



**КОМПЛЕКС**

# **ГИДРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ЩЕЛЕВАЯ ПЕРФОРАЦИЯ СКВАЖИН**



**Технология  
вторичного вскрытия  
продуктивных пластов  
в нефтяных,  
нагнетательных  
и газовых скважинах**

**РОССИЙСКОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ**

# ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «КОМПЛЕКС»

ООО «Комплекс» работает на нефтегазовом рынке 12 лет. С каждым годом растет востребованность гидромеханической щелевой перфорации в связи с высокой эффективностью вскрытия колонн. Нашим партнером является крупнейшая нефтедобывающая компания России ОАО «РН-Юганскнефтегаз».

До недавнего времени широко применялась технология вскрытия эксплуатационных колонн только односторонним гидромеханическим перфоратором. Проанализировав результаты, полученные в ходе промысловых работ перфоратора на скважинах и проведении стендовых испытаний, были выявлены серьезные недостатки данной конструкции. В связи с этим, конструкторским отделом нашей компании был разработан и запатентован двухсторонний гидромеханический перфоратор. (Патент № 2327859 от 27.06.2008 г.)

ООО «Комплекс» имеет собственные производственные мощности по изготовлению перфораторов, их техническому и сервисному обслуживанию. Все изготавливаемое оборудование проходит гидравлические и стендовые испытания, на различных режимах работы.

Конструкторским отделом компании ведется работа в области улучшения конструкции, повышения надежности и качества перфораторов. Результатом стали новые конструкторские решения, применяемые в наших перфораторах (Патенты на полезную модель: №62427 от 10.04.2007 г., № 62655 от 27.04.2007 г., № 67631 от 27.10.2007 г., № 78519 от 27.11.2008г., № 77898 от 10.11.2008 г.).

Совместно со специалистами кафедры «Гидравлика и гидродинамика» Владимирского политехнического института разработан и внедрен новый тип гидромониторных насадок (Патент №2338056 от 10.11.2008 г. ; Патент № 62981 от 10.05.2007г).

При использовании Гидромеханической щелевой перфорации, наши заказчики получают дополнительный доход , снижают риски и уменьшают издержки.



## Характеристики вскрытия колонн

Марка стали эксплуатационной колонны	Д, К, Е (ГОСТ 632-80) J55, K55, M65, L80, N80 (API Spec 5CT)
Толщина стенки труб эксплуатационной колонны	До 12 мм
Глубина выхода режущего диска за колонну	До 21,5 мм

## Характеристики гидромониторных насадок

Рабочее давление	15 МПа
Максимальное давление	До 70 МПа
Максимальный расход жидкости при рабочем давлении	8 литров в сек.
Жидкость, используемая для намыва каверн	Техническая вода, нефть, ПАВ и др.

## Характеристики технологического процесса

Суммарная мощность пласта, вскрываемая за один спуск	До 50 метров
Площадь вскрытия на один погонный метр трубы	200-240 см <sup>2</sup>
Затраты времени на перфорацию одного метра	40-60 минут
Глубина намываемых каверн	0,5-1,5 метра в зависимости от геологического строения пласта

Конструкция прибора легко масштабируется. Инженеры компании ООО «Комплекс» способны в короткие сроки разработать приборы, адаптированные под индивидуальное строение скважин Заказчика.

# Конструкция гидромеханического щелевого перфоратора

Щелевой перфоратор - гидромеханический прибор, основными рабочими органами которого являются два режущих диска и четыре гидромониторных насадки.

## Дополнительные технологические отверстия.

Позволяют производить закачку химических составов, свабирование флюида, освоение.

## Гидромониторные насадки.

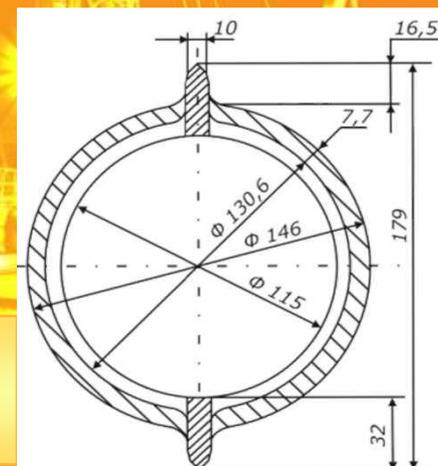
Струи жидкости под высоким давлением размывают цементное кольцо и производят намыв каверн в пристволовой зоне скважины.

## Твердые диски-фрезы.

Вскрывают обсадную колонну.



**Расположение**  
Гидромеханического Щелевого Перфоратора  
в эксплуатационной колонне



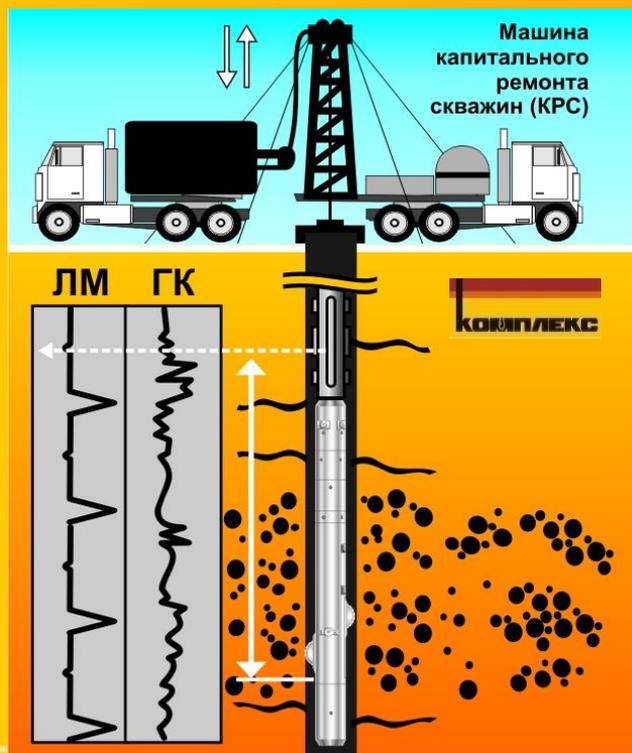
## Типоразмеры приборов

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	МОДЕЛЬ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО ЩЕЛЕВОГО ПЕРФОРАТОРА					
	ГМЩП-102	ГМЩП-114	ГМЩП-140	ГМЩП-146	ГМЩП-168	ГМЩП-178
Диаметр эксплуатационной колонны, мм	<b>102</b>	<b>114</b>	<b>140</b>	<b>146</b>	<b>168</b>	<b>178</b>
Наружный диаметр перфоратора, мм	<b>80</b>	<b>86</b>	<b>110</b>	<b>115</b>	<b>135</b>	<b>145</b>
Толщина режущего диска, мм	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
Присоединительная резьба НКТ, мм	<b>73</b>					

## Этап 1. Привязка перфоратора

Сопутствующими работами при проведении Гидромеханической щелевой перфорации служат и могут служить:

- комплекс геофизических методов включающих привязку (ГК, МЛМ),
- диагностика объекта до Гидромеханической щелевой перфорации (шаблонировка ОПЗ)
- контроль и освоение свабированием после проведения работ (САТ).

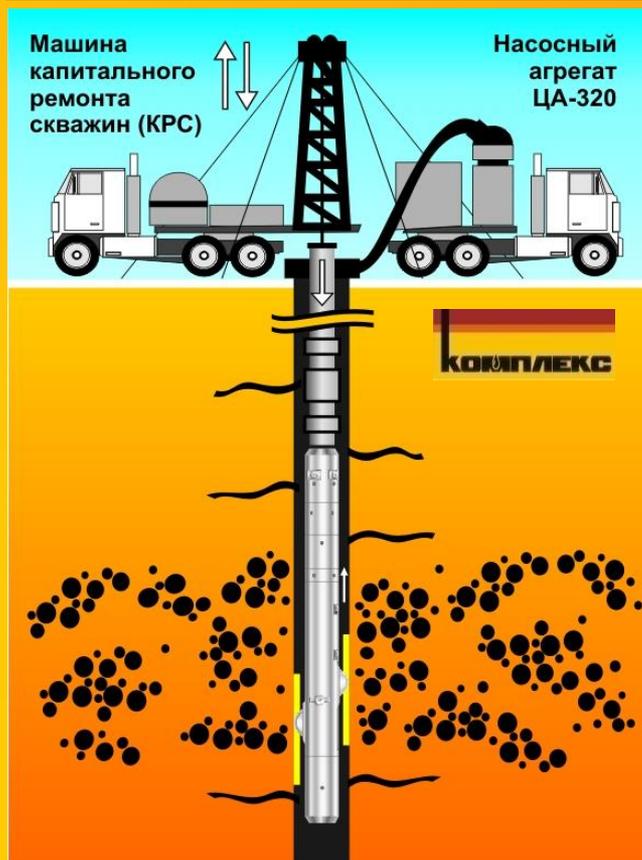


Гидромеханический щелевой перфоратор крепится к колонне НКТ и спускается до планируемого интервала перфорации.

Геофизическим методом Гамма каротажа (ГК), прописываемым после спуска, осуществляется привязка реперного патрубка перфоратора к заданному интервалу перфорации.

## Этап 2. Вскрытие колонны

Для проведения Гидромеханической щелевой перфорации скважин требуется бригада капитального ремонта скважин, подземного ремонта скважин, включая штатное оборудование и 2 насосных агрегата, способных развивать и стабильно удерживать давление 15 МПа в течение 8-10 часов.



На устье скважины насосный агрегат создает начальное давление 1,5-2 МПа. в линии насосно-компрессорных труб, тем самым перфоратор приводится в рабочее положение, диски-фрезы прибора упираются в эксплуатационную трубу изнутри.

При возвратно-поступательном движении лифта НКТ с перфоратором по обрабатываемому интервалу, с поэтапным увеличением создаваемого давления в линии НКТ диски-фрезы продавливают стенки эксплуатационной трубы и выходят за её пределы, формируя тем самым продольные диаметрально расположенные на  $180^\circ$  щели.

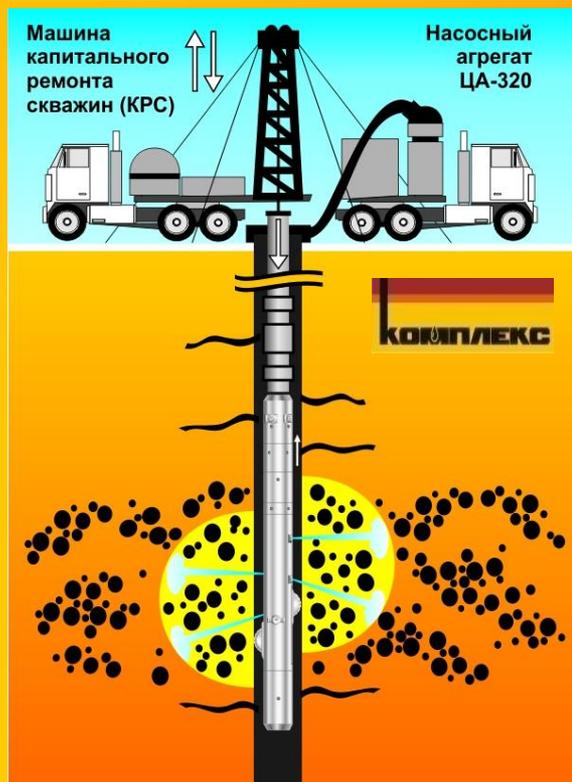
Процесс вскрытия колонны основан на принципе пластической деформации металла от нагрузки в каждой точке и фиксируется индикатором веса (ГИВ, ИВЭ) или имеющимся аналогом данного прибора.

Особая рабочая боковая поверхность дисков-фрез оказывает физическое воздействие на кромки сформированных щелей, осуществляя их фрезерование, исключая смыкание щели, тем самым достигается высокое качество вскрытия эксплуатационной колонны.

## Этап 3. Намыв каверны

При вскрытии колонн диаметром 102 и 114 мм необходимо отметить наличие насосно-компрессорных труб используемых для перфорации со снятыми фасками муфт, вследствие малых кольцевых зазоров, «голова хвостовика».

Исходя из опыта работы в горизонтальных скважинах, осложнения не возникали ни с вскрытием, ни с гидромониторной обработкой.



Струи гидромониторных насадок перфоратора под высоким давлением 15 МПа размывают цементное кольцо и прилегающую горную породу, образуя фильтрационные каналы глубокого проникновения, глубиной от 0,5 м, а также каверны в пристволовой зоне скважины. Большую пробивную способность гидромониторным насадкам обеспечивает используемая технология поочередного создания двух соседних фильтрационных каналов в наших перфораторах, тем самым избавляясь от эффекта стесненности струи, существенно снижающего скорость и глубину разрушения пород.

Гидромониторные насадки ориентируют струи в плоскость прорезанных щелей вниз под углом  $75^\circ$  (две насадки), а так же под углом  $90^\circ$  (две насадки), относительно оси перфоратора, с продолжительностью точечной работы 3-5 минут и дискретностью спуска к подошве пласта 180-200 мм.

С целью наилучшего восстановления флюидопроводящей способности пристволовой зоны скважины и её очистки от колюматизирующих веществ, мы рекомендуем производить вместе с Гидромеханической щелевой перфорацией химическую обработку пристволовой зоны скважины через щелевой перфоратор.

# Результативность гидромеханической щелевой перфорации Обсадная труба, разрезанная щелевым перфоратором на стенде.



## Вид снаружи.

Общая площадь вскрытия составляет  $0,024 \text{ м}^2$  на один погонный метр. Это равнозначно площади вскрытия 34-мя кумулятивными зарядами с диаметром проходного отверстия 30 мм.

Щели не смыкаются из-за равномерной разгрузки напряжений металла.

Суммарная мощность вскрытия за один спуск – до 50 метров.



## Вид изнутри.

Можно производить вскрытие в виде 2-х и 4-х щелей на одном погонном метре скважины.

Изнутри кромки щелей отфрезерованы ребристыми поверхностями режущих дисков и не имеют заусенцев.

## Намыв каверн в опытном образце



Для проведения испытаний по эффективности гидромониторных насадок щелевого перфоратора изготовлен бетонный блок из прочного цемента марки 400, который находился в ожидании капитального схватывания в течение одного месяца в идеальных условиях.



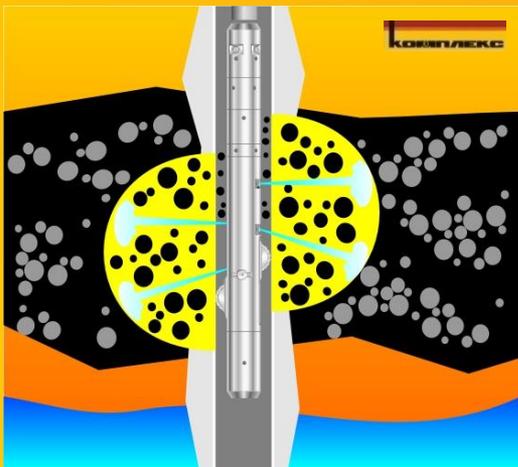
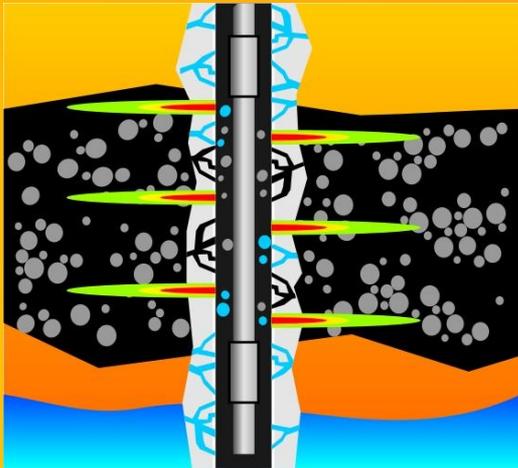
Испытания проведены давлением жидкости 15 МПа.

Время работы гидромониторных насадок составило 2 минуты.

Намыта каверна глубиной 0,66 метра.

## Передовая технология перфорации скважин

Геометрия формируемых каналов в пристволовой зоне скважины при щелевой и кумулятивной перфорации.



Кумулятивная перфорация применяется в мировой практике более 60-ти лет. Несмотря на широкое распространение кумулятивная перфорация имеет ряд существенных недостатков:

- оказывает разрушающее воздействие на цементное кольцо;
- отсутствует система центрирования, что приводит к образованию некачественных отверстий;
- имеется вероятность того, что не все кумулятивные заряды сработают;
- в терригенных породах от действия кумулятивной перфорации струи образуются стекло, что вызывает кольматацию пристволовой зоны скважины;
- система отверстий в эксплуатационной колонне не способна включить в разработку максимальное количество флюидопроводящих каналов и зон дренирования.

Гидромеханическая щелевая перфорация полностью лишена недостатков, присущих кумулятивной перфорации и имеет следующие преимущества:

- безопасная технология;
- отсутствует ударное воздействие на колонну ;
- сохраняется целостность цементного кольца ниже и выше интервала перфорации
- создается обширная зона вскрытия и объемные каверны;
- обеспечивается наилучшее сообщение скважины с пластом;
- облегчает проведение мероприятий по интенсификации добычи и увеличению нефтеотдачи пласта.
- Возможность вскрытия боковых стволов и горизонтальных скважин

## Передовая технология перфорации скважин

По ключевым показателям результативности Гидромеханическая щелевая перфорация значительно превосходит все известные способы перфорации обсадных колонн скважин.

### Сравнение основных параметров щелевой и кумулятивной перфорации

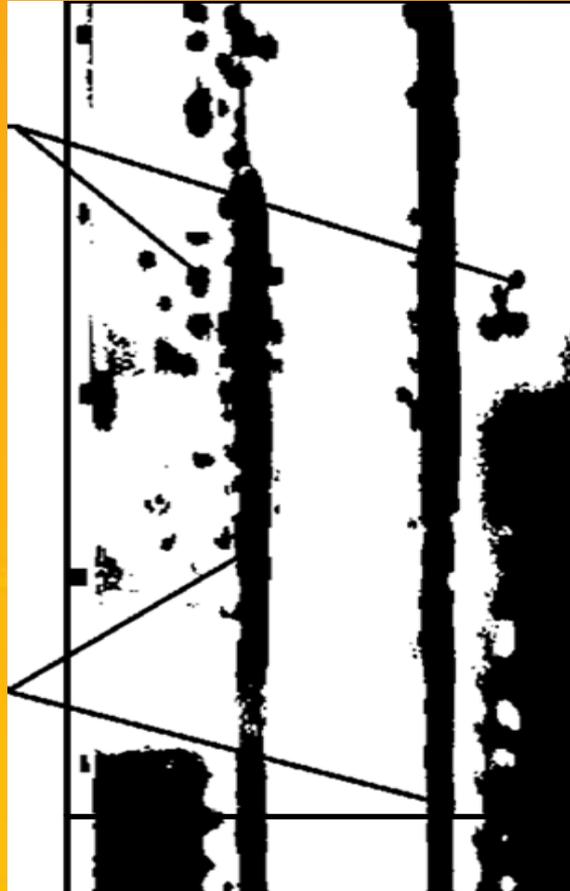
ПАРАМЕТР	Гидромеханическая щелевая перфорация с формированием двух щелей	Гидромеханическая щелевая перфорация с формированием четырех щелей	Кумулятивные заряды типа Big Hole или ПкО-89	Кумулятивные заряды типа Deep Penetration или Пк-105
Площадь вскрытия на один погонный метр колонны	0,02 – 0,024 м <sup>2</sup>	0,04 – 0,048 м <sup>2</sup>	0,0053 м <sup>2</sup> *	0,0022 м <sup>2</sup> *
Глубина проникновения в пласт	0,5-1,0 м	0,5-1,0 м	0,15 м	0,75 м
Геометрия входного отверстия	Щель шириной 10-12 мм	Щель шириной 10-12 мм	Отверстие диаметром до 23 мм	Отверстие диаметром до 12 мм
Фугасность	Отсутствует	Отсутствует	Очень высокая	Высокая

\* При использовании стандартного перфоратора с 12-ю зарядами на фут и успешном срабатывании всех зарядов.

# Гидромеханическая щелевая перфорация Контроль качества методом САТ

Результат интерпретации комплекса ГИС скважинного акустического телевизора с целью контроля интервалов гидромеханической щелевой перфорации.

Результат кумулятивной перфорации



Проведенная ранее кумулятивная перфорация оставила ряд некачественных отверстий и локальных вспученностей

Результат  
Гидромеханической щелевой перфорации



# Основные преимущества существующей технологии

- Отсутствие ударного воздействия на колонну.
- Сохранение целостности цементного кольца выше и ниже интервала перфорации.
- При одновременном формировании двух диаметрально расположенных щелей снимаются кольцевые сжимающие напряжения металла, что полностью исключает возможность смыкания сформированных щелей.
- Удельная площадь вскрытия 1 погонного метра колонны в 12-14 раз больше, чем при стандартной кумулятивной перфорации.
- Выход дисков за эксплуатационную колонну – 20 мм, что способствует значительному разрушению цементного кольца;
- Проведение ОПЗ (обработки призабойной зоны) жидкостью вскрытия, в том числе химико-кислотная обработка, под давлением через гидромониторные насадки, с проникающей способностью в пласт от 0.5 до 1.5 м в зависимости от геологического строения продуктивного пласта.
- Возможность освоения скважины после ГМЦП свабированием без подъёма перфоратора.
- Возможность фонтанной эксплуатации скважины через перфоратор до ближайшего ремонта.
- Возможность вскрытия боковых стволов и горизонтальных скважин.

## Рекомендации по применению

- Проведение перфорации эксплуатационных колонн диаметром 102, 114, 140, 146, 168, 178 мм.
- Скважины после ремонтно - изоляционных работ.
- Скважины из бурения.
- Скважины с неудовлетворительным качеством цементного кольца.
- Скважины с близкорасположенными водоносными горизонтами и близкорасположенными водонефтяными контактами (ВНК).
- Использование Гидромеханической щелевой перфорации в скважинах перед гидроразрывом пласта.
- Гидромеханическая щелевая перфорация нагнетательных скважин.
- Повторная Гидромеханическая щелевая перфорация после кумулятивной перфорации.
- Скважины с резким падением дебитов в результате кольматации призабойной зоны пласта.
- Перфорация скважин перед аварийным цементированием.
- Перфорация скважин, предназначенных для утилизации отходов.
- Перфорация скважин подземных хранилищ газа.
- Скважины с высоким содержанием асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), с вязкой нефтью, при использовании специальных растворителей или подогретой жидкости вскрытия.

# Гидромеханическая щелевая перфорация

## Безаварийное проведение ГРП

При использовании метода перед ГРП, за счет создания надежной гидродинамической связи скважины с пластом:

- значительно снижаются гидравлические сопротивления при закачке проппанта в пласт на границе скважина-пласт;
- исключаются «аварийные стопы» по вине перфорации при закачке различных фракций проппанта в пласт;
- обеспечиваются условия для использования крупных фракций проппанта;
- обеспечиваются условия для проведения работ с высокими концентрациями проппанта;
- обеспечиваются условия для проведения работ на высоких скоростях прокачки проппанта;
- обеспечиваются условия для проведения работ в горизонтальных и пологих скважинах;
- обеспечиваются условия для селективного ГРП после ремонтно-изоляционных работ;

# Гидромеханическая щелевая перфорация

## Самое надежное решение

Данная технология активно внедряется на добывающем и нагнетательном фонде, при перфорации перед ГРП. В результате использования ГМЩП на многих скважинах получены фонтанные притоки углеводородов. При реперфорации методом ГМЩП, отмечаются увеличения дебитов до первоначальных значений. При вскрытии перед ГРП характерно увеличение приемистости скважины и снижение рабочего давления разрыва пласта.

Данные факты документально подтверждены отзывами и заключениями авторитетных экспертов и нефтяными компаниями, в которых внедрялась данная технология.

### **ООО «КОМПЛЕКС»**

Россия, 620034, г.Екатеринбург,  
ул. Опалихинская 42, офис 2.2  
тел. 8 (343)270-50-87,  
8 (343) 344-32-09  
E-mail: [info@perfokom.com](mailto:info@perfokom.com)  
[www.perfokom.com](http://www.perfokom.com)

