

## **ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОМОНИТОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ (ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА)**



Возможности:

- скорость истечения интенсифицирующих составов до 100 м/сек.;
- импульсная закачка с частотой до 1500 ударов в сек.;
- амплитуда ударных колебаний до 0,5 МПа;
- глубина обработки призабойной зоны не менее 1,5 метров;
- поинтервальная закачка.

Показатели эффективности:

- накопленная дополнительная добыча на одну скважину – 2161 т. ;
- успешность 100%;
- продолжительность эффекта более года.

## Область применения

Карбонатные и терригенные коллектора, скважины подверженные отложению органических и неорганических осадков, в том числе сложных отложений.

## Преимущества

- большие возможности для увеличения дебита скважин;
- возможность создания акустического поля с любыми интенсифицирующими составами, в том числе кислотными композициями;
- возможность создания гидромониторной струи активной жидкости, в том числе и кислотными композициями;
- селективность обработки, возможность воздействия вблизи водо-нефтяных, газожидкостных контактов и при наличии обводненных участков;
- использование «стандартного» оборудования при интенсификации добычи нефти;
- пластовая температура, давление, а также физико-химические свойства углеводородов не регламентируются
- воздействие на все типы загрязнений прискважинной зоны;
- неограниченная кратность применения;
- сохранения целостности эксплуатационной колонны и цементного кольца;
- высокая безопасность работ, оборудование соответствует требованиям безопасности и задекларировано по техническому регламенту ТР ТС 010/2011
- запатентованное оборудование;
- низкие затраты на обработку.

## Особенности

- надежное создание гидромониторной струи на перфорированную мощность пласта;
- увеличение скорости потока жидкости без применения высокопроизводительных насосов;
- надежное создание волновых процессов в среде пульсирующих жидкостей;
- увеличение глубины обработки пласта в 2 раза по сравнению с закачкой химических составов по стандартной технологии;
- наличие эффекта на всех типах коллекторов;
- избирательное воздействие неработающей части продуктивного пласта достигается проведением поинтервальной обработки с установкой оборудования в заданный интервал перфорации.

## Расширение возможностей интенсификации добычи нефти и очистки призабойной зоны пласта

В компании с применением новейших технологий разработано оборудование типа «Москит», «Термит», «Крикет» для создания гидроволновых эффектов и внедрена технология гидромониторной обработки пласта, включающее совмещение физических и химических методов воздействия.

Технология гидромониторной обработки основано на использовании гидромонитора, генерирующего колебания за счет энергии потока прокачиваемой активной жидкости. Что позволяет за счет гидромониторного эффекта создавать условия высокой скорости закачки при малом расходе химических реагентов непосредственно в интервале перфораций скважин, а образованное акустическое поле влияет на свойства системы продуктивный пласт – пластовый флюид:

- за счет кавитационных явлений в жидкостях, находящихся под давлением, происходит увеличение проницаемости и декольматация продуктивных пластов с выносом из призабойной зоны скважины различных кольматантов;
- за счет возникновения течений возникает более глубокое проникновение импульсов давления по простиранию продуктивного пласта, причина которых в передаче поглощающей среды и капиллярных эффектах;
- происходит изменение вязкости свободной нефти в акустическом поле, что объясняется разрушением их циклических структур;
- происходит изменение межфазного натяжения растворов, закачиваемых в пласт, и увеличение их проникновения в поровое пространство.

Разработанное оборудование позволяет проводить волновое воздействие на различных технологических жидкостях, включая растворы поверхностно-активных веществ, растворителях, кислотных композиций.

Технология позволяет получать прирост добычи углеводородного сырья в сложных геолого-промысловых условиях, связанных как с высокой проницаемостью коллектора, так и с высокой степенью неоднородности пласта.

Приведенное далее описание и примеры использования говорят о широких возможностях применения технологии и оборудования.

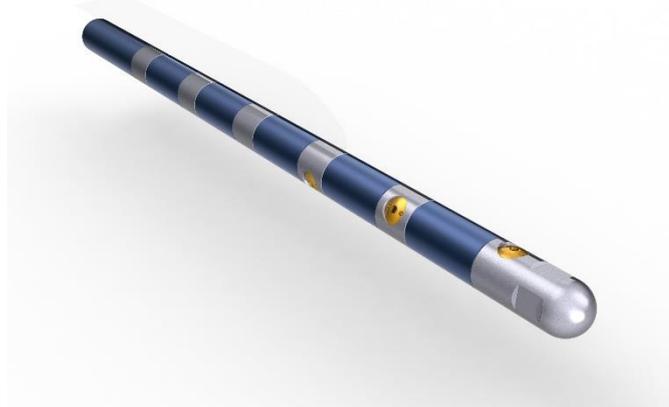
## Оборудование

Оборудование для гидромониторного воздействия с целью интенсификации добычи углеводородного сырья выпускается для реализации двух технологических схем. При одной используется оборудование марки ГМ-88 и ГМ-73 «Москит» и спускается бригадой ПРС и КРС на насосно-компрессорных трубах (НКТ).

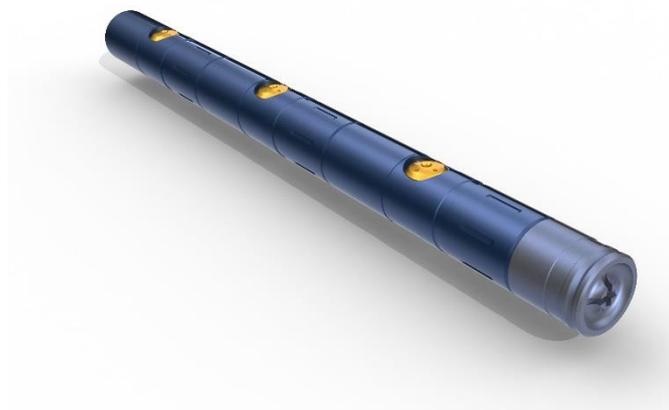


Гидромонитор ГМ-88 «Москит»

При второй технологической схеме используется оборудование ГМ-48 «Термит» и ГМ-48 «Крикет». Оборудование спускается на колонне гибких насосно-компрессорных трубах (ГНКТ) с использованием колтюбинговой технологии интенсификации добычи углеводородного сырья.



Гидромонитор ГМ-48 «Термит»



Гидромонитор ГМ-73 «Москит»



Гидромонитор ГМ-48 «Крикет»

Гидромонитор состоит из нескольких секций корпуса, в которых выполнены боковые отверстия под установку цилиндрических камер предварительного закручивания потока с тангенциальными входными каналами во втулке и мониторную камеру. Тангенциальные каналы камер имеют одинаковое вращательное направление. Камеры снабжены эжекционным узлом, выполненным в виде концевых сопел, направленных в сторону стенки скважины.

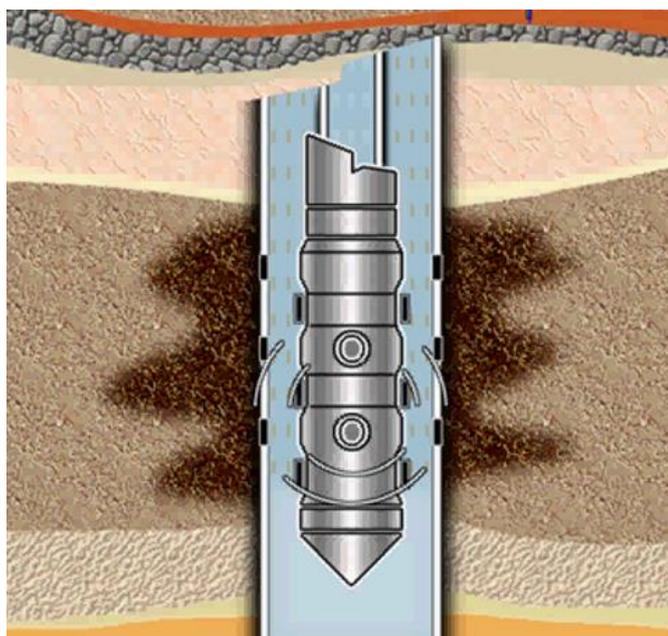
В гидромониторах, кроме эффекта акустических центробежных форсунок используются гидравлические эффекты от резонатора Гельмгольца и реализуются эффекты от струйных форсунок.

Сопла выполнены двух типов: цилиндрические и в виде трубки Вентури с коноидальным входом.

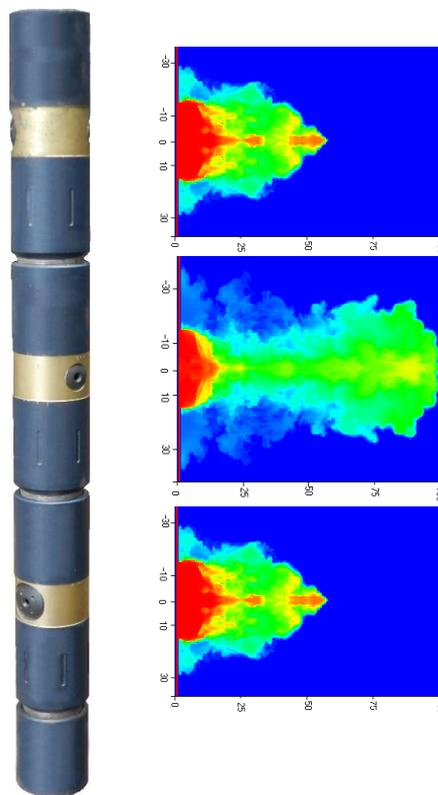
## Технология работ

Проведение работ осуществляется с использованием стандартного оборудования для интенсификации добычи нефти и очистки призабойной зоны пласта, специального высокопроизводительного оборудования не требуется.

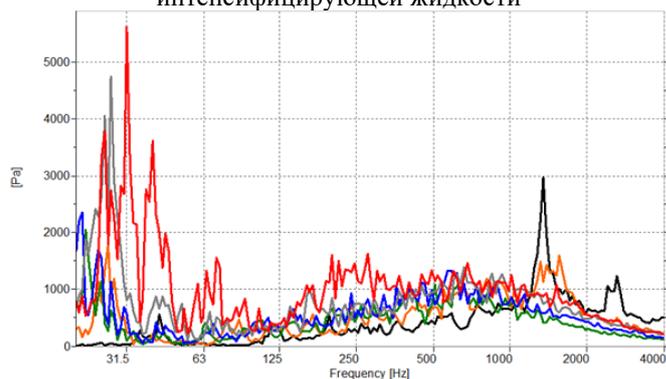
Гидромонитор спускается в составе колонны труб в заданный интервал перфорации или открытого ствола. Интенсифицирующий состав подается по трубам в гидромонитор и проходя через тангенциальные каналы, эжекционные камеры и сопла создает низкочастотное волновое поле и пульсации с высоко амплитудными колебаниями и высокоскоростными струями рабочего агента воздействуя на отложения на стенках скважины, перфорационных каналах и призабойной зоне пласта.



В качестве интенсифицирующего состава используются растворы ПАВ, растворители, кислоты. Объем закачки интенсифицирующего состава составляет до 1 м<sup>3</sup> на 1 метр перфорированной мощности пласта. Гидромонитор в процессе работы вращают и перемещают в осевом направлении по мере обработки призабойной зоны пласта. Закачка осуществляется на различных технологических режимах, в зависимости от глубины скважины и расходных характеристик насосного агрегата. Глубина воздействия при такой технологии более 1,5 метров.

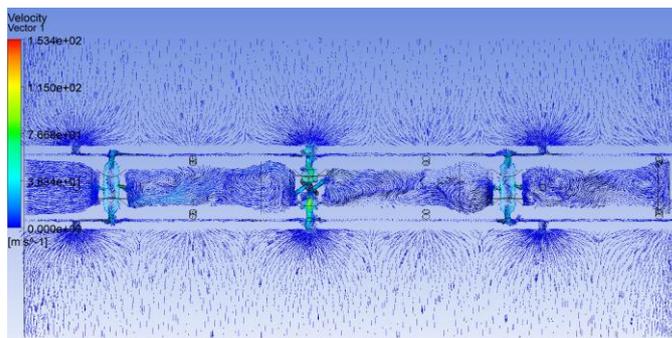


Образование высоконапорных и пульсационных струй интенсифицирующей жидкости



Частотно-амплитудная характеристика оборудования ГМ-73 при расходах от 2,5 до 10 л/с

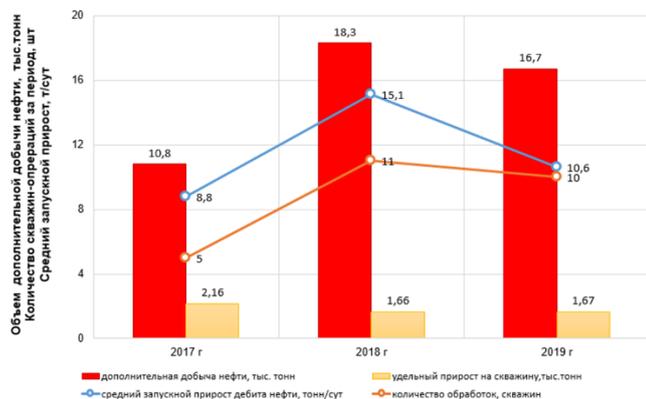
Проведённые расчеты технологических параметров с использованием программного комплекса «ANSYS» показали эффективность работы оборудования как в открытом так и обсаженном стволе.



Векторное поле скоростей потока жидкости в интервале перфорации за эксплуатационной колонной при фазировки 45° 24 отв. на метр.

## Опыт выполнения работ

Опыт выполнения работ в 2017-2019 г. в АО «Самаранефтегаз» показал высокую эффективность технологических мероприятий.



Анализ выполнения работ за 2017,2018,2019 годы

## Воздействие на карбонатный коллектор

Одной из существенных проблем, возникающих при обработке карбонатных коллекторов, является малая глубина проникновения активной кислоты в пласт, связанная с быстрой нейтрализацией кислотного состава. Скорость взаимодействия кислотных композиций с породой пласта в пластовых условиях настолько высока (определяется при нормальных условиях для соляной кислоты как 6 - 40 кг/м<sup>2</sup> час, и возрастает в пластовых условиях более чем в 20 раз), а площадь контакта поверхности породы и кислотной композиции весьма значительна (удельная поверхность нефтенасыщенных пород составляет 40 000 до 230 000 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>), то данные обстоятельства приводят к быстрой нейтрализации кислотного состава. Одним из эффективных методов повышения эффективности является использование высокопроизводительных агрегатов. Современные насосные агрегаты, используемые при стандартной кислотной обработке, имея расход от 1 до 18 л/с. не обеспечивают необходимую скорость закачки кислотных композиций для образования каналов, которые пройдут загрязнение. На таких скоростях глубина создания канала составляет не более 30 см. (Fredd and Fogler, SPEJ, 1998)

Для большей глубины проникновения активного кислотного состава необходимы высокие темпы закачки, гидромонитор

позволяет осуществлять закачку кислоты в интервале перфорации на высоком темпе и малыми объемами кислоты, избирательно создавать каналы с глубиной до 1,5 метров. Представленная таблица показывает результаты проведенных геолого-технических мероприятий по объектам карбонатных коллекторов гжельского и башкирского ярусов месторождений Самарской области.

№ скв	Показатели до ГТМ			Показатели после ГТМ		
	Qн, т/сут.	Qж, м <sup>3</sup> /сут	обв %	Qн, т/сут.	Qж, м <sup>3</sup> /сут	обв %
1	0,3	1,0	66	7,3	15	43
2	14,2	18	5	30,6	53	30
3	6,0	8,0	7	15,9	23	15

В результате проведения работ произошло кратное увеличение дебита скважин по нефти. Эффективность составляет 98%.

## Воздействие на терригенный коллектор

Одной из существенных проблем, возникающих при обработке терригенных коллекторов, является необходимость воздействия на загрязнения продуктивной части пласта. Гидромониторное оборудование «Москит» позволяет создавать волновые процессы и пульсации, что позволяет наиболее эффективно разрушать загрязнения и восстанавливать естественную проницаемость коллектора. Представленная таблица показывает результаты проведенных геолого-технических мероприятий по объектам терригенных коллекторов тульского горизонта месторождения Самарской области.

№ скв	Показатели до ГТМ		Показатели после ГТМ	
	Qн, т/сут.	обв %	Qн, т/сут.	обв %
1	9,71	5,8	13,5	5
2	20,19	13,9	24,6	14
3	3,7	9,6	5,2	12

В результате проведения работ произошло увеличение дебита скважин по нефти и

восстановление естественной проницаемости коллектора.

### **Воздействие на высокопроницаемый неоднородный коллектор**

Одним из возможных осложнений является неоднородность коллектора, приводящая к неравномерной обработке продуктивной части пласта и преждевременной обводненности продукции скважин. Проведены работы по селективной обработке продуктивной части пласта, путем установки гидромонитора «Москит» в заданный интервал перфорированной мощности пласта. К тому же проведено совмещение гидромониторной обработки с растворами ПАВ, растворителями и отклоняющими композициями, в качестве которых использовались эмульсионная система и загеленные кислоты. Проведение технологии гидромониторного воздействия на пласт позволяет обеспечить увеличение дебита скважин и на таких объектах с применением вышеназванных отклоняющих составов. Представленная таблица показывает результаты проведенных геолого-технических мероприятий по объектам карбонатных коллекторов гжельского и башкирского ярусов месторождений Самарской области.

№ скв	Технология	Показатели до ГТМ		Показатели после ГТМ	
		Qн, т/сут.	обв %	Qн, т/сут.	обв %
1	ГМ + кисл. эмульсия	0,4	49,3	14	48
2	ГМ + загел. кислота	0,1	95	5,5	76
3	ГМ +ПАВ	9,7	7,6	19,1	9

В результате проведения поинтервальной обработки добывающих скважин произошло увеличение дебита скважины и показатели обводненности сохранились на прежнем уровне. Эффективность работ составляет более 95%.

### **Патентно-правовая защита**

Получены патенты:

RU №63714 «Скважинный гидроакустический генератор» приоритет от 23 января 2007 г.

RU №172006 «Скважинный гидроакустический монитор» приоритет от 17 августа 2016 г.

RU №214898 «Устройство для размыва отложений» приоритет от 11 июля 2022 г.

### **Безопасность**

Оборудование соответствует требованиям безопасности и задекларировано по техническому регламенту ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования».

### **Комплектность**

Комплектность разработанного оборудования представлена в таблице

№	Наименование	Количество, шт.
1	Гидромонитор в сборе	1
2	Паспорт	1
3	Руководство по эксплуатации гидромонитор	1
4	Обоснование безопасности	1
5	Футляр деревянный для хранения и транспортировки	1