

Новая гибкая перфорационная система

Снижение рисков и повышение эффективности прострелочно-взрывных работ в осложненных условиях

Александр Тулаев, Амир Арисметов

В статье описывается гибкая модульная перфорационная система Snake BVT, которая в отличие от традиционных систем перфорации успешно функционирует в скважинах со сложным искривленным профилем ствола. Результаты опытно-промышленных испытаний и промышленного применения новой перфорационной системы на 400-х скважинах в течение 2013—2015 годов показали высокую эффективность, безопасность, а также снижение временных и материальных затрат при проведении прострелочно-взрывных работ (ПВР) в скважинах. Новая перфорационная система является отечественной разработкой и серийно производится без привлечения импортных комплектующих.

Ключевые слова: перфорация, ПВР, вторичное вскрытие, сокращение времени.

В последние годы в РФ был отмечен значительный рост объемов наклонно-направленного и горизонтального бурения, доля горизонтальных скважин в общем объеме превысила 30%. Также наблюдается значительное увеличение суммарного интервала вторичного вскрытия продуктивных пластов скважин в масштабах единичной скважины, что требует технологий и оборудования, позволяющих осуществлять вскрытие данных интервалов максимально эффективно с наименьшей затратой ресурсов.

Кумулятивная перфорация остается основным способом вторичного вскрытия пласта и одним из важнейших этапов его освоения. Достижение большей эффективности систем перфорации скважин за счет улучшения технической и технологической составляющей может помочь снизить уровень временных и материальных издержек на всех этапах работ на скважинах.

В свете усложнения технологических процессов увеличивается и влияние человеческого фактора. Необходимость минимизации данного фактора на результаты работ является одной из ключевых задач при разработке современного прострелочно-взрывного оборудования.

Несмотря на значительно меняющиеся условия, технологии и методы добычи, проведения сервисных работ в скважинах, существующие конструкции перфорационных систем (ПС) принципиально не изменились в последнее десятилетие.

Разработанная специалистами ЗАО «БВТ» (г. Самара) перфорационная система включает в себя новые

Рисунок 1
Перфорационная система Snake BVT



конструктивные решения и ориентирована на решение проблем в следующих областях:

- технологические риски — конструкция гибкой перфорационной системы позволяет успешно осуществлять ПВР в скважинах любой кривизны, снизить вероятность проблем, связанных с подъемом отстрелянного перфоратора;
- риски потенциальных человеческих ошибок — простота сборки ПС позволяет снизить влияние исполнителя на результаты работ;
- снижение временных и материальных затрат на ПВР — гибкая перфорационная система позволит значительно сократить время проведения прострелочно-взрывных работ, особенно при работе на кабеле при интервалах вскрытия более 7 м.

Особенности конструкции и возможности применения

В качестве базовых элементов многосекционной ПС используются стандартные, серийно выпускаемые комплектующие хорошо зарекомендовавших себя перфорационных систем, штатно применяемых операторами добычи нефти и газа.

Секции перфоратора стыкуются между собой универсальным узлом соединения и передачи детонации УУ-АТ. Узел адаптирован под весь номенклатурный ряд штатных ПС (диаметр 50–114 мм). Элементы, входящие в состав универсального узла УУ-АТ (передающий, приемный), аналогичны для всего модельного ряда. На рисунке 1 представлен внешний вид гибкой перфорационной системы.

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 рисунке 2 показана схема состыковки (расстыковки) элементов ПС с применением универсального узла УУ-АТ.

Использование УУ-АТ, элементы которого устанавливаются на концах секций перфоратора в лаборатории перфораторной станции или зарядной мастерской, дает возможность поставить отдельно секции гибкой перфорационной системы на устье скважины в полностью снаряженном виде.

Работа на мостках устья скважины полностью собранными секциями снижает риски некачественного завершения сборки на мостках и, соответственно, нештатного срабатывания либо отказа по разгерметизации в интервале вскрытия.

Одно из основных преимуществ гибкой ПС — отсутствие ограничений по интенсивности набора кривизны траектории скважины обеспечивается конструкцией шарнирного соединения: изгиб между осями секций может достигать 8–10°.

Опытно-промышленные работы

Опытно-промышленные испытания гибкой перфорационной системы Snake BVT проводились начиная с 2013 года на месторождениях Западной Сибири.

В ходе первого этапа ОПР проводились ПВР на геофизическом кабеле компоновками секций перфораторов 3 модуля по 3 м и 4 модуля по 3 м. Общий объем перфорации, проведенной на 70 скважинах, составил 2484 м, было отстреляно 41 033 кумулятивных заряда.

С июня 2015 года начато промышленное применение перфорационной системы Snake BVT. За это время были проведены работы на 400 скважинах на месторождениях Западной Сибири и Волго-Уральского региона: 398 работ со спуском перфоратора на геофизическом кабеле и 2 работы со спуском перфоратора на НКТ.

Особенно необходимо отметить, что в апреле 2016 года в результате применения перфорационной системы Snake BVT была решена сложнейшая задача по перфорации протяженного интервала со сложным искривленным профилем по всей длине ствола скважины.

Прострелочно-взрывные работы на НКТ проводились в осложненных геолого-технических условиях: глубина интервала перфорации 2950–3140 м при теку-

Александр Тулаев — генеральный директор ЗАО «БВТ», г. Самара.

Амир Арисметов — к. т. н., заместитель генерального директора по науке ЗАО «БВТ».

A FLEXIBLE NEW PERFORATING SYSTEM

Lowering the risks and enhancing the efficiency of perforating operations

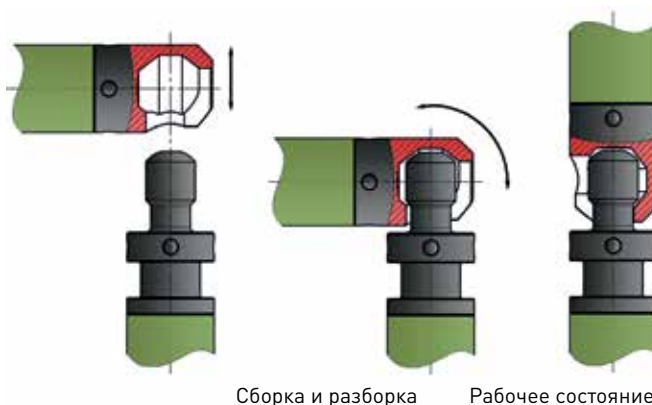
The article describes the Snake BVT flexible modular perforation system which, unlike traditional perforation systems, functions successfully in wells with a complex curved profile. The results of pilot testing and the commercial use of the new perforation system in 400 wells in 2013–2015 demonstrated high efficiency and safety, and saved time and inputs during downhole blasting and perforating operations. The new perforating system was designed in Russia and is serially produced without imported components.

Keywords: perforation, blasting and perforation, completion, time reduction.

Alexander Tulayev, Amir Arismetov

Рисунок 2

Схема стыковки элементов перфорационной системы



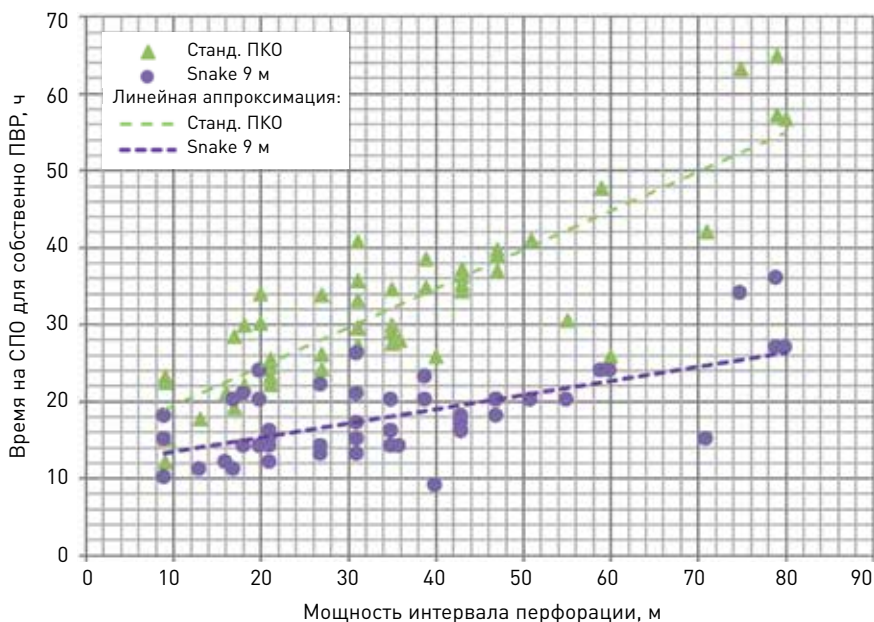
щем забое 3144 м и максимальном угле наклона 91°19' на глубине 3060 м, то есть с большой интенсивностью набора угла в интервале вторичного вскрытия. При проведении перфорации интервала 3090–3140 м стандартными системами жесткой сборки длиной 50 м степень риска разгерметизации перфорационной системы и отказа оборудования была бы критически высокой. После анализа возможных технических решений и соответствующих им рисков было принято решение о применении многосекционных гибких систем Snake BVT. Работы были проведены за две спуско-подъемные операции (СПО) в штатном режиме, перфораторы многосекционных сборок сработали полностью, отказов оборудования не зафиксировано.

Оценка результатов применения

На всех этапах проведения опытно-промышленных работ не зафиксировано случаев отказов перфораторов, разгерметизации, осложнений в ходе

Рисунок 3

Зависимость затраченного на ПВР времени от мощности интервала перфорации при использовании стандартной сборки перфораторов и сборки Snake 9 м



спуско-подъемных операций. Работа на мостках устья скважины полностью собранными секциями снижает риски некачественного завершения сборки на мостках и, соответственно, нештатного срабатывания либо отказа из-за разгерметизации в интервале вскрытия.

Для оценки эффекта экономии времени от применения гибкой перфорационной системы по сравнению с традиционно применяемыми перфорационными системами проводилось сравнение фактически затраченного времени и альтернативная оценка вре-

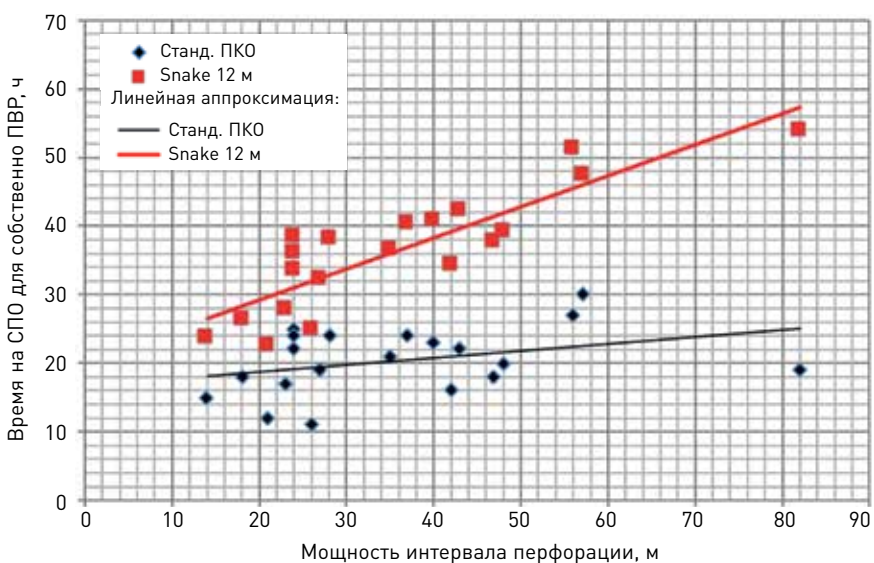
менных на графиках линейных аппроксимаций, выигрыш по временным затратам на ПВР становится значительным в обоих случаях при мощности интервала перфорации от 7 метров и далее растет с увеличением протяженности интервала перфорации.

Заключение

Разработанная гибкая перфорационная система в ходе прошедших опытно-промышленных работ на нефтяных и газовых скважинах показала свою надежность, безопас-

Рисунок 4

Зависимость затраченного на ПВР времени от мощности интервала перфорации при использовании стандартной сборки перфораторов и сборки Snake 12 м



ность и эффективность, позволила недропользователям сократить время на проведение прострелочно-взрывных работ до 40%, а следовательно, сократить затраты на проведение ПВР при снижении уровня технологических рисков и рисков потенциальных человеческих ошибок.

Применение Snake BVT актуально при проведении прострелочно-взрывных работ на геофизическом кабеле при мощности интервала перфорации более 7 метров.

Гибкая перфорационная система показала свою эффективность и при работах на НКТ и незаменимость при перфорации скважины со сложным искривленным профилем ствола. ⚡