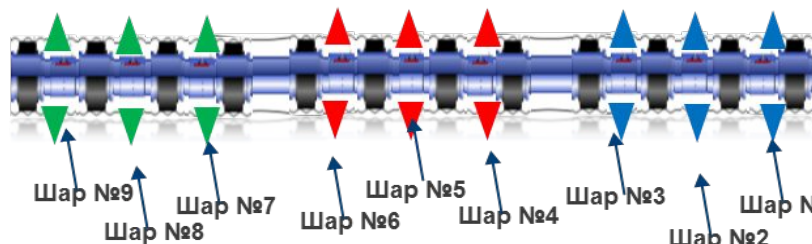


Нецементируемая система



Особенности стандартных компоновок МГРП с шарами

- Ограниченное количество стадий
- Дополнительные СПО на ГНКТ для отмывки в случае стопа
- Необходимость фрезерования седел в случае дальнейших ВСП (дополнительные риски, время, затраты)
- Ограничения по закрытию и повторному открытию (для рефракта или отсечения воды)

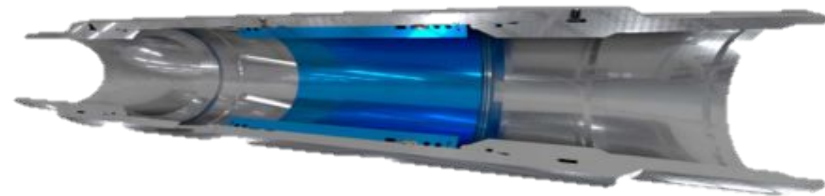


Schlumberger-Private

Оборудование системы Premium Port

■ Многоразовый клапан ГРП Premium Port

- Полнопроходной, возможность цементирования
- Неограниченное число повторных открытий



Schlumberger-Private

■ Ключ Harrier

- Использование на ГНКТ / НКТ



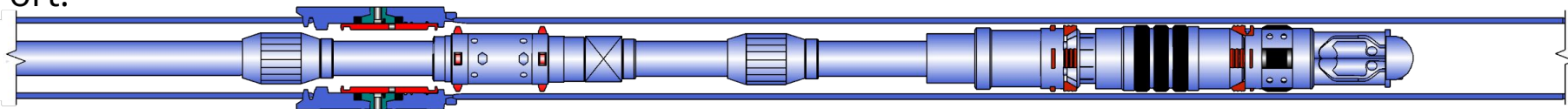
■ Механический пакер Jackal

- Многоразовое использование. Активация осевым перемещением ГНКТ в любом месте хвостовика.
- Дифференциальное давление 680 атм.

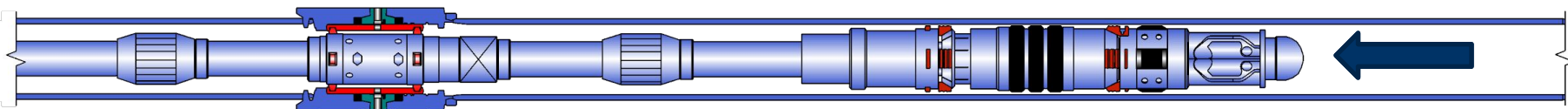


Проведение МГРП

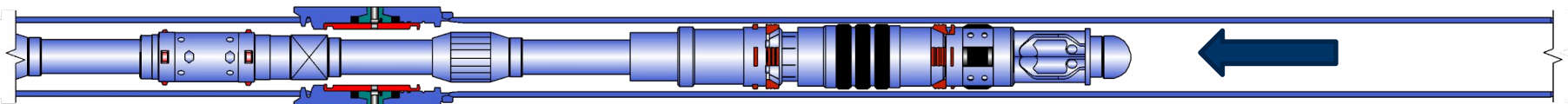
1) Позиционирование и гидравлическая активация ключа Harrier под клапаном Premium Port.



2) Открытие клапана Premium Port движением компоновки вверх.



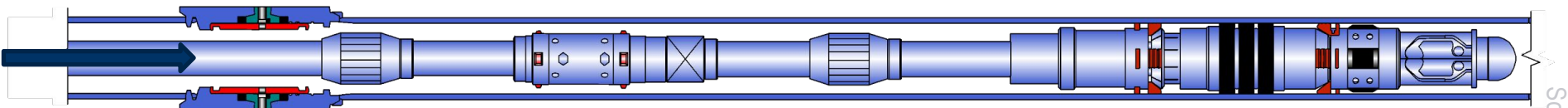
3) Автоматическое расцепление ключа с клапаном Premium Port после полного открытия. Деактивация ключа.



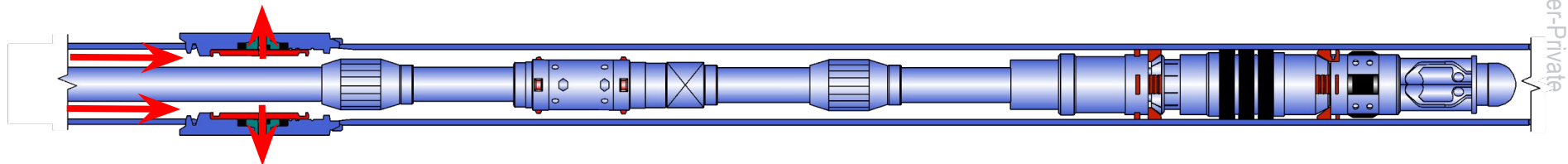
Schlumberger-Private

Проведение МГРП

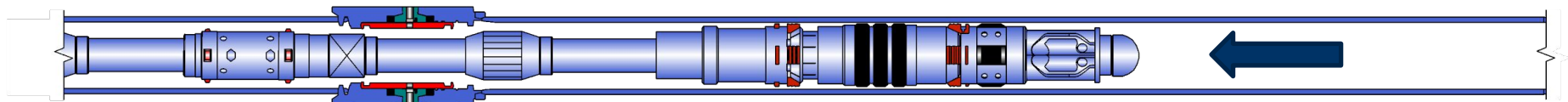
4) Активация пакера Jaskal при движении вниз.



5) Проведение ГРП. Пакер препятствует воздействию на нижележащие зоны.



6) Снятие пакера движением вверх. Переход на вышележащую зону. Закрытие клапана Premium Port не требуется.



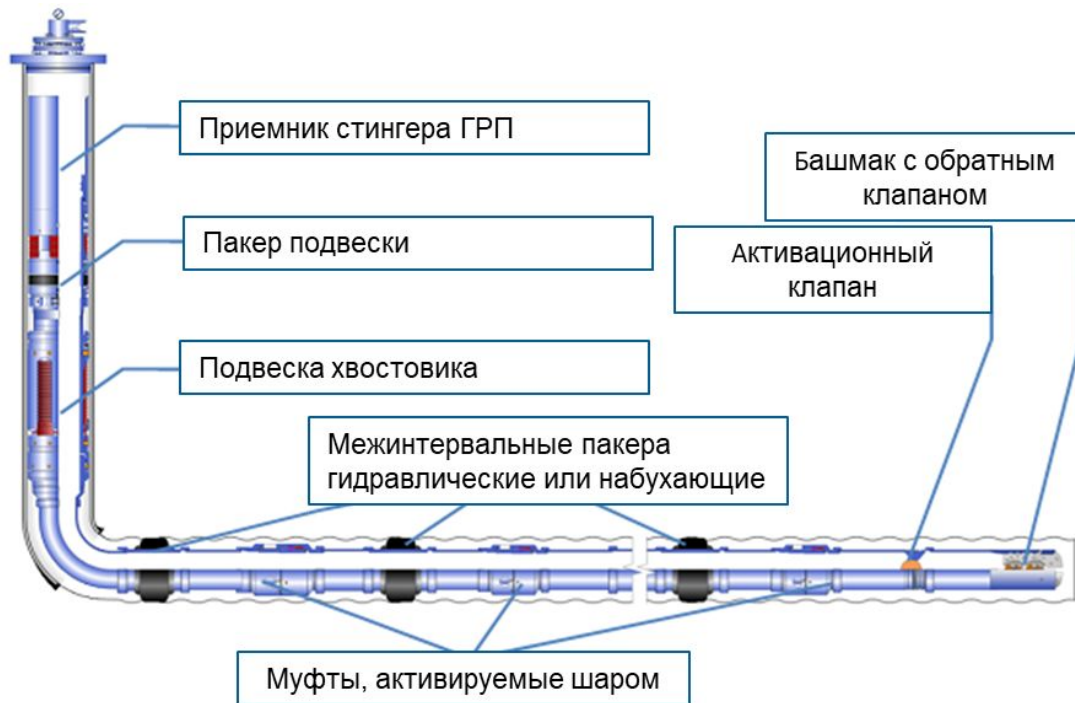
Сравнение существующих технологий МГРП

| Параметр | <u>Муфты активируемые шаром</u> | <u>Муфты активируемые на ГНКТ</u> |
|-----------------------------|--|--|
| Расход закачки | Ограничен диаметром седел | Ограничен размером окон |
| Технология спуска/активации | Шаром | На ГНКТ |
| Внутренний диаметр | Необходимо разбуривание седел | Полнопроходной |
| Опыт работ | Широко применяется по всему миру с 2010, отработанная технология, огромная история спусков | Широко применяется по всему миру с 2012 Более 60 скважин (10-20 стадий) на ГПН Ямал. Успешный опыт повторного ГРП в России |
| При СТОПе | Дополнительный спуск ГНКТ | Сразу (ГНКТ уже в скважине) |
| Возможность повторного ГРП | Да | Да Успешный опыт повторного ГРП в России |
| Типовое кол-во стадий | 6 – 10 (30 стадий максимум) | 10 – 20 (Макс: >100 стадий. Ограничение по доходу веса ГНКТ) |

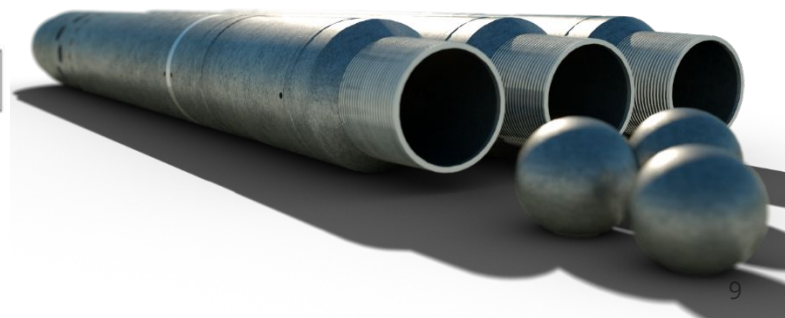
Тенденции в модернизации оборудования МГРП

- МГРП в цементируемых хвостовиках
 - результаты применения в РФ показывают улучшение дебита относительно не цементируемых хвостовиков
- Больше кол-во стадий - фактическое снятия ограничения по кол-ву стадий
 - Технологии UniCorg, Разрывные муфты, Plug&Perf
- Возможность перевода старого фонда скважин МГРП в нагнетательные скважины

«Unicors» - муфты ГРП нового поколения



- Одноразмерные активационные шары
- Диаметр близок к полнопроходному



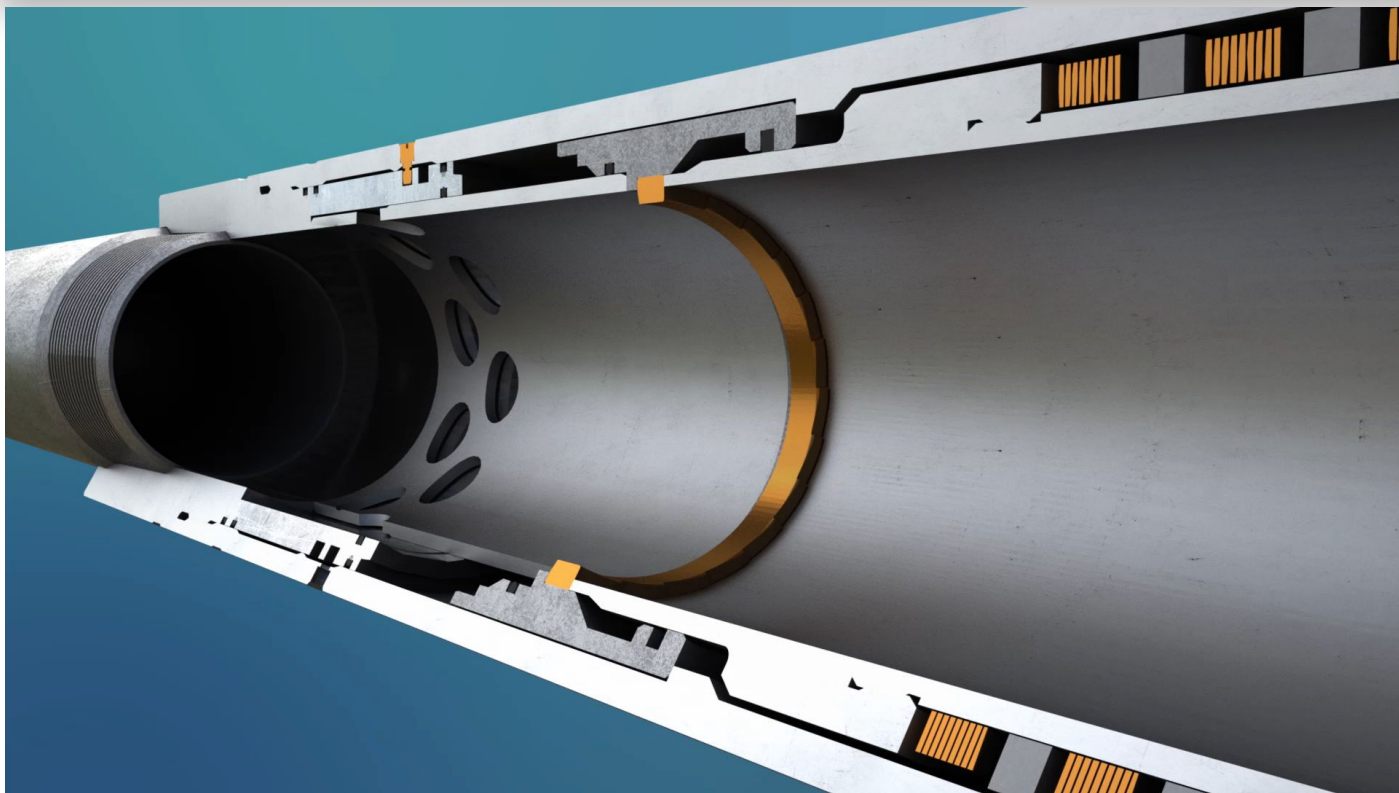
Принцип действия муфты ГРП «Unicors»

- Специальная конструкция седла позволяет пропустить шары в нижележащие зоны ГРП
- Седло складывается внутрь корпуса муфты – заданное кол-во раз (равное кол-ву нижележащих муфт) пропуская шар на нижележащие стадии
- Пропустив все шары на нижележащие стадии седло теряет способность к складыванию, следующий шар при посадке в седло позволяет открыть муфту ГРП
- При возникновении необходимости проведения повторного ГРП муфта может быть закрыта и повторно открыта сдвижным инструментом

Schlumberger-Private

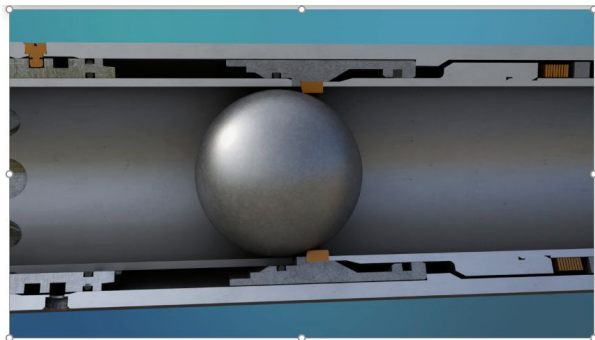


Принцип действия муфты ГРП «Unicors»

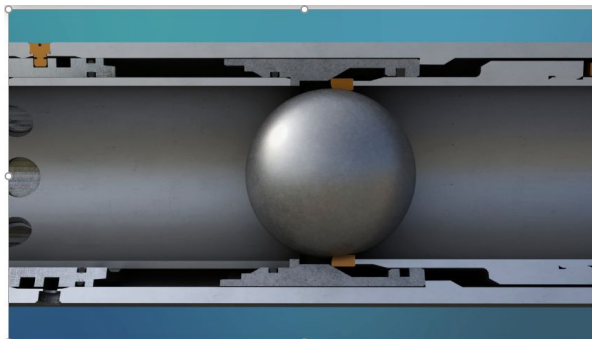


Принцип действия муфты ГРП «Unicors»

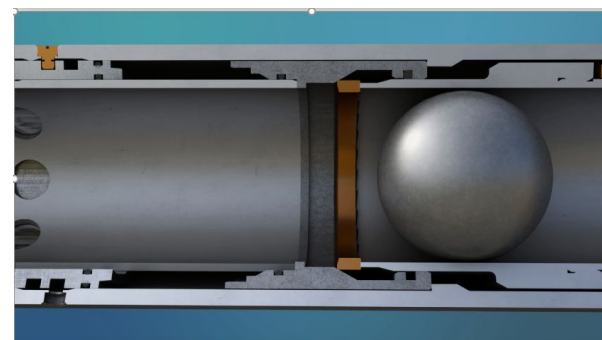
посадка шара в седло



при подаче 52 атм
выше шара, седло
вдавливается внутрь
муфты

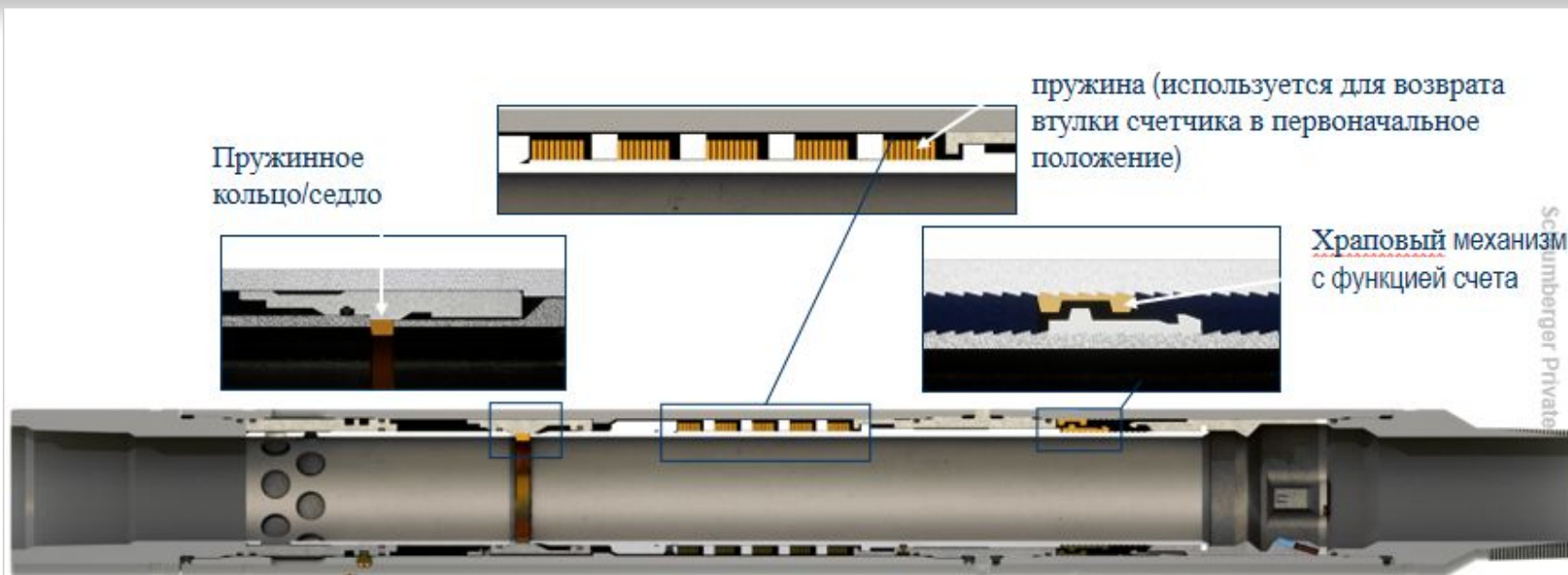


шар проходит на
нижележащие стадии



количество пропускаемых
шаров регулируется счетчиком,
встроенным в муфту

Принцип действия муфты ГРП «Unicors»



Внутренний диаметр седла – 90.17мм

Диаметр шара – 93.98мм

Давление для продавки шара через седло – 52 атм

Давление активации шаровой муфты при посадке шара – 207атм

Сравнение технологий МГРП

| Параметр | <u>Муфты активируемые шаром</u> | <u>Муфты активируемые на ГНКТ</u> | <u>UNICORS</u> |
|-----------------------------|--|--|---|
| Расход закачки | Ограничен диаметром седел | Не ограничен | Не ограничен |
| Технология спуска/активации | Шаром | На ГНКТ | Шаром |
| Внутренний диаметр | Необходимо разбуривание седел | Полнопроходной | Близок к Полнопроходному |
| Опыт работ | Широко применяется по всему миру с 2010, отработанная технология, огромная история спусков | Широко применяется по всему миру с 2012 Более 60 скважин (10-20 стадий) на ГПН Ямал. Успешный опыт повторного ГРП в России | 114 мм- успешно на 60 скв. Канаде Первые скважины в РФ - ЮНГ |
| При СТОПе | Дополнительный спуск ГНКТ | Сразу (ГНКТ уже в скважине) | Дополнительный спуск ГНКТ |
| Возможность повторного ГРП | Да | Да | Да |
| Типовое кол-во стадий | 6 – 10 (20 стадий максимум) | 10 – 20 (Макс: >100 стадий. Ограничение по доходу веса ГНКТ) | 20 - 60 |

| Спецификация | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Номинальный размер | 114 мм | 140 мм |
| Материал | P110 | P110 |
| НД | 146 мм | 178 мм |
| Проходной диаметр седла | 92 мм | 111 мм |
| Рабочее давление | 680 атм | 680 атм |
| Нагрузка на растяжение | Выше спецификаций колонны | Выше спецификаций колонны |
| Кол-во стадий | Без ограничений | Без ограничений |
| <i>Размер шара</i> | <i>95.2 мм</i> | <i>114 мм</i> |

Применение «UNICORS»

- Кол-во стадий ГРП на скважине **не ограничено**
- **Цементируемые** шаровые муфты
- Исключение операций разбуривания седел



Результат

- Увеличение добычи и КИН
- МГРП в цементируемом хвостовике без ГНКТ
- Надежное разобцение зон ГРП
- Сокращение затрат на операции ГРП
- Снижение кол-ва внутрискважинных операций
- Более надежная система повторного закрытия чем у шаровых муфт

Повторное закрытие муфт Unicors

- ❑ Сдвижная гильза муфты UniCors аналогична гильзе муфты ПремиумПорт
- ❑ Таким образом механизм повторного закрытия муфты аналогичен механизму закрытия ПремиумПорт
- ❑ Для оперирования муфтой UniCors применяется ключ Hyper Harrier (компонент системы ПремиумПорт)
- ❑ Применение проверенного механизма повторного закрытия позволяет говорить о высокой вероятности успешного закрытия муфты после периода эксплуатации

Ключ Hyper Harrier

- ❑ Компактная конструкция ключа позволяет проходить через сужения в колонне
- ❑ Применяется в проектах, где невозможно обеспечить полнопроходное сечение от устья до муфт ГРП
- ❑ Применим для оперирования муфтами UniCors (закрытие и повторное открытие)
- ❑ Hyper Harrier успешно применен для закрытия муфт на 3 скважинах с управляемыми фильтрами в Западной Сибири





Технология защиты пласта от глушения после МГРП

Система “Разрывной диск + Обратный клапан”

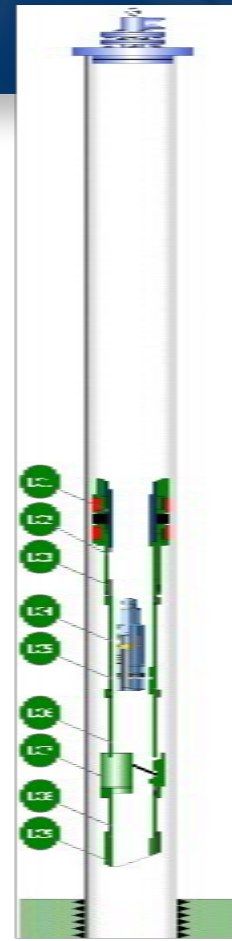
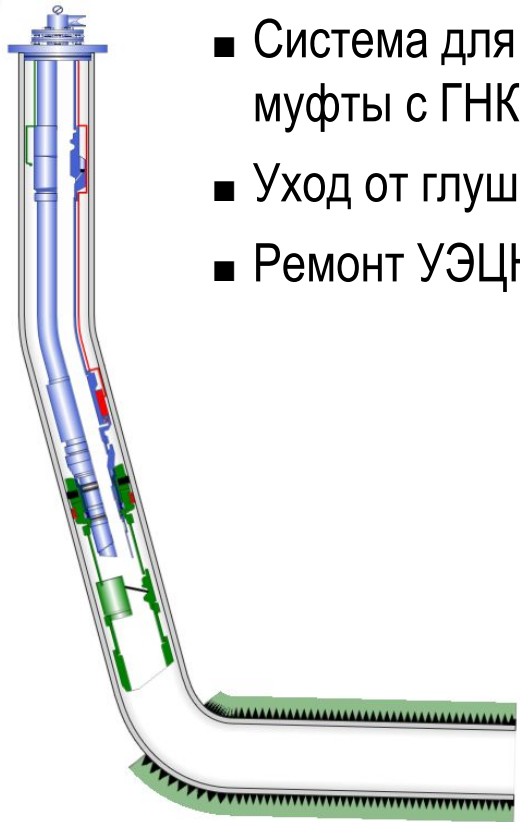
Пример реализованного проекта: Самарская область

- 3 разведочные скважины на низкопроницаемых пластах
- Мендымский и Воронежский горизонты
- МГРП по технологии Plug and Perf
- Повреждение пласта жидкостью глушения = > заниженная оценка свойств пласта, доп затраты на очистку призабойной зоны, потери добычи
- **поставлена задача недопущения контакта пласта с жидкостью глушения**



Система “Разрывной диск + Обратный клапан”

- Система для МГРП по технологии Plug&Perf или Равнопроходные муфты с ГНКТ
- Уход от глушения скважины после ГРП перед спуском УЭЦН
- Ремонт УЭЦН без глушения скважины



22 Система “Разрывной диск + Обратный клапан”

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ:

- МГРП по системе Plug&Perf или Равнопроходные муфты с ГНКТ
- Спуск Среднего Заканчивания с разрывным диском на ГНКТ / ГФК через лубрикатор без глушения скважины

На время фонтанирования:

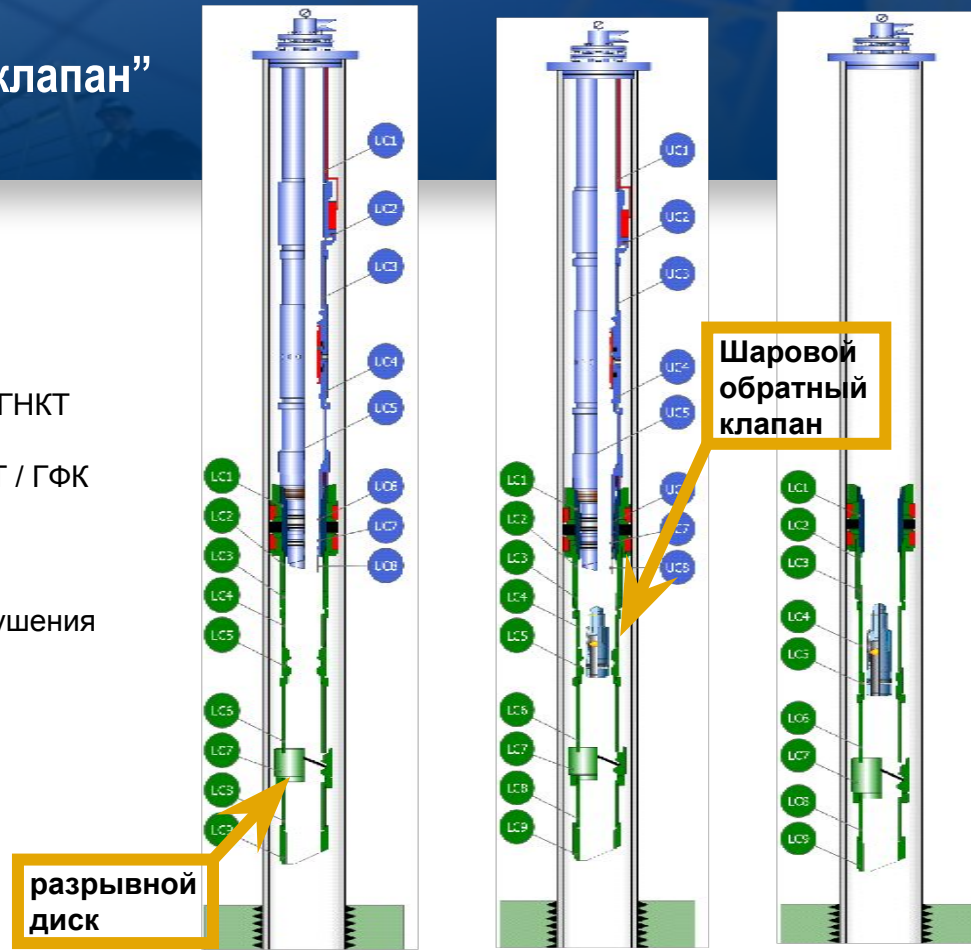
- Спуск Верхнего Заканчивания, замещение затруба на р-р глушения

По завершению фонтанирования:

- Спуск обратного клапана
- Замещение на р-р глушения выше клапана
- Спуск УЭЦН, замещение и старт скважины

При повторном ГРП:

- Среднее Заканчивание извлекается без глушения скважины (ГНКТ / ГФК)



Система “Разрывной диск + Обратный клапан”

Реализованное решение:

- Колонна 140 мм от устья до забоя
- После МГРП в скважину спущен пакер с клапаном (в закрытом состоянии)
- После активации пакера, пакер и клапан выполняют роль скважинного барьера
- Замещение на тяжелый раствор над пакером
- Спуск НКТ и замещение на легкий раствор (вода)
- Клапан под пакером открывается подачей давления в НКТ
- Запуск скважины

**Результат: дополнительный
дебит в следствие
недопущения повреждения
пласта раствором глушения**



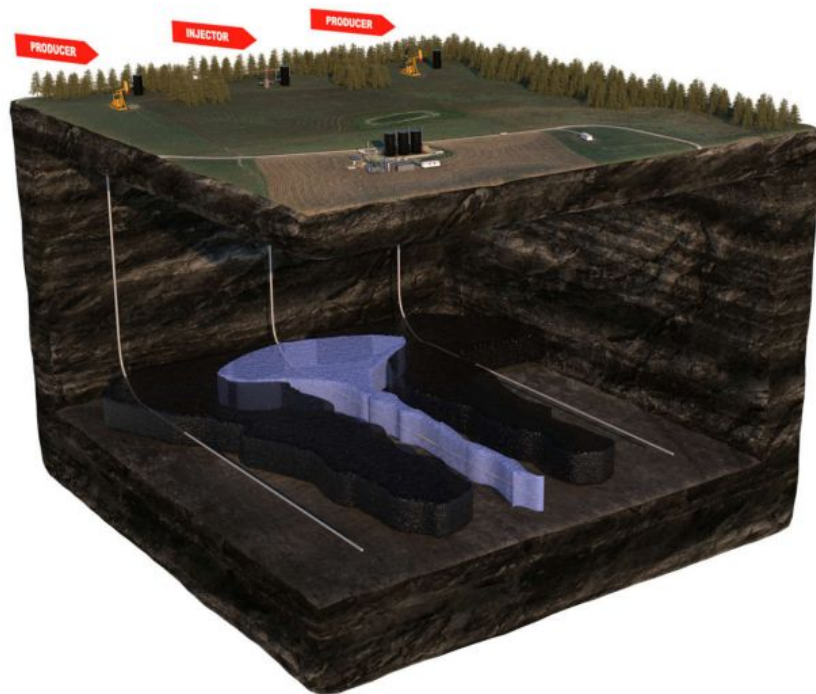


EvenFlow

Перевод добывающих скважин в нагнетательные

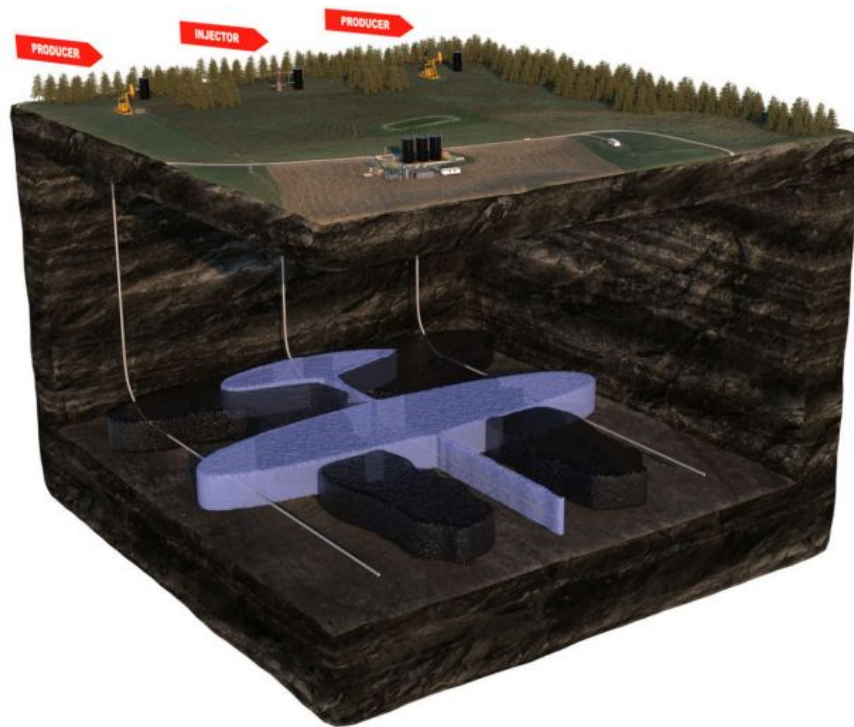
Традиционный способ закачки

- Ограничения:
 - Максимальное давление в «пятке» горизонтального ствола скважины
 - Проницаемость
- Недостаток:
 - Минимальный контроль закачки или его отсутствие



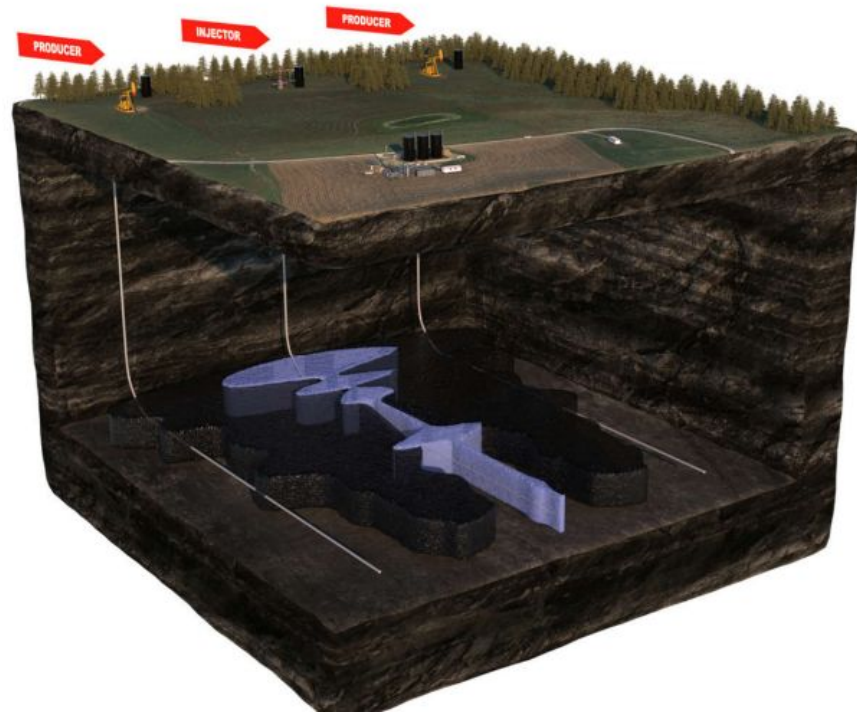
Закачка через перфорированный хвостовик

- Создаются потенциальные области прорыва закачиваемой жидкости в продуктивные зоны
- Недостаток:
 - Минимальный контроль закачки или его отсутствие



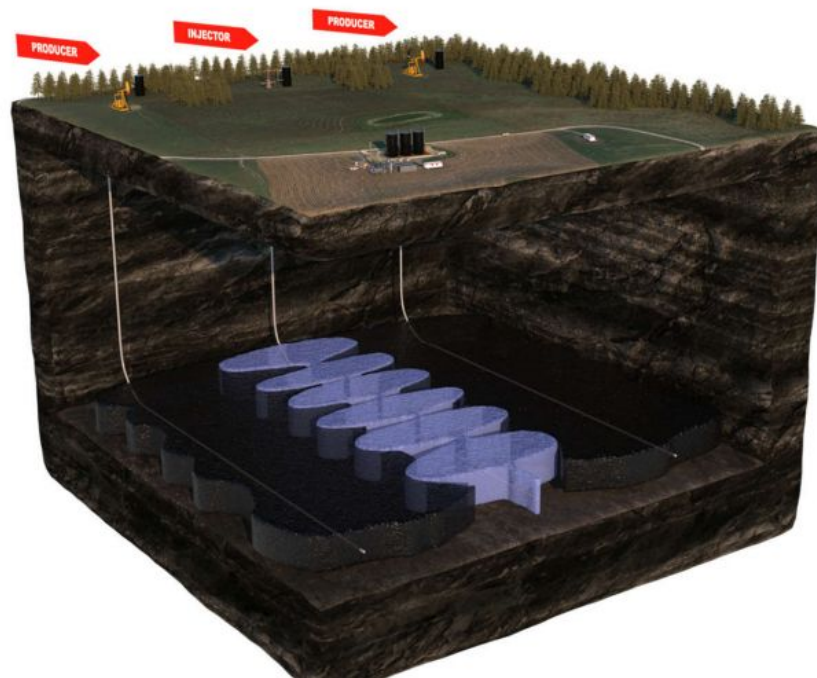
Закачка через закрываемые муфты

- Дополнительная возможность закрытия/открытия областей горизонтального участка скважины для закачки в пласт
- Отсутствует контроль за нагнетанием по всему горизонтальному участку скважины



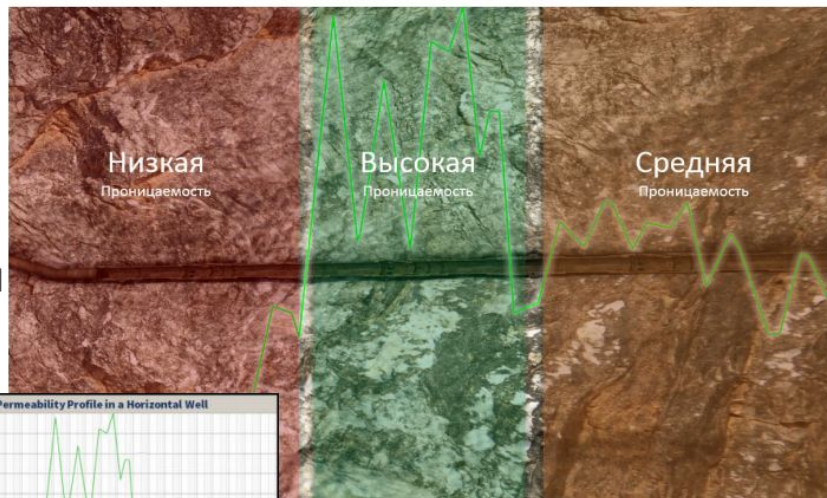
Закачка с помощью технологии EvenFlow

- Позволяет контролировать каждую зону, нормализуя закачку по всему горизонтальному участку скважины
- Значительно увеличивается эффективность вытеснения неизвлеченной нефти в сторону находящихся рядом добывающих скважин



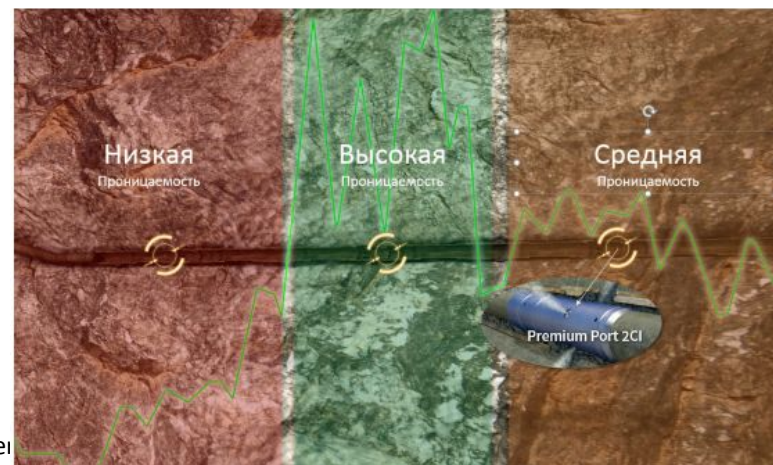
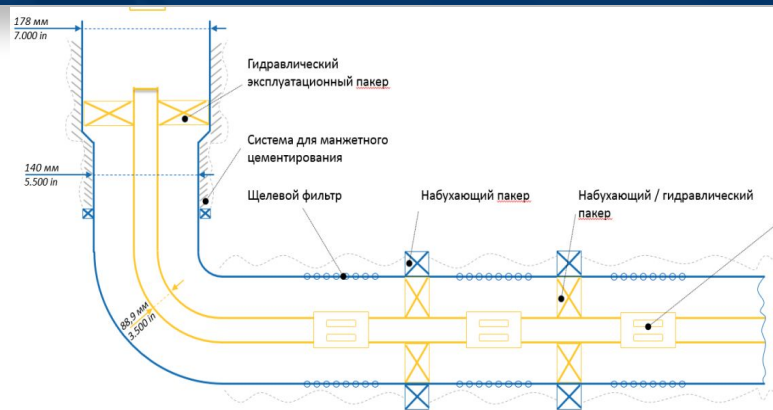
Влияние проницаемости на профиль приемистости

- Точные ГИС – ключ к успеху:
 - Исследование скважины на проницаемость (Active Coil, PLT)
- График профиля проницаемости на горизонтальном участке скважины



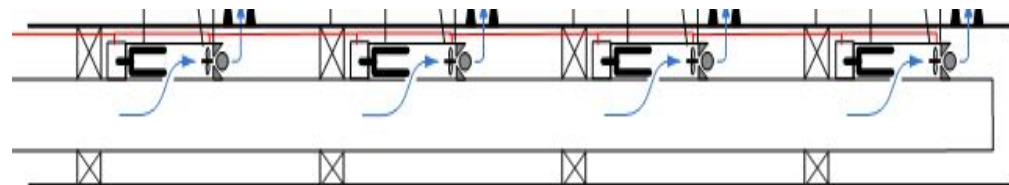
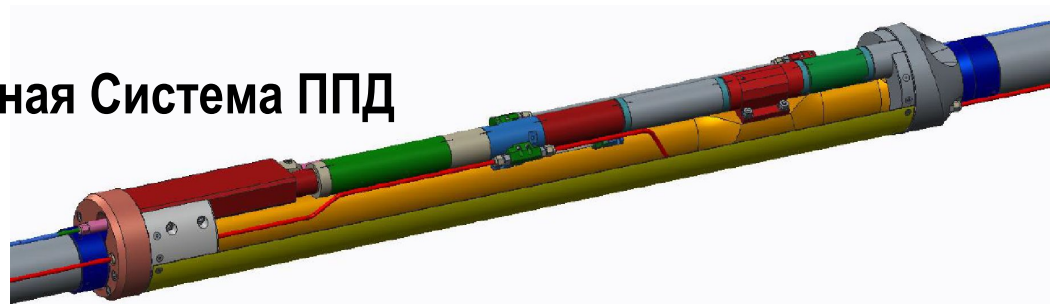
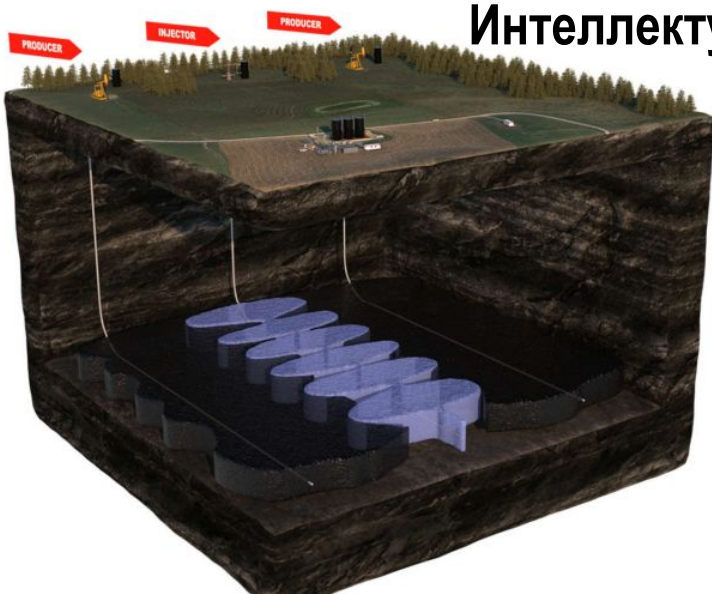
Премиум порт с устройством контроля нагнетания

- Определение места расположения устройства контроля нагнетания жидкости
- Подбор требуемых типоразмеров штуцеров в зависимости от расчётных объемов закачки в соответствующую зону
- Неограниченное количество циклов открытия/закрытия на НК или ГНКТ



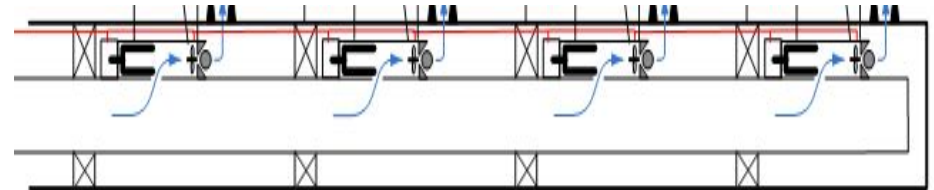
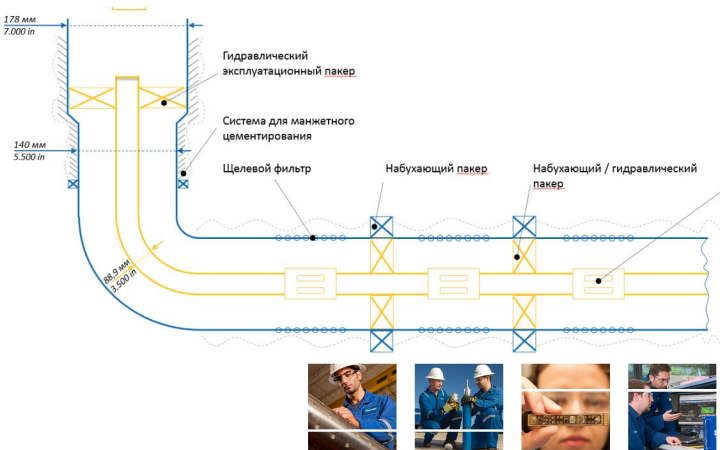
IWIS - Intelligent Water Injection System

Интеллектуальная Система ППД



IWIS - Интеллектуальная Система ППД

- Контроль расхода закачки в каждую зону
- Возможность изменения расхода с поверхности
- Мониторинг давления и температуры



IWIS – технические характеристики системы

| Рабочие характеристики | |
|--|-------------------------|
| Рабочее давление | 510 атм |
| Рабочая температура | 110 °С |
| Глубина спуска | 500 - 3500 м |
| Максимальное диф давление | 340 атм |
| Ограничение расходомера (закачка в 1 зону) | 250 м ³ /сут |

| Мониторинг и контроль | |
|--------------------------------|--------------|
| Кол-во позиций клапана | 1 : 10 |
| Погрешность замера расхода | 3% на клапан |
| Макс время на команду | 10 минут |
| Задержка между командами (min) | 1 мин |

| Конфигурация | |
|------------------|------------------------|
| Кол-во станций | До 20 |
| НД | 51 мм |
| Обсадная колонна | 178 или 140 мм |
| НКТ | 73 или 89 мм |
| Material | 316L, карбид вольфрама |

| Надежность | |
|--------------------------------|--------------|
| Срок службы | 5 лет |
| Температура во время испытаний | 50% at 60 °С |
| | 50% at 100°С |
| % безотказной работы | 90 |

Стендовые испытания

| Испытание | Метод | Цель | Результаты |
|-------------------|---|---|--|
| Контур потока | <ul style="list-style-type: none"> - Pump pressure up to 5 bar constant - IWIS chokes line to controls flow rate from 0 to 1500bpd - Reference flowmeter | <ul style="list-style-type: none"> - Подтвердить точность расходомера - Подтвердить стабильность клапана - Подтвердить управляемость клапана | <ul style="list-style-type: none"> - точность 3,7% - < -100 bpd/day - ~ 6% FS - Тест пройден |
| Вибрация | <ul style="list-style-type: none"> - Vibration on 3 axis | <ul style="list-style-type: none"> - Confirm Valve robustness to shocks and vibrations | <ul style="list-style-type: none"> - Тест пройден |
| Износ | <ul style="list-style-type: none"> - Хранение при -25°C - 60 температурных циклов -25°C - 155°C | <ul style="list-style-type: none"> - Accelerate IWIS aging | <ul style="list-style-type: none"> - Тест пройден |
| Срок эксплуатации | <ul style="list-style-type: none"> - 1040 циклов открытия/закрытия (17 циклов/мес) | <ul style="list-style-type: none"> - Подтвердить 5 лет срока службы | <ul style="list-style-type: none"> - Тест пройден |





Вопросы?

Никита Викулин
Шлюмберже Россия
+7-985-734-5199
nvikulin@slb.com