Волновые технологии в нефтедобыче

ООО "ИЛМАСОНИК-НАУКА» 2020 г.

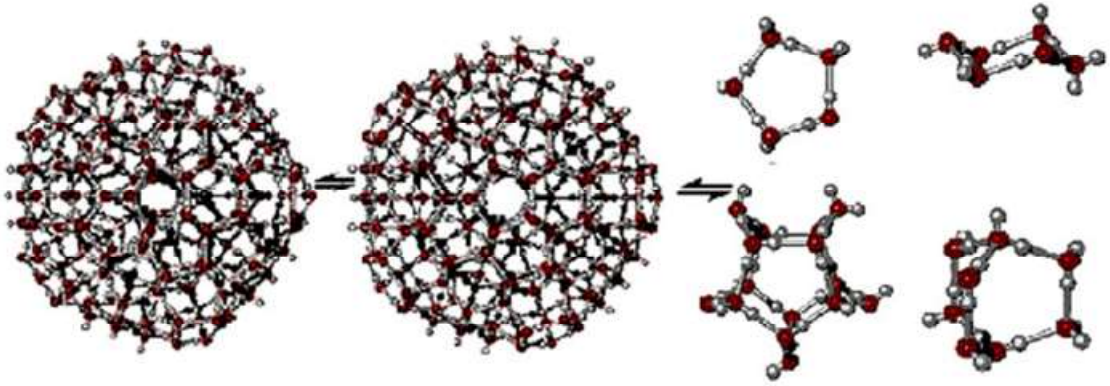
Воздействие ультразвуковыми волнами

МИДН (ОПЗ)

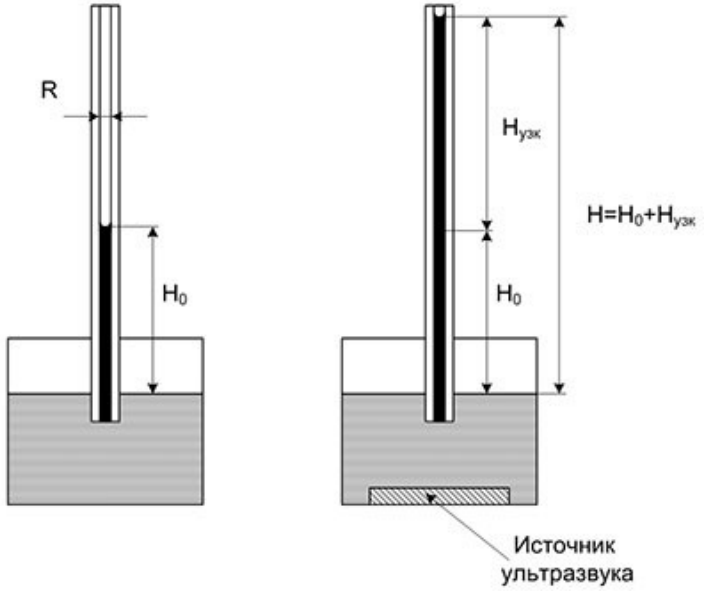
Ультразвуковое воздействие (16 – 20 кГц) обеспечивает:

- разрыв межмолекулярных связей (разрушение устойчивых связей на границе пор и флюида);
- капиллярный эффект;
- разрушение кольматанта, АСПО и минеральных отложений;
- изменение реологии нефти, приближение ее свойств к свойствам ньютоновской жидкости.

Разрушение связей



Капиллярный эффект



Воздействие сейсмическими волнами

МУН

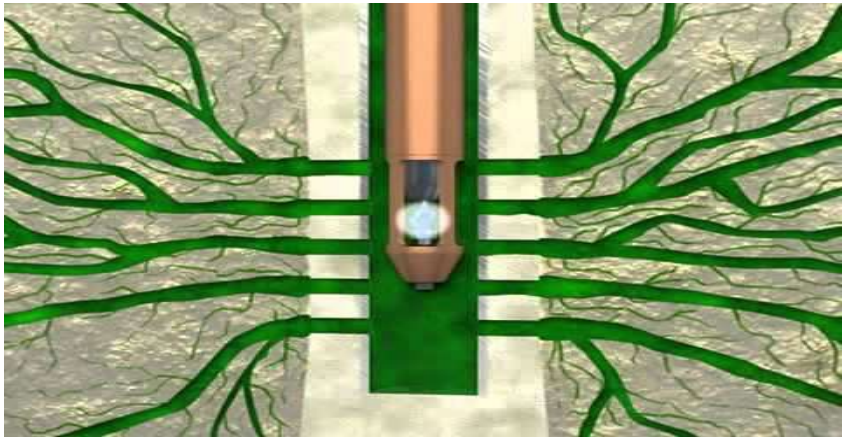
Низкочастотные колебания (1 – 10 Гц) воздействуют главным образом на пограничные слои жидкости с твёрдой фазой, способствуя разрушению структуры приповерхностных слоёв и уменьшению сцепления жидкости с твёрдой фазой.

Факторы:

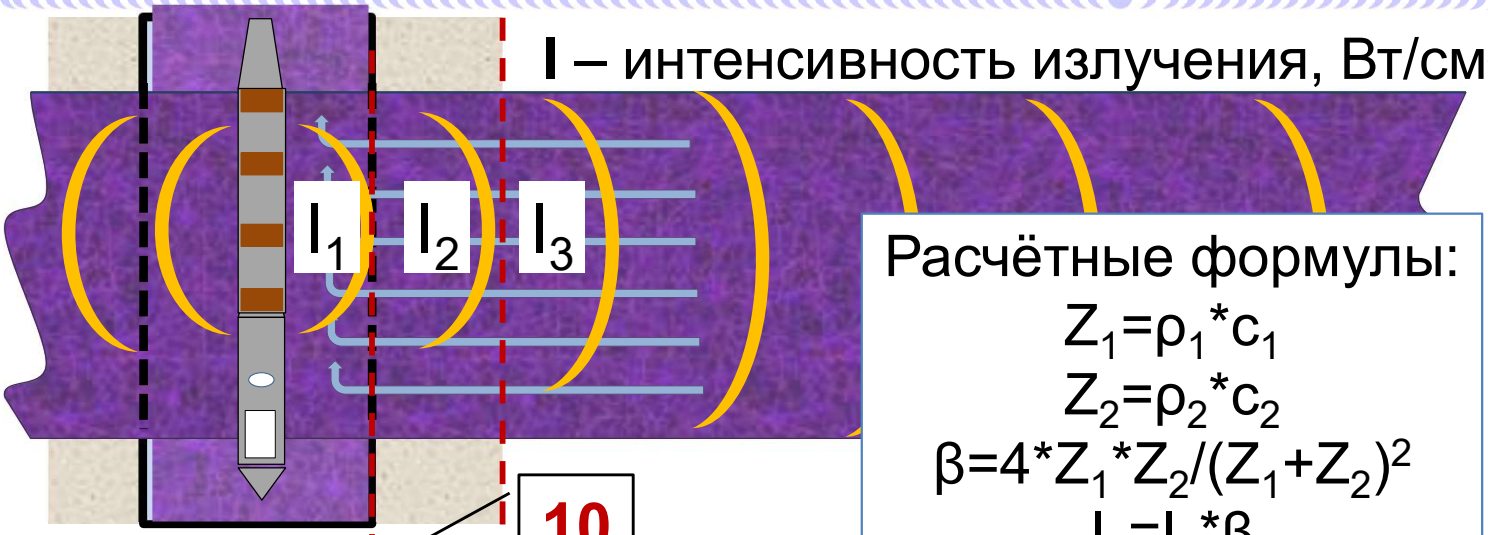
- изменение проницаемости насыщенных пористых сред;
- отрыв плёночной нефть от стенок капилляров и трещин;
- понижение сдвиговой вязкости флюидов;
- повышение давления насыщения растворенных газов с усилением газовыделения.

Электрогидравлическое воздействие (0,01 – 1,00 Гц) обеспечивает высокие и сверхвысокие импульсные гидравлические давления, приводящие к появлению ударных волн со звуковой и сверхзвуковой скоростями.

Ударные перемещения жидкости, возникающие при развитии и схлопывании кавитационных полостей, способны создавать микротрещины в пласте, которые могут достигать несколько десятков или сотен метров длины.



Распространение ультразвука



Расчётные формулы:

$Z_1=\rho_1*c_1$

$Z_2=\rho_2*c_2$

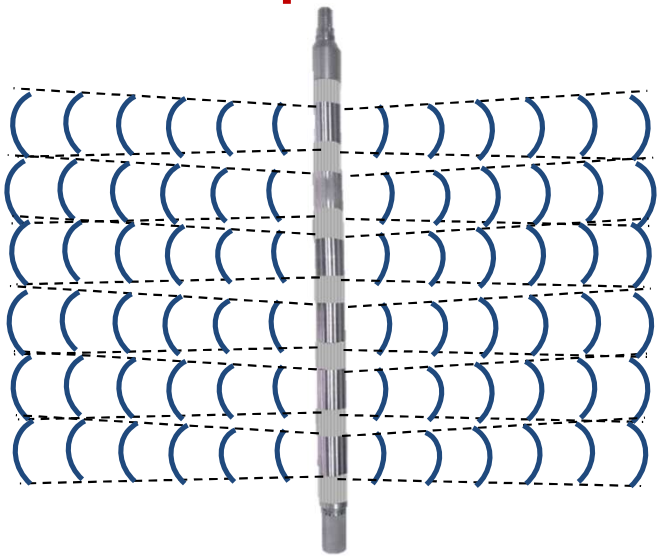
$\beta=4*Z_1*Z_2/(Z_1+Z_2)^2$

$I_2=I_1*\beta$

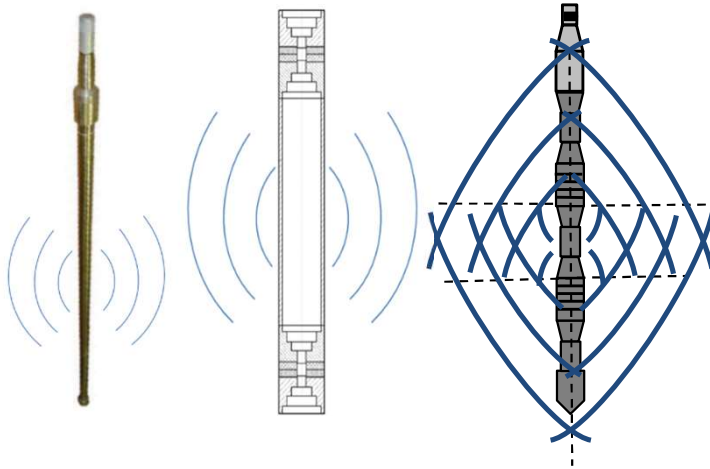
$I_3=I_2*e^{-2\delta h}$

Распространение волн

Проект



Аналоги



Распространение низкочастотных волн

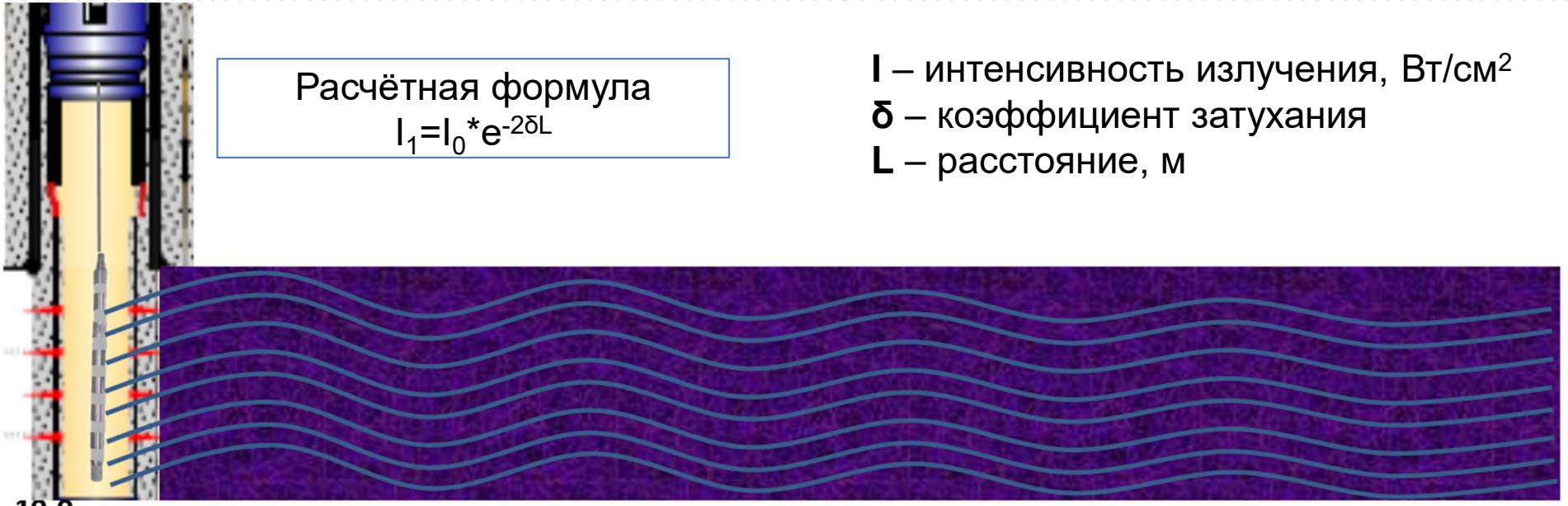
Расчётная формула

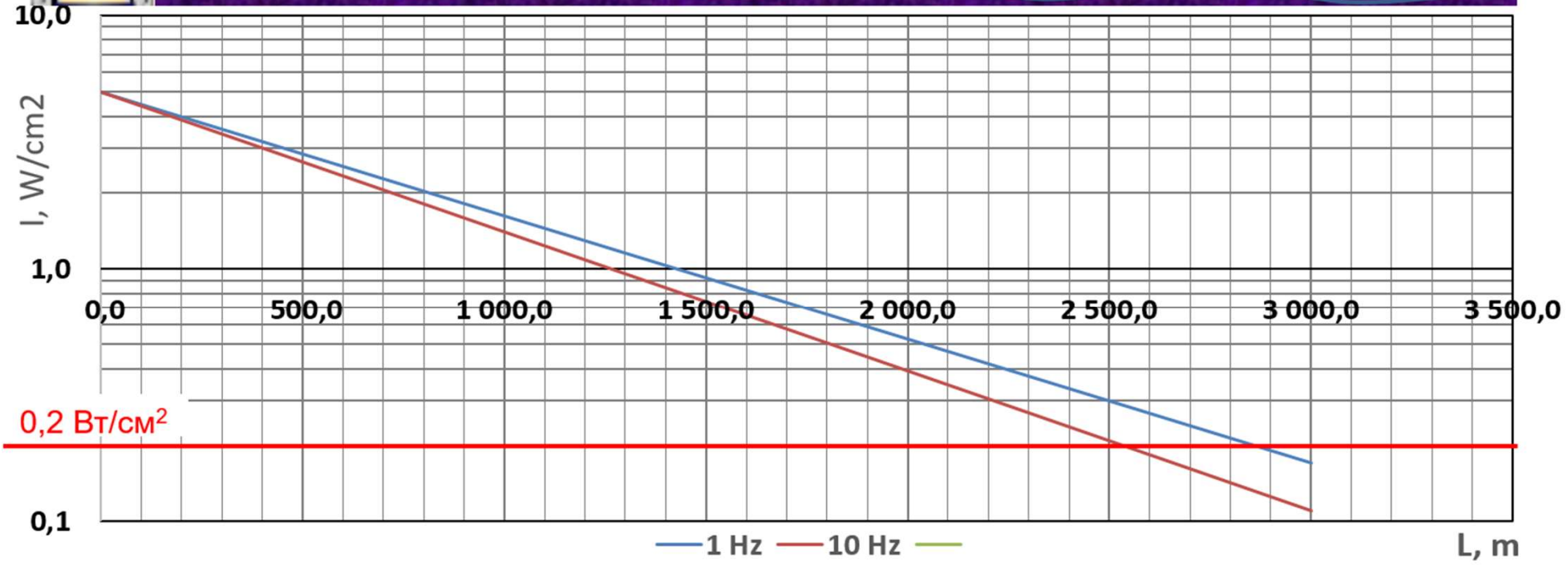
$I_1 = I_0 * e^{-2\delta L}$

I – интенсивность излучения, Вт/см^2

δ – коэффициент затухания

L – расстояние, м





Преимущества волновых технологии

- Долгосрочное восстановление проницаемости призабойной зоны пласта (ПЗП);
- Существенное увеличение эффективности МУН;
- Простота метода и конструкции компоновки;
- Высокий индекс прибыльности;
- Высокая экологическая безопасность;
- Отсутствие риска повреждения цементного камня и эксплуатационной колонны;
- Неограниченная кратность применения;
- Возможность избирательного воздействия на интервалы ПЗП;
- Кратное увеличение добычи высоковязких и тяжёлых нефтей.

Комплекс звуковой стимуляции

Комплекс методов использования звуковых волн базируется на возможности одновременного спуска и работы в скважине акустического прибора, геофизического прибора и электрогидравлического прибора с плазменным разрядником, которые питаются и управляются единым наземным модулем.

Патенты:

1. Получено 7 патентов на изобретение и 1 на полезную модель в РФ.
2. Получено 3 патента США.
3. Поданы 3 заявки на патенты в США.

Комплекс звуковой стимуляции

Скважинный акустический прибор (САП)

Резонатор

Гибкое соединение

Диаметр прибора, мм	52
Рабочее электрическое напряжение, В	400
Частота излучения:	
- ультразвуковой диапазон, кГц	16
- сейсмический диапазон, Гц	1 – 10

Для вертикальных скважин используется САП длиной 3 метра (ограничения по допустимому электрическому напряжению кабеля);

Для горизонтальных скважин может изготавливаться длиной до 50 метров.

Конструкция позволяет использовать транзитные провода, что обеспечивает подключение дополнительных приборов.

Гибкость обеспечивает возможность его намотки на барабан аналогично шлангокабелю (колтюбингу).

Комплекс звуковой стимуляции

Электрогидравлический прибор с плазменным разрядником (ЭГППР)

Диаметр прибора, мм	54
Длина прибора, м	2,5 – 6,5
Энергии плазменного разряда в диапазоне, кДж	0,5 – 3,0
Частота импульсов высокой энергии, Гц	0,1 – 1,0

Модульная конструкция позволяет подбирать мощность разряда в зависимости от состояния скважины и нефтегазового пласта.

Геофизический скважинный прибор (ГФСП) с транзитными проводами

Геофизический прибор обеспечивает привязку к зоне перфорации по ГК-МЛМ, а также контроль параметров: давление, температура, влажность, расход жидкости.

Комплекс звуковой стимуляции

Ультразвуковой генератор (УЗГ)

Основные характеристики:

Номинальная выходная мощность, кВт	5,0
Напряжение электропитания от сети, В	220 + 400
Максимальное выходное напряжение генератора, В	1200
Габаритные размеры генератора (l x b x h), мм	440x280x535
Масса генератора, не более, кг	22
Степень защиты оболочкой по ГОСТ 14254	IP65

Высоковольтный импульсный генератор (ВИГ)

Основные характеристики:

Номинальная потребляемая мощность, кВт	2,5
Напряжение питания от сети, В	220
Частота импульсов, Гц	0,1 – 1,0
Габаритные размеры генератора (l x b x h), мм	400x220x480
Масса генератора, не более, кг	15
Степень защиты оболочкой по ГОСТ 14254	IP65

Технология 1

ОПЗ с последующим освоением стационарным насосом

(рекомендуется для месторождений с высоким пластовым давлением)

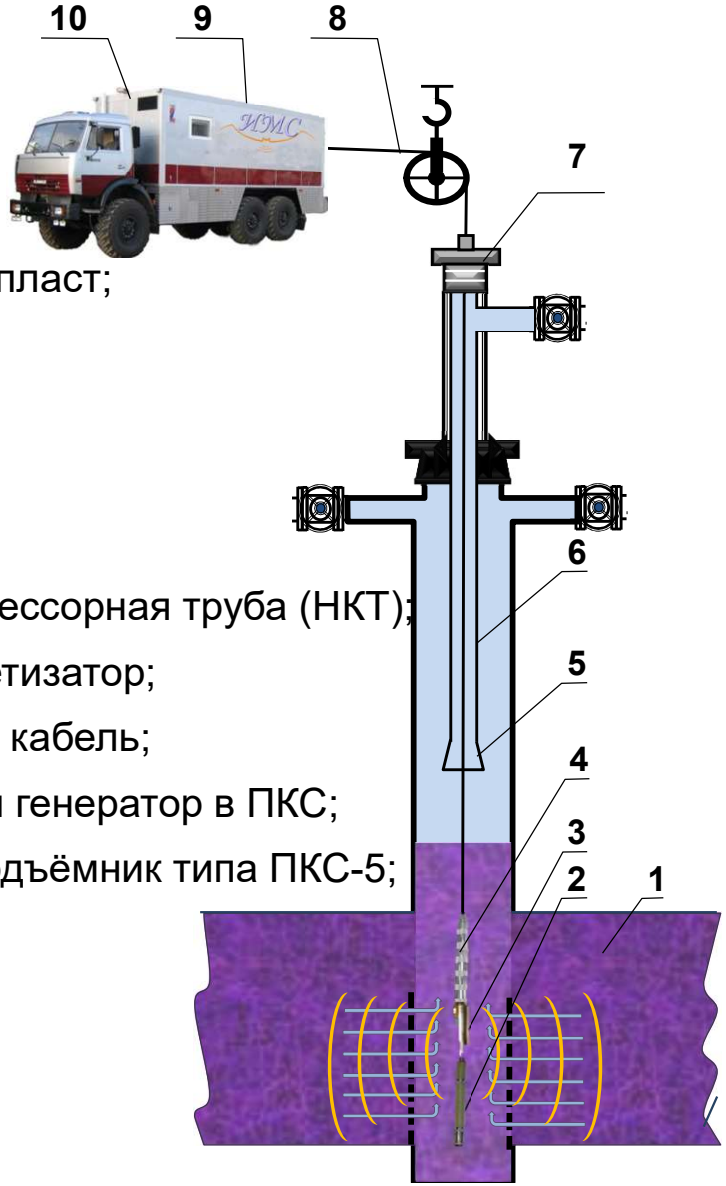
Все скважинные приборы одновременно спускаются в скважину на геофизическом кабеле типа КГ 3х1,5-70-150.

Привязка к зоне перфорации осуществляется с помощью ГФСП.

ПЗП обрабатывается периодически ультразвуковыми и сейсмическими волнами участками по 3 метра в течение примерно 1 часа.

Зона перфорации обрабатывается ЭГППР. Окончательно прочищаются перфорационные отверстия и создаются микротрещины длиной до 200 метров.

В процессе обработки фиксируются все параметры скважины с помощью ГФСП.



1. Продуктивный пласт;
2. ЭГППР;
3. ГФСП;
4. САП;
5. Воронка;
6. Насосно-компрессорная труба (НКТ);
7. Устьевой герметизатор;
8. Геофизический кабель;
9. Ультразвуковой генератор в ПКС;
10. Каротажный подъёмник типа ПКС-5;

Технология 2

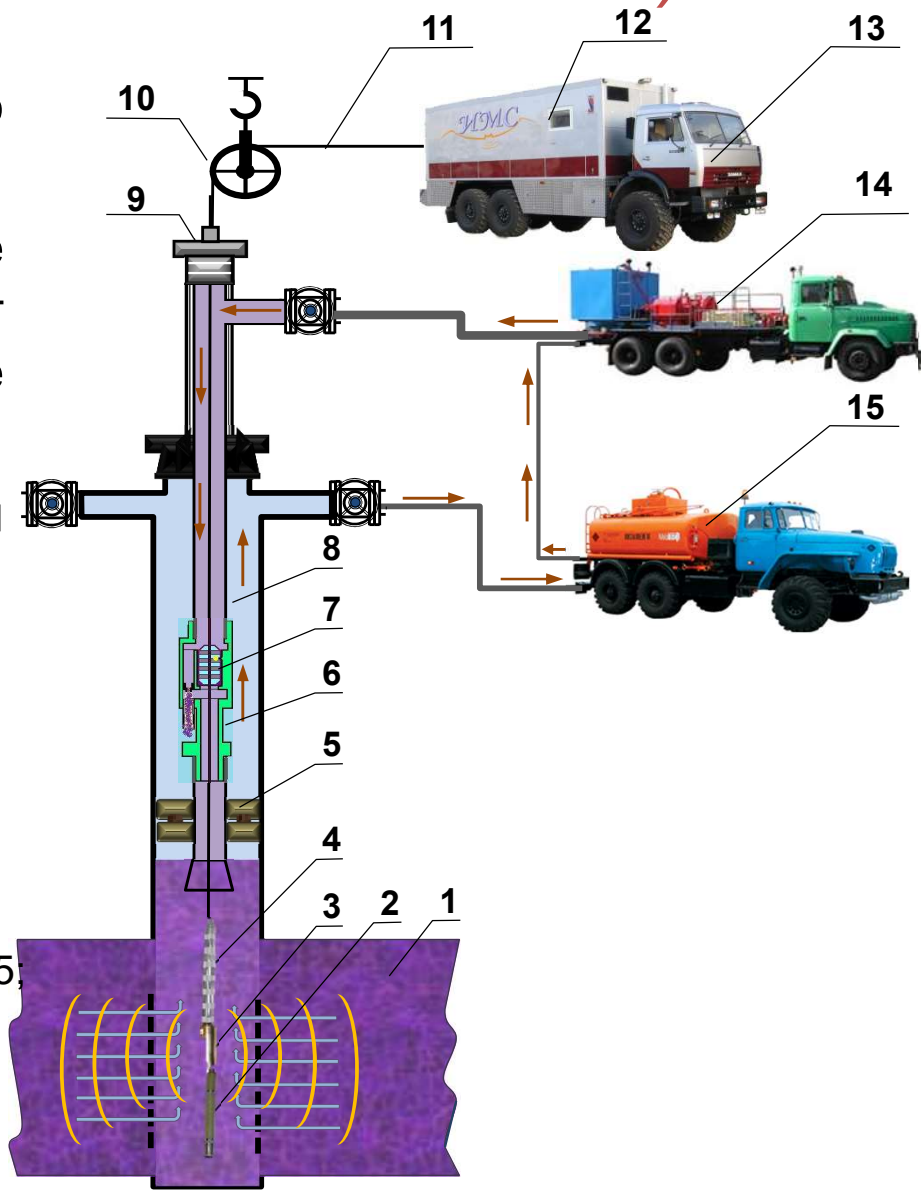
ОПЗ при депрессии с использованием струйного насоса

(рекомендуется для технологий с низким пластовым давлением)

Последовательность операций аналогично технологии 1.

Дополнительно создаётся депрессия в скважине с помощью струйного насоса, что обеспечивает извлечение грязи из ПЗП и скважины в процессе обработки.

Депрессию также можно создавать азотной установкой, свабом и пр.



1. Продуктивный пласт;
2. ЭГППР;
3. ГФСП;
4. САП;
5. Пакер;
6. Струйный насос;
7. Герметизирующая вставка;
8. Насосно-компрессорная труба (НКТ);
9. Устьевой герметизатор;
10. Блок подвески;
11. Геофизический кабель;
12. Ультразвуковой генератор в ПКС;
13. Каротажный подъёмник типа ПКС-5;
14. Насосный агрегат типа ЦА-320;
15. Блок долива (автоцистерна).

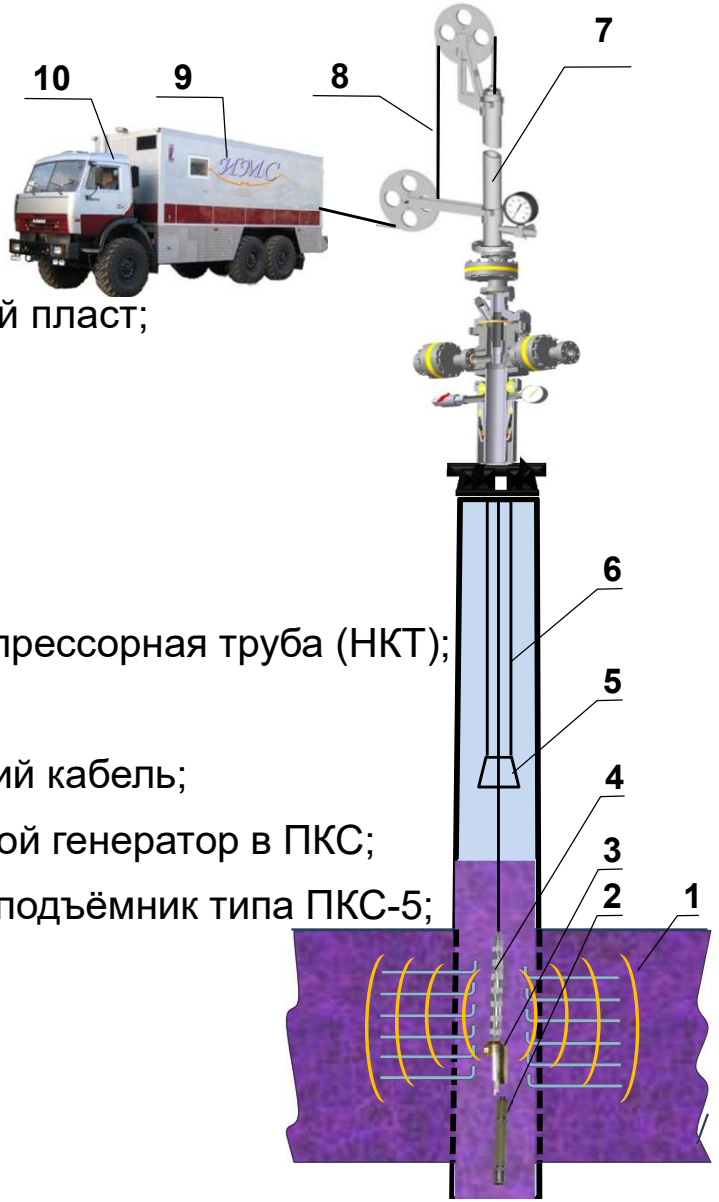
Технология 3

ОПЗ нагнетательных, фонтанирующих и газлифтных скважин

Последовательность операций аналогично технологии 1.

Для обработки скважин используется дополнительное оборудование – геофизический лубрикатор.

Большим преимуществом перед существующими технологиями для таких скважин является то, что очистку их ПЗП можно проводить без остановки работы скважины.



1. Продуктивный пласт;
2. ЭГППР;
3. ГФСП;
4. САП;
5. Воронка;
6. Насосно-компрессорная труба (НКТ);
7. Лубрикатор;
8. Геофизический кабель;
9. Ультразвуковой генератор в ПКС;
10. Каротажный подъёмник типа ПКС-5;

Технология 4

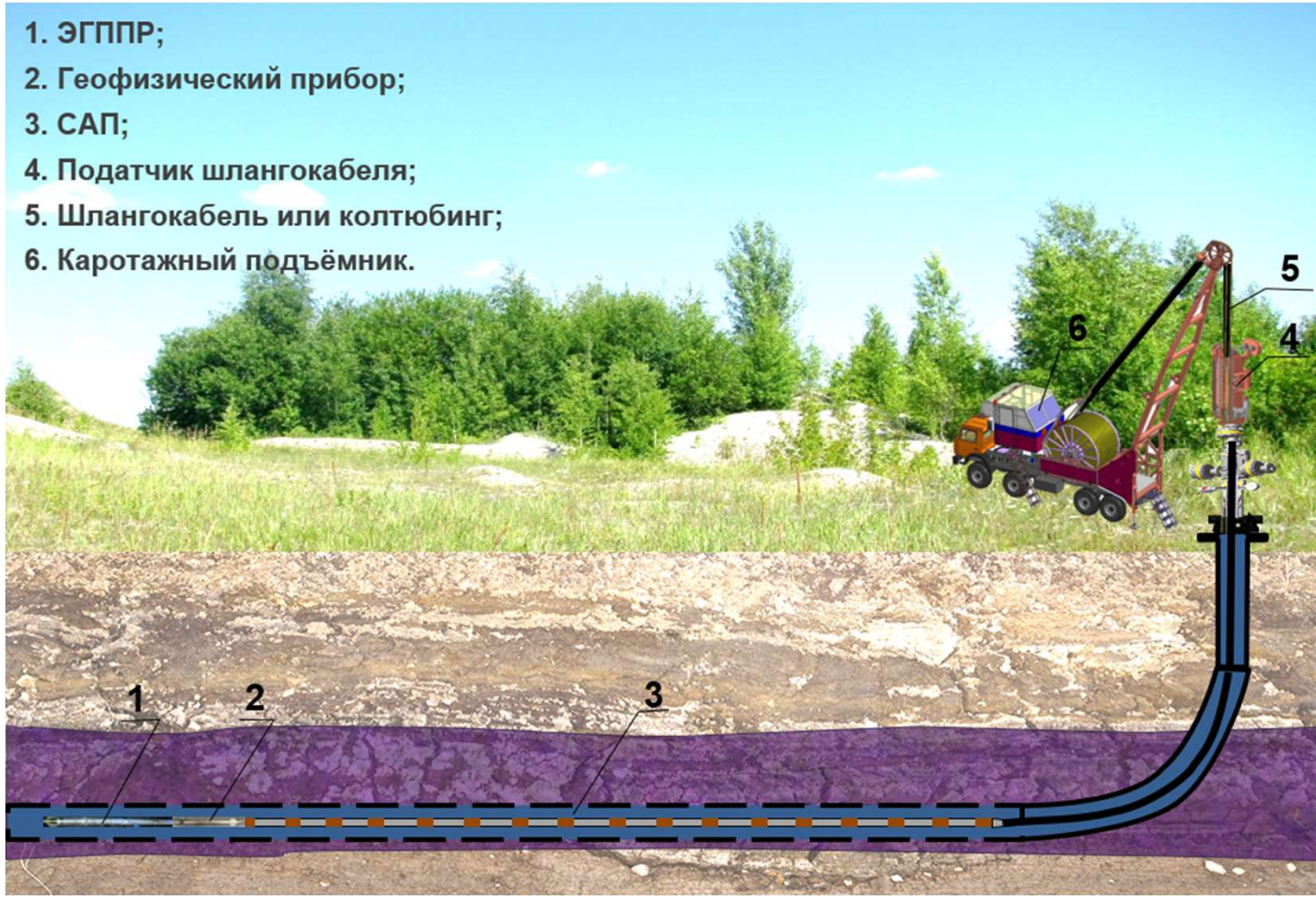
ОПЗ горизонтальных скважин

Для работы скважинных приборов используется шлангокабель или колтюбинг с электрическими проводами.

Применяется САП длиной до 50 метров.

Последовательность операций аналогична технологии 1.

В процессе обработки скважинные приборы перемещаются вдоль скважины.



Шлангокабель

Технология 5

Защита ЭЦН от отложения солей и АСПО

САП подвешивается на перфорированной НКТ под ЭЦН или винтовой насос на постоянной основе.

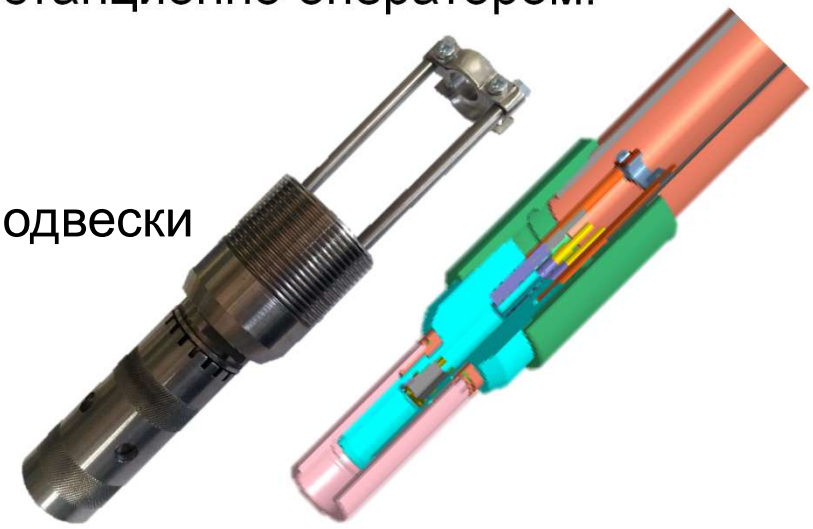
Питание САП осуществляется с помощью кабеля для ЭЦН.

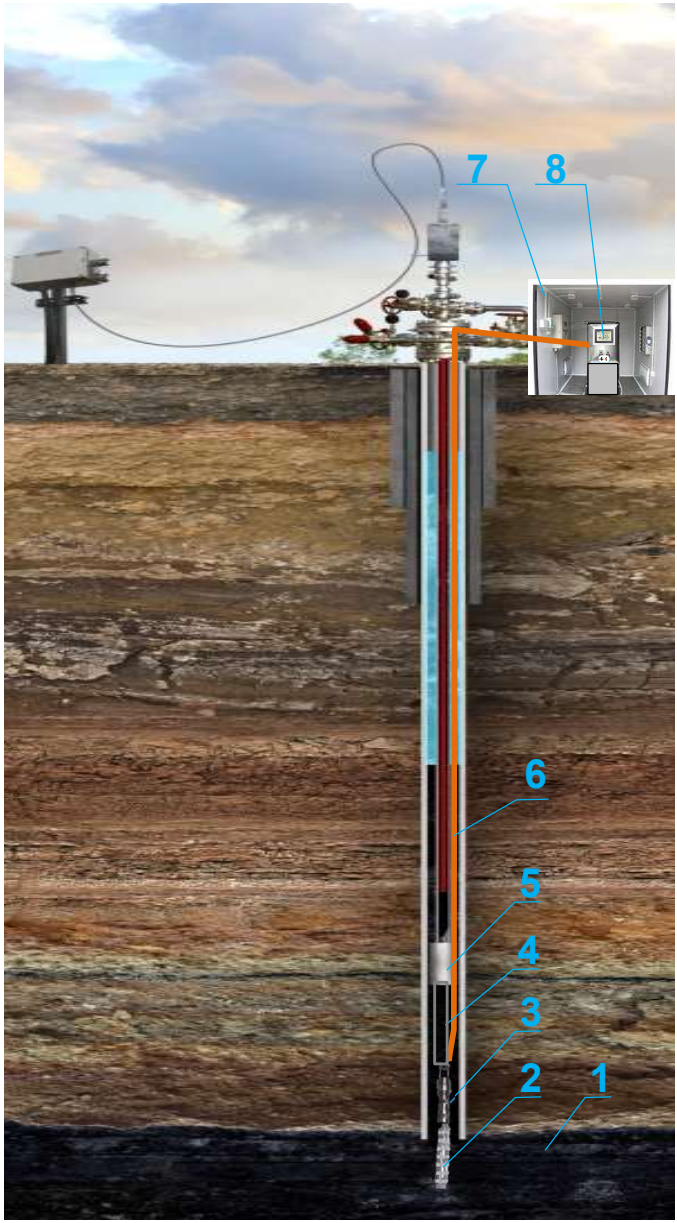
К одному УЗГ может подключатся несколько САП, которые будут включатся в работу последовательно.

САП работает по 3 – 5 часов в сутки (*режим определяется опытным путём*).

Включение осуществляется по программируемому таймеру или дистанционно оператором.

Узел подвески





1. Продуктивный пласт;
2. САП;
3. Узел подвески САП;
4. НКТ;
5. ЭЦН;
6. Кабель ЭЦН для САП;
7. Климатический контейнер;
8. Ультразвуковой генератор.

Технология 6

Добыча тяжёлых и высоковязких нефтей

САП изготавливается персонально для каждой скважины длиной, равной зоне перфорации.

САП подвешивается на перфорированной НКТ под ШГН или винтовой насос на постоянной основе.

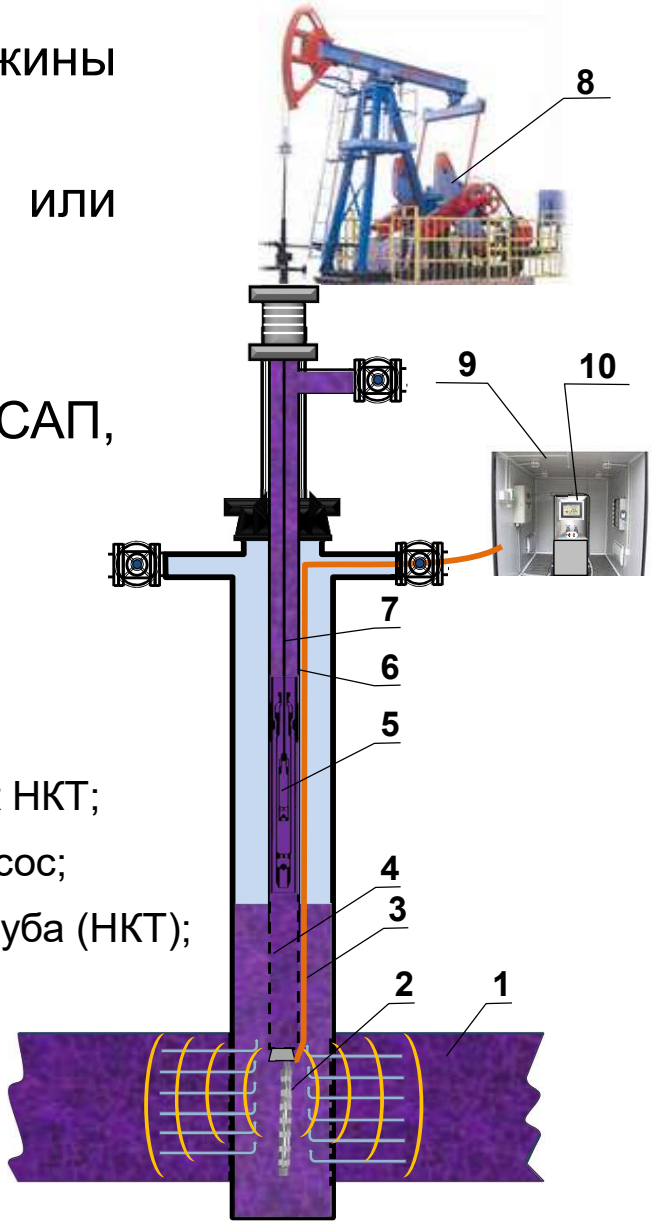
Питание САП осуществляется с помощью кабеля для ЭЦН.

К одному генератору может подключатся несколько САП, которые будут включатся в работу последовательно.

САП работает по 3 – 5 часов в сутки или в 3 суток (*режим определяется опытным путём*).

Включение осуществляется по программируемому таймеру или дистанционно оператором.

Обработка ПЗП и нефтяного пласта производится последовательно ультразвуковыми и сейсмическими волнами.



1. Продуктивный пласт;
2. САП;
3. Кабель ЭЦН;
4. Перфорированный участок НКТ;
5. Штанговый скважинный насос;
6. Насосно-компрессорная труба (НКТ);
7. Насосная штанга;
8. Станок качалка;
9. Климатический контейнер;
10. Ультразвуковой генератор.

Технология 7

Повышение эффективности МУН *(низкочастотное воздействие)*

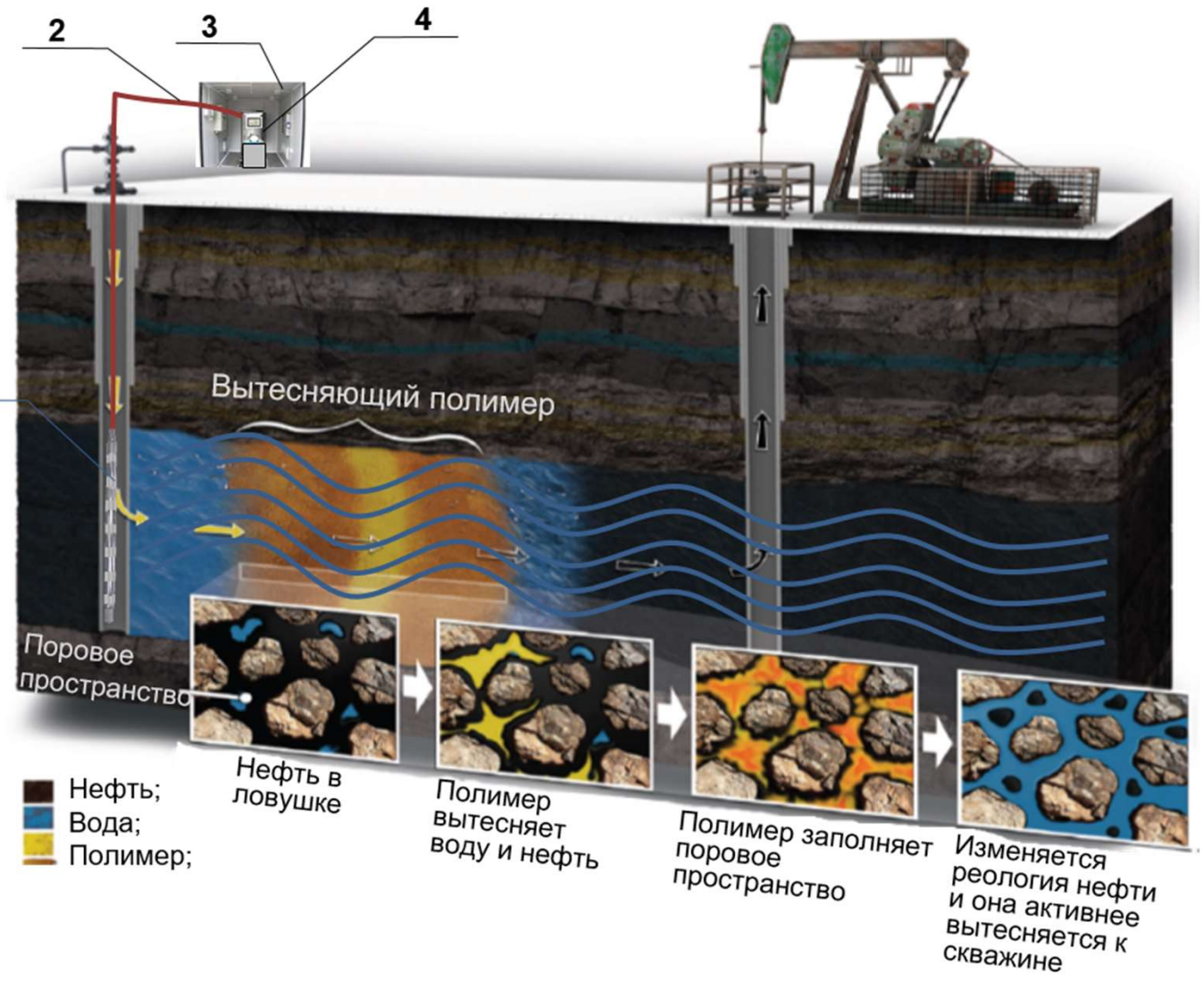
Предварительно ПЗП скважин обрабатываются ЭГППР для создания микротрещин.

САП, длиной равной толщине пласта подвешивается в нагнетательной скважине на постоянной основе.

Ультразвуковой генератор помещен в контейнер.

Генератор включается по таймеру. Частота и продолжительность обработки определяются опытным путем.

1. Скважинный акустический прибор;
2. Геофизический кабель;
3. Контейнер;
4. Ультразвуковой генератор.



Технология 8

Повышение эффективности технологии SAGD *(низкочастотное воздействие)*

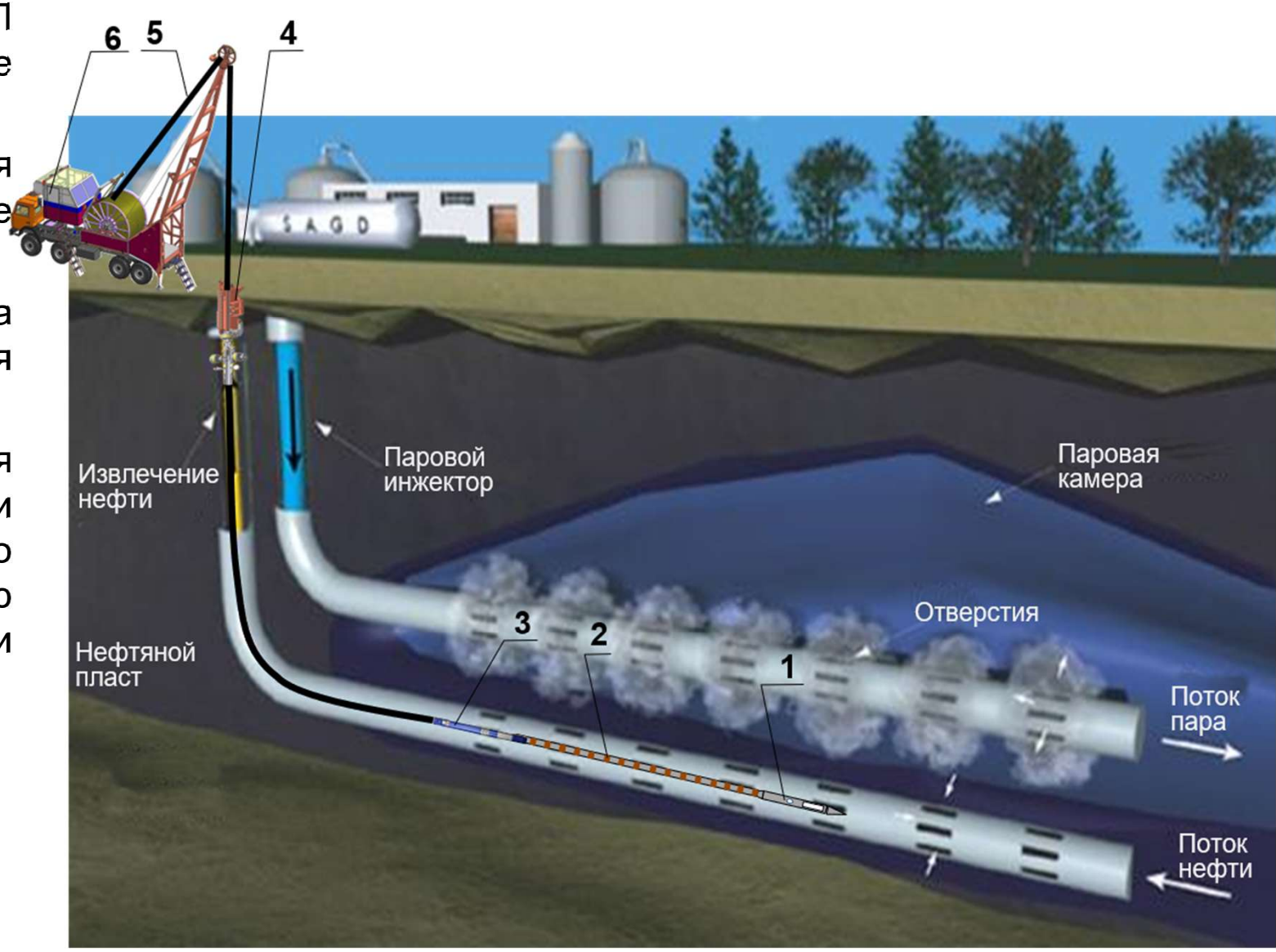
САП с ГФСП устанавливаются в скважине постоянно вместе с насосом.

Приборы перемещается вдоль скважины в процессе обработки.

Предварительно скважина обрабатывается ЭГППР для создания микротрещин.

Пласт обрабатывается ультразвуковыми и сейсмическими волнами, что способствует увеличению подвижности нефти и проникновению пара в пласт.

1. ЭГППР;
2. САП длина 50 м;
3. Насос;
4. Податчик шлангокабеля;
5. Шлангокабель или колтюбинг;
6. Каротажный подъемник.



Направления новых разработок

- РиР в скважине в ультразвуковом поле. Ультразвук действует как вибратор и уплотняет цемент, а также, за счет кратного увеличения капиллярного эффекта, значительно увеличивает проникновение цемента в труднодоступные места;
- Применение ультразвука для цементирования обсадных колонн при бурении скважин с аналогичным эффектом;
- Создание комплекса оборудования совместного использования акустических и микроволн для добычи сланцевых и битуминозных нефтей;
- Установка для переработки нефти. При обработке нефти ультразвуком на выходе получаем до 30% больше легких фракций углеводородов;
- Разработка системы удалённого мониторинга работы комплекса и процесса обработки скважин с использованием «облачных» технологий.

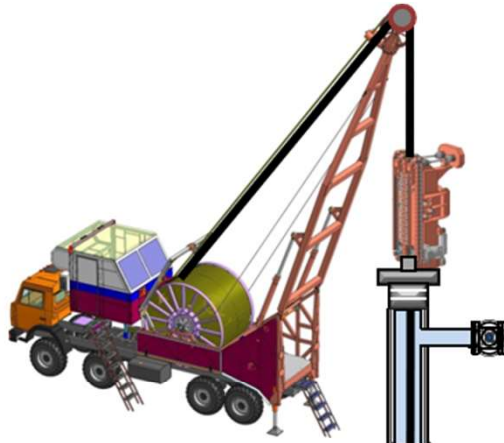
Перспективная технология

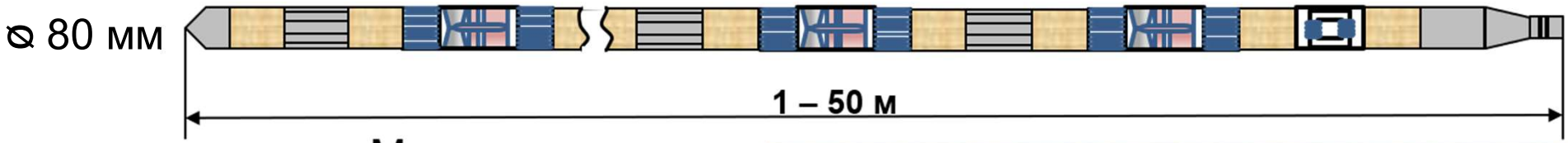
Добыча высоковязких и битумозных нефтей

Предварительно скважину обрабатывают ЭГППР направленного действия для создания микротрещин в пласте в верхнем и боковом направлениях по всей длине скважины

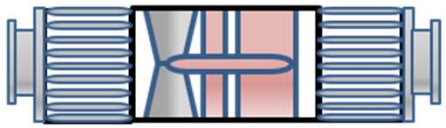
В скважине на постоянной основе размещаются насос и прибор с попеременно чередующимися микроволновыми и акустическими излучателями.

Скважинный прибор при помощи шлангокабеля последовательно перемещается вдоль скважины нагревая пласт, а насос выкачивает нефть через шлангокабель.

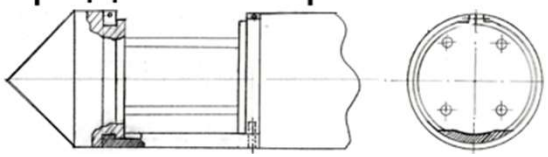


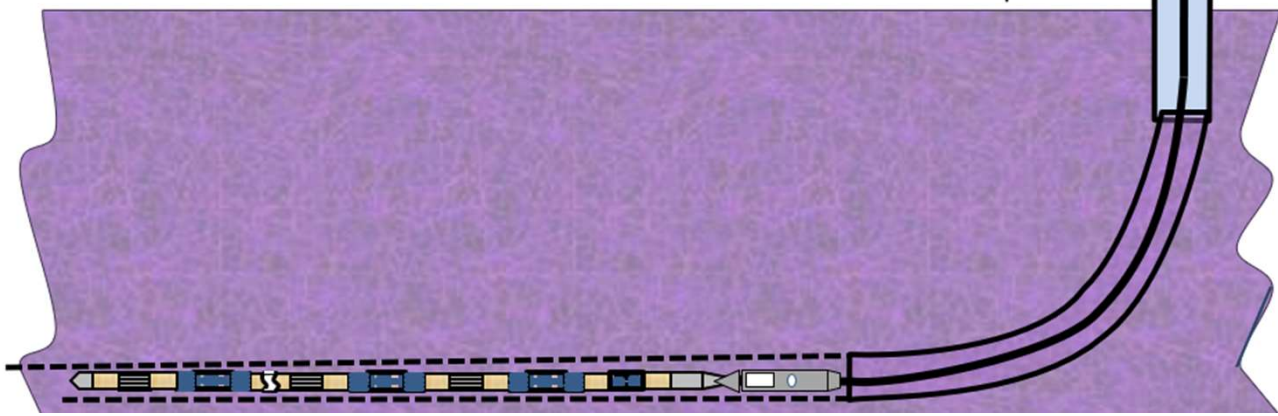


Магнетрон



Разрядник с отражателем





Развитие КЗС

Единый модуль питания и управления КЗС с системой удалённого мониторинга

Удалённый мониторинг позволит:

- формировать индивидуальный подход к технологии обработки каждой скважины благодаря накопленной статистике;
- осуществлять контроль за состоянием КЗС, стационарно установленного на нефтяных скважинах, и при необходимости оперативно изменять режимы его работы;
- оказывать помощь и осуществлять контроль за действиями специалистов геофизических партий;
- постоянно совершенствовать КЗС и технологию благодаря накопленным статистическим материалам;
- повышать квалификацию специалистов благодаря возможности анализа их действий по объективным показателям;
- соответствовать современным трендам в области нефтегазодобычи – создание «интеллектуальных» скважин;
- обеспечить открытость и прозрачность технологий и результатов работ для заказчика.

Контакты

Салтыков Александр Генеральный директор ООО «ИЛМАСОНИК-НАУКА»	Alexander.Saltykov@ilmasonic.com +7 926 577 51 55 Skype: saaims12
Салтыков Юрий Зам. генерального директора ООО «ИЛМАСОНИК-НАУКА»	Yuriy.Saltykov@ilmasonic.com +7 925 180 52 12 Skype: yurij1961
Мария Антариса Директор ILMASCIENCE SERVICES LTD	Maria.Antarisa@ilmasonic.com +60 17 6848340 Skype: maria.antarisa
Адрес	121205, г. Москва, территория инновационного центра «Сколково», ул. Нобеля, д.7, офис 25