

# SNAKE BVT:

## ПЕРФОРАЦИОННАЯ СИСТЕМА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Самарскими разработчиками была создана уникальная перфорационная система нового поколения, которая станет залогом повышения технологичности прострелочно-взрывных работ в нефтегазовых скважинах. Новая перфосистема под маркой SNAKE BVT позволит значительно сократить время спуско-подъемных операций при ПВР на больших интервалах вскрытия, снизить риски аварийных ситуаций по причинам технического и субъективного характера, успешно осуществлять ПВР в скважинах любой кризисы при различных геолого-технических условиях.

В последние годы важнейшей задачей для российской и мировой нефтегазовой отрасли является более полное извлечение углеводородов из пластов, интенсификация их нефтеотдачи и переход к разработке трудноизвлекаемых запасов. В связи с этим быстрыми темпами растут объемы бурения и ввод в эксплуатацию новых скважин.

Перфорация скважины — один из важнейших этапов ее освоения, повышающий эффективность извлечения нефти и газа. При этом нужно сказать, что, несмотря на значительно меняющиеся условия и методы добычи, **существующие конструкции перфорационных систем** (далее ПС), характерные для производителей по всему миру, в т.ч. и для отечественных, **не менялись уже, по крайней мере, 10–15 лет**. Все эксплуатирующиеся на данный момент перфосистемы отличаются друг от друга, возможно, лишь «цветом», размером, профилем резьбы на концах ПС и другими незначительными конструктивными особенностями.

Компания БВТ уже более 10 лет на российском рынке. С момента своего создания команда БВТ работает, ориентируясь на **конкретные** потребности нефтегазовой отрасли, и видит своей основной миссией разработку и внедрение только успешных и действительно **востребованных решений** в области оборудования для прострелочно-взрывных работ (далее ПВР).

Исходя из сложившейся ситуации в сегменте прострелочно-взрывной аппаратуры (далее ПВА), Научно-конструкторский центр БВТ (далее НКЦ БВТ) поставил своей задачей разработать систему, адаптированную под новые условия проведения ПВР в скважинах.

Накопленный опыт позволил нашим специалистам разработать **ПС нового поколения под торговой маркой «SNAKE BVT»** (рис.1). Название «SNAKE» отображает суть самой конструкции — это

супергибкая многосекционная ПС, в которой учтены все современные условия проведения ПВР.

Рис. 1



Сборка SNAKE может производиться заранее в зарядной мастерской, если таковая есть, или непосредственно на скважине, в лаборатории перфораторной станции (в дальнейшем ЛПС).

В качестве основных элементов многосекционной ПС используются **существующие хорошо зарекомендовавшие себя перфорационные системы, штатно применяемые оператором добычи нефти и газа для конкретных геолого-технических условий** разрабатываемых месторождений. Они стыкуются между собой разработанным НКЦ БВТ **универсальным узлом соединения и передачи детонации «УУ-АТ»** (рис.2), он адаптирован под разные модели штатных ПС, Ø50–89 мм. Элементы, входящие в состав универсального узла УУ-АТ (передающий, приемный), аналогичны для всего модельного ряда.

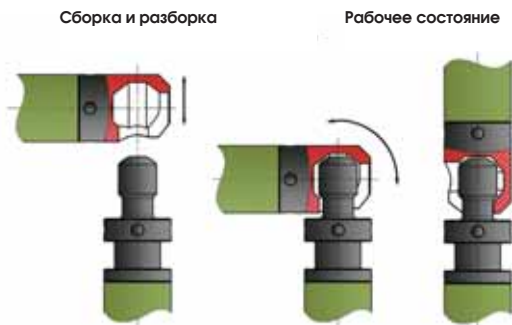
Рис. 2



В связи с тем, что используются существующие ПС, дополнительно проводить испытания по API 19В и по методике СС-05 не требуется и имеющиеся сертификаты сохраняют свою силу. На применение УУ-АТ получено разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №РРС 00-049704 от 20.12.2012.

Использование УУ-АТ, элементы которого устанавливаются на концах ПС в ЛПС, дает возможность поставить отдельно секции ПС SNAKE BVT на устье скважины в полностью снаряженном виде. **Узел УУ-АТ — это быстроразъемное шарнирное соединение, которое позволяет существенно ускорить монтаж и демонтаж секций длинных сборок ПС с гарантированным обеспечением передачи детонации по всей ПС.** На рис. 3 показана схема состыковки (расстыковки) элементов ПС с применением универсального узла соединения УУ-АТ.

Рис. 3



Классическая схема многосекционных ПС, которые скручиваются между собой непосредственно на устье скважины, при сложных погодных условиях может приводить к несанкционированному соприкосновению секций между собой и тем самым к нарушению целостности или деформации резьбовой части ПС. В некоторых случаях даже возможно срезание герметизирующих колец, что приводит в итоге к разгерметизации всей ПС непосредственно в скважине.

**Одно из основных преимуществ применения SNAKE — это отсутствие ограничений по углам набора кривизны траектории скважины. Гибкость перфосистемы SNAKE обеспечивается шарнирным соединением.** В случае коротких секций (0,5–1 м) при определенном диаметре обсадной колонны изгиб между секциями может достигать 8–10°, поэтому на отрезке примерно 10–15 м можно развернуть многосекционную ПС на 75–80°. Это делает **SNAKE многофункциональной перфорационной системой, которая позволяет совершать множество технологических операций при ПВР.** Непосредственно на скважине может быть собрана **цепочка, адаптированная под каждый вид геолого-технических мероприятий (в дальнейшем ГТМ).**

Такая конструктивная особенность SNAKE BVT позволит с помощью этой системы успешно проводить ПВР в **скважинах:**

- вертикальных;
  - наклонно-направленных (ННС);
  - пологих;
  - ННС с горизонтальным окончанием и сложным профилем;
  - в боковых стволах;
- при **различных геолого-технических условиях:**
- на репрессии;
  - на депрессии;
  - в условиях протяженных интервалов перфорации со значительными пропусками;
  - в газовой среде;
  - при наличии в скважинах тяжелых и сверхтяжелых промывочных растворов;
  - при аномально высоких (низких) пластовых давлениях.

Особенно ПС нового поколения будут **востребованы при вскрытии пластов с трудноизвлекаемыми запасами, при проведении многостадийных ГРП.**

Отличительные особенности системы SNAKE от других многосекционных ПС — быстроразъемных шарнирных соединений:

- во-первых, в существующих моделях элементы шарнирного соединения входят в состав **окончательно собранного** модульного перфоратора и в этом виде он поступает заказчику, поэтому хранение такого модуля **снижает коэффициент загрузки склада** взрывчатых материалов, что не всегда выгодно потребителю;
- во-вторых, в ходе **транспортировки** собранных на заводе-производителе готовых модулей по ряду объективных и субъективных причин может произойти несанкционированное нарушение целостности конструкции, что невозможно контролировать;
- наконец, **ни одну из ныне существующих модульных многосекционных ПС нельзя назвать многофункциональной**, т.к. все они имеют окончательную, завершенную конструкцию и предназначены для выполнения только строго определенных технологических операций, связанных с ПВР.

### Технические характеристики SNAKE BVT

В комплектации перфорационной системы SNAKE, как уже отмечалось ранее, используются классические ПС, поэтому для сохранения технических характеристик узел УУ-АТ разработан с учетом существующих требований к перфосистемам. Технические характеристики SNAKE отражены в таблице 1.

Из таблицы видно, что данная ПС может эксплуатироваться при давлении 80 МПа и температуре до 150°C, а также возможно использование ПС различной

Таб. 1

№	Технические характеристики	Значение параметра для типоразмера				
		ПКО 50-АТ	ПКО 63-АТ	ПКО 73-АТ	ПКО 89-Ат	
1	Наружный диаметр модульного перфоратора, мм	Без центраторов	53	63,5	77	89
		С центраторами	-	-	-	116
2	Плотность перфорации, отв/м	12, 16, 20	12, 16, 20	20	20	
3	Фазировка зарядов, градусы	60	60	60	60	
4	Условная длина секций, м	1/1,5/2/3	1/1,5/2/3	0,5/1/2/3	0,5/1/2/3	
5	Максимально допустимое гидростатическое давление, МПа	80	80	80	80	
6	Максимальнодопустимая температура, °С	150	150	150	150	
7	Максимальная длина сборки модульного перфоратора на один спуск, не более, м	На кабеле*	10	10	10	10
		На ГНКТ	100	100	300	350
		На НКТ	-	100	300	350

\* определяется дляной лубрикатора и прочностью кабеля

длины: от 0,5 до 3 м, с возможной установкой пропусков (чего не могут обеспечить существующие модульные перфосистемы), т.к. универсальный узел системы SNAKE поставляется отдельно. Это значительно расширяет диапазон применения SNAKE BVT в различных геолого-технических условиях при проведении ПВР.

Далее хотелось бы отметить, что в существующих конструкциях модульных перфораторов, присутствующих в настоящее время на российском рынке, передача детонационной волны от одной секции до другой осуществляется за счет фугасного срабатывания передающего элемента. Любое фугасное воздействие является физическим процессом, приводящим к максимальному разрушению. Для передачи фугасного воздействия от одной секции перфосистемы к другой разработчики подобных модульных ПС уменьшают перемычку в передающих и приемных устройствах. Но это не позволяет использовать данные системы при больших пластовых давлениях.

В конструкции SNAKE используется передающий элемент узла УУ-АТ, который устанавливается в амортизатор и сохраняет целостность узла УУ-АТ после отстрела, что дает возможность формирования цепочки многосекционных ПС длиной от 100 до 350 м в зависимости от модификации ПС (см. табл. 1). Указанные в табл.1 длины рассчитаны в соответствии с усилием на разрыв с трехкратным запасом.

ПС SNAKE в зависимости от способа спуска — на кабеле, НКТ или ГНКТ — комплектуется модулем инициирующим и универсальным наконечником (см. рис.4).

Рис. 4



Они также имеют быстроразъемные шарнирные соединения. Далее хотелось бы сказать несколько слов об инициирующем модуле. Он представляет собой узел, в котором установлен передающий элемент и детонатор. В зависимости от способа возбуждения последний может быть электрическим или ударным. В связи с тем, что, как отмечалось ранее, сборка единичного модуля ПС SNAKE проводится в ЛПС, в нормальных условиях, вероятность разгерметизации минимальна и зависит только от уровня квалификации специалистов, осуществляющих сборку. Поэтому детонатор (электрический или ударный) устанавливается в верхней части многосекционной ПС. Это позволяет использовать ПС SNAKE в горизонтальных скважинах, т.к. обеспечить электрический контакт от одной секции ПС к другой конструктивно сложно. Сборка многосекционной ПС значительно упрощается, поскольку не надо прокладывать электрическую цепь через все секции.

В процессе проведения приемочных испытаний было предложено разработать т.н. транспортировочный узел, который показан на рис.5 и представляет собой гибкий трос между перфоратором и кабельной головкой.

Рис. 5



## Испытания ПС SNAKE

В ходе отработки конструкции SNAKE производилось множество полевых испытаний. После осуществления приемочных были проведены **совместные испытания с компаниями «Сургутнефтегеофизика» и «Георесурс».**

На рис. 6,7,8,9,10 представлены некоторые значимые моменты этих испытаний, которые отображают работоспособность и возможности системы SNAKE БВТ.

Рис.6 Сборка ПС SNAKE



Рис.10 Разборка ПС SNAKE после отстрела



Результаты испытаний подтвердили технические характеристики модельного ряда перфосистем БВТ. Диаметр после отстрела ПКО 50-АТ ( $\varnothing$  до отстрела 53 мм) увеличился до 56 мм, ПКО 63-АТ ( $\varnothing$  до отстрела 63,5 мм) до 66 мм. В актах-отчетах отмечено, что «после отстрела разборка ПС проходила без усилий, целостность комплектующих не нарушена, отколов и разрывов нет». **Непосредственные исполнители работ и представители компаний-клиентов высоко оценили технические характеристики системы SNAKE, качество и эффективность ее работы.**

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть, что

- Гибкость и многофункциональность ПС SNAKE дает возможность моделирования различных комбинаций перфораторов (позволяющих делать пропуски и т.д.), адаптированных под каждую конкретную задачу и различные геолого-технические условия;
- Использование универсального узла УУ-АТ позволяет осуществлять сборку ПС непосредственно на скважине, что, в первую очередь, значительно упрощает подготовительные и спуско-подъемные работы и ведет к сокращению затрат на их проведение; сохраняет коэффициент загрузки склада, а также повышает безопасность проведения работ;
- Конструкция универсального узла УУ-АТ разработана таким образом, что он сохраняет свою целостность после отстрела; это дает возможность формирования многосекционной цепочки ПС длиной от 100 до 350 м (с трехкратным запасом).


Мы считаем, что все вышесказанное дает право специалистам компании БВТ говорить о создании действительно уникального инновационного продукта, удовлетворяющего запросам потребителей как российского, так и мирового рынков и **способствующего повышению технологичности прострелочно-взрывных работ в нефтегазовых скважинах.** 

Рис.7 Момент срабатывания ПС SNAKE в обсадной колонне



Рис.8 Обсадная колонна после отстрела



Рис.9 ПС SNAKE после отстрела

