

Способы вскрытия колонны при МГРП в зацементированных хвостовиках

Techniques for Casing Opening during Multi-Stage Hydraulic Fracturing in Cemented Liners

Р.М. АХМЕТШИН, заместитель директора ООО «ТаграС-РемСервис» – начальник предприятия «АктюбинскРемСервис»

R. AHMETSHIN, Deputy Director at TagraS-RemService and Director at AktubinskRemService



Публикация подготовлена на основе презентации, озвученной в программе секции «Технологии и оборудование для высокотехнологичного нефтегазового сервиса», организованной под эгидой российского отделения Ассоциации специалистов по кольтюбинговым технологиям и внутрискважинным работам (ICoTA-Россия) в рамках технической программы 14-й Международной выставки «НЕФТЬ И ГАЗ»/MIOGE–2017.

Publication is prepared on the basis of presentation given in the framework of section “Technologies and equipment for high-tech oilfield service” organized under the aegis of the Russian Chapter of the

Intervention and Coiled Tubing Association (ICoTA-Russia). The section itself was organized in the frame of the 14th International Exhibition “OIL and GAS”/MIOGE 2017.

Предприятие «АктюбинскРемСервис» входит в состав общества с ограниченной ответственностью «ТаграС-РемСервис» и специализируется на кольтюбинговых и канатно-контейнерных технологиях. В работе задействовано 6 флотов ГНКТ, оснащенных установками, позволяющими работать в скважинах глубиной до 5500 м. Выполняются технологические операции с ГНКТ диаметром 25,4 мм, 31,75 мм, 38,1 мм и 44,45 мм. С помощью кольтюбинговых установок ежегодно проводится более 1200 скважино-операций, применяются более 30 технологий от простых промывок и ОПЗ до сложных работ при МГРП и бурении скважин малого диаметра.

С развитием технологии горизонтального бурения и многостадийного ГРП мы начали активно применять кольтюбинг для вскрытия и

AktubinskRemService is a part of TagraS-RemService LLC and specializes in coiled tubing (CT) and wireline-container technologies. The company owns six (6) CT fleets equipped with units allowing to work in wells with depths up to 18,000 ft (5,500 m). It operates CT with the OD of 1”, 1–1/4”, 1–1/2” and 1–3/4”. With the help of CT units we perform 1,200 jobs annually, more than 30 technologies are used, ranging from simple cleanouts to complex multi-stage fracturing and slim-hole drilling jobs.

With the development of horizontal drilling and multi-stage fracturing technologies, our company started to actively use CT for opening and zonal isolation of production intervals, milling of bridge plugs and well cleanouts.

We have tried various technologies of casing opening:



1

разобращения интервалов, разбуривания пакер-пробок, промывки и освоения скважин.

Для вскрытия колонны опробованы различные технологии:

Технология гидродескоструйной перфорации (1).

Данная технология широко известна и применяется многими компаниями.

Используемое оборудование для проведения технологии ГПП + ГРП с использованием ГНКТ



2

Мы начинали с проведения ГПП и для разобращения оставляли пропантовые пробки. Но данный метод разобращения не обеспечивал нам стопроцентную герметичность пропантового моста. Поэтому мы стали применять разбуриваемые пакер-пробки.

Изготовили перфоратор, который имел сдвижную втулку, закрывающую гидромониторные насадки, ниже перфоратора смонтировано посадочное устройство пакер-пробки и сама пробка. Шар для активации посадочного устройства вставляется сразу перед спуском оборудования.

Дальше все проводится по следующей схеме:

- производится спуск гидродескоструйного перфоратора и проводится процесс ГПП;
- производится ГРП 1-й зоны (закачка по колонне);
- производится промывка скважины от пропанта и шаблонировка;
- за один спуск-подъем компоновки производится установка пакера-пробки и гидродескоструйная

Hydraulic jet perforation technology (1).

This technology is well-known and is widely used by multiple companies.

We started from performing hydraulic jet perforation operations with the application of proppant plugs for zonal isolation. But this technique was not providing full structural integrity of proppant bridge. That is why we started using drillable bridge plugs.

A perforator equipped with a sliding collar covering jet nozzles was manufactured by the company. Below the perforator we installed a setting device for a bridge plug and the bridge plug itself. Ball for activation of the setting device was inserted prior to lowering of the assembly into well.

The following actions are:

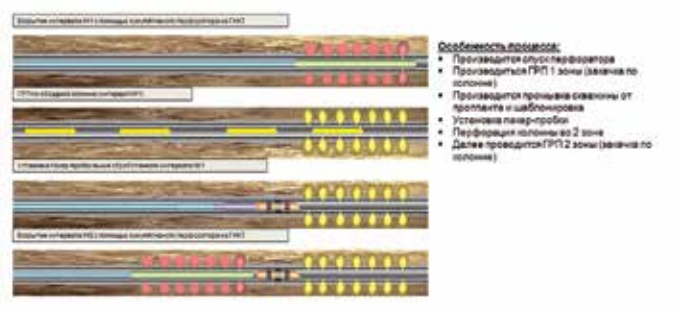
- Lowering of abrasive jet perforator into well and performing of hydraulic jet perforation;
- Hydraulic fracturing of the first zone is performed (injection through production string);
- Well cleanout and wiper drifting is performed;
- Setting of a bridge plug and jet perforation of the casing are performed in the second zone in one trip;
- Hydraulic fracturing of the next zone is performed (injection through production string);
- And so on ... (depends on the number of zones to be fractured).

Surface complex for hydraulic jet perforation (2) comprises a CT unit equipped with 1–1/2" (1–3/4") CT and hydraulic fracturing fleet (blender, control station, pumping unit, manifold unit and gel tank).

Among the drawbacks of hydraulic jet perforation one can find the following:

- High cost of operations due to the necessity of hydraulic fracturing fleet utilization (partially);
- CT string deprecation;
- The number of holes is limited by the lifetime of nozzles.

МГРП + кумулятивная перфорация в скважинах с зацементированными хвостовиками



3

In order to decrease the duration, lower the expenses and increase the success rate of casing opening during multi-stage fracturing operation we tried the technology of casing opening using cumulative perforation (3).

- перфорация колонны во 2-й зоне;
- проводится ГРП следующей зоны (закачка по колонне);
- и так далее, в зависимости от количества зон.

Наземный комплекс для проведения ГПП (2) состоит из колтюбинговой установки с гибкой трубой диаметром 38,1 (44,45) мм и флота ГРП, состоящего из блендера, станции управления, насосного агрегата, блока манифольдов и емкости для геля.

Недостатки проведения гидropескоструйной перфорации:

- высокая стоимость из-за необходимости привлечения части флота ГРП;
- износ ГНКТ;
- количество отверстий ограничено ресурсом насадок.

Для снижения продолжительности, сокращения затрат и повышения успешности вскрытия при проведении работ по МГРП мы опробовали технологию вскрытия колонны кумулятивной перфорацией (3).

Особенности проведения кумулятивной перфорации на ГНКТ:

- спуском перфоратора на ГНКТ проводится перфорация 1-й зоны;
- проводится ГРП по колонне;
- производится промывка скважины от пропанта и шаблонировка;
- спускается пакер-пробка для разобщения 1-й зоны;
- проводится кумулятивная перфорация на ГНКТ 2-й зоны;
- проводится ГРП следующей зоны.

Данная технология позволяет проводить перфорацию на протяженном участке (4).

У нас такой участок составил 70 метров. Монтаж кумулятивного перфоратора производится на устье скважины путем спуска каждой секции в скважину и последующим монтажом на ГНКТ. В действие перфоратор на заданной глубине приводится с помощью гидравлической головки «ИСКРА-50» созданием давления в ГНКТ.

У данного метода также наблюдается ряд недостатков:

- может вызвать разрушение обсадной колонны и цементного камня не только в интервале перфорации;
- возникновение заколонных перетоков;
- большая вероятность получения некачественных отверстий из-за отсутствия системы центрирования;
- срабатывают не все кумулятивные заряды;

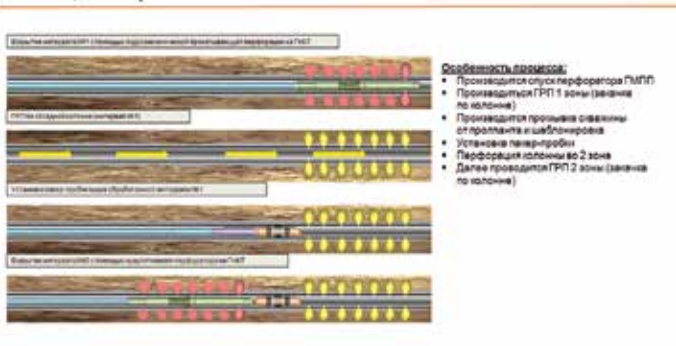
Кумулятивная перфорация на ГНКТ



4 The actions taken during CT-conveyed cumulative perforation include:

- Perforator is lowered into well using CT and perforation of the 1st zone is performed;
- Hydraulic fracturing of the first zone is performed (injection through production string);
- Well cleanout and wiper drifting is performed;
- Bridge plug is lowered into well to isolate the first zone;
- CT cumulative perforation of the second zone is performed;
- Hydraulic fracturing of the next zone is performed.

МГРП + гидромеханическая прокалывающая перфорация в скважинах с зацементированными хвостовиками



5 Mentioned technology allows to perform perforation along the extended intervals (4).

In our case such an interval was 230 ft. long. Rig-up of cumulative perforator is done on the wellhead by means of lowering each section into well and subsequent fitting on a coiled tubing. The activation of perforator on a certain depth is performed using ISKRA-50 hydraulic head by means of pressure increase in CT.

Such technique has also a number of drawbacks:

- It may cause damage to the casing string and cement stone not only within the perforation interval;
- It may generate behind-the-casing flows;
- There is a high probability of getting low-quality perforations due to the absence of alignment system;
- Not all shaped charges get fired;
- High cost of shaped charges.

Перфорация колонны и намыв каверн



- высокая стоимость зарядов.

6

Также нами опробована технология вскрытия колонны гидромеханической прокалывающей перфорацией (ГМПП) на ГНКТ (5).

Особенность проведения процесса ГМПП:

- спуском ГМПП на ГНКТ проводится вскрытие 1-й зоны;
- проводится ГРП по колонне;
- скважина промывается от остатков пропанта и шаблонируется;
- спускается пакер-пробка для разобщения 1-й зоны;
- проводится ГМПП на ГНКТ 2-й зоны;
- проводится ГРП 2-й зоны по колонне.

Гидромеханический прокалывающий перфоратор состоит из гидроцилиндров, приводящих в действие ножи, и самих ножей с гидромониторными вставками (6). Гидромеханическая перфорация производится следующим образом:

в колонне ГНКТ создается давление, ножи под действием давления прокалывают колонну, а после прокола колонны гидромониторные сопла производят размыв цементного камня и породы за колонной. Гидромониторные насадки ориентируют струи в плоскостях, произведенных проколом под 90° относительно оси перфоратора. Продолжительность намыва каверны составляет 5–30 минут в зависимости от коллектора.

На слайде представлен макет заколонного пространства с проколотой обсадной трубой и размытой каверной (7). Также произведены испытания ножей на износостойкость путем прокола обсадной трубы с толщиной стенки 10 мм. Нож после проведения 100 проколов практически не имеет износа.

Преимущества данной технологии:

- Не нарушается целостность цементного кольца

We also used the technology of casing opening using hydraulic-mechanical piercing perforation (HMPP) on a CT (5).

The actions taken during HMPP process include:

- HMPP is lowered on a CT and perforation of the first zone is performed;
- Hydraulic fracturing of the first zone is performed (injection through production string);
- Well cleanout and wiper drifting is performed;
- Bridge plug is lowered into well to isolate the first zone;
- Perforation of the second zone is performed using HMPP on a CT;
- Hydraulic fracturing of the second zone is performed.

Hydraulic-mechanical piercing perforator consists of hydraulic cylinders that set blades into action and the blades themselves equipped with jet nozzles (6). Hydraulic-mechanical

Макет заколонного пространства с проколотой обсадной трубой и размытой каверной



7

perforation is performed in the following way: pressure in the CT is increased, the blades are pressure activated and pierce the casing string, after the piercing is performed jet nozzles wash out cement stone and formation rock behind the casing. Jet nozzles are orienting the jets in the plane that is at right angle to the perforator axis. The duration of cavity creation is 5–30 mins depending on the formation type.

On the slide there is a model of the annulus with pierced casing string and jet-broken cavity (7).

We have also tested the wearing capacity of the blades by means of piercing the casing string with the length thickness of 10 mm (0.4 in). After more than 100 of piercings made the blades have little to no wear.

Among the benefits of this technology one can find the following:

- The integrity of the cement sheath below and above the perforation interval is maintained. This

выше и ниже зоны перфорации, что исключает возможность заколонных перетоков;

- площадь вскрытия 1 отв. э/колонны (8 см²) выше по сравнению с другими технологиями перфорации (ЗКПО-ПП-30-БО – 26 мм);
- сохраняется целостность колонны, ее устойчивость и геометрия;
- гидромониторы расположены непосредственно в самих ножах, что позволяет размывать каверны уже за колонной, вследствие чего размер каверн существенно увеличивается;

Основным недостатком данной технологии является невозможность совместить работы по разобщению и прокалыванию за один спуск ГНКТ. Мы работаем над этой проблемой, и, думаю, в ближайшее время ее решим.

Каждый метод перфорации имеет свои преимущества и недостатки (8).

В совокупности заказчику предлагается наилучшее сочетание цены и качества при проведении технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время мы готовимся к проведению многостадийного ГРП без использования разбуриваемых пробок – с применением пакера и гидropескоструйного перфоратора. Данная технология позволит выполнить МГРП без подъема ГНКТ на поверхность.

Для разобщения интервалов в скважинах с зацементированными хвостовиками используются разбуриваемые пакер-пробки отечественного производства, преимуществом которых является надежность посадки, способность выдерживать высокие давления, высокая скорость разбуривания и небольшая стоимость по сравнению с импортными аналогами.

Колтюбинг на рынке России приобретает все большие возможности, появляются гибридные установки, позволяющие выполнять работы по бурению скважин и отдельные виды работ по ремонту скважин, ранее производившиеся традиционным способом.

Эффективность колтюбинговых технологий не вызывает сомнений. И мы медленно идем по пути освоения все более сложных операций, выполняемых с помощью колтюбинга. В нашей стране время колтюбинга, безусловно, наступит, потому что альтернативы данной технологии ремонта скважин в нефтяной, а особенно в газовой промышленности, нет. ☺

eliminates behind-the-casing flows generation;

- The square of the opening is higher (8 sq. cm.) in comparison to other perforation technologies;
- The integrity of the casing string is preserved, as well as its stiffness and geometry;
- Jet nozzles are located directly in the blades which allows to create cavities behind the casing string. This increases significantly the size of cavities.

The main drawback of such technology is the inability to combine zonal isolation and piercing perforation in one trip. We are working on that issue right now and plan to fix it in the nearest future.

Each perforation technique has its own pros and cons (8). We always offer our customers the best solution in terms of price and quality.

Сравнение прокалывающей перфорации с другими методами перфорации

Параметр	ГМЗ	Вулкановая перфорация	ПП
Глубина проникновения в пласт, м	0,5-1,5	0,15	до 0,5-0,8
Геометрия входного отверстия	Прямоугольник 16x40 - 20x80 мм	Отверстие диаметром до 23мм	Отверстие диаметром до 20мм
Вулкановость	Отсутствует	Очень высокая	Отсутствует
Смещение стенок колонны	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Разрушение цементного кольца вне зоны перфорации	Отсутствует	Очень большое	Отсутствует
Риск ложной полноты колонны (деформации)	Отсутствует	Очень высокий	Отсутствует

8

CONCLUSION

At the moment we are preparing multi-stage fracturing operation with no drillable plugs. We plan to use packer and hydraulic jet perforator. This technology will allow us to do multi-stage fracturing without CT pull out of hole.

For zonal isolation in wells completed with cemented liners we use drillable bridge plugs of a domestic manufacturer. The benefits of such plugs include reliability, the ability to withstand high pressures, high speed of drilling out and low cost in comparison to foreign analogues.

On the Russian market CT is expanding its possibilities. Hybrid CT units that allow to perform drilling and workover operations are appearing on the market.

The effectiveness of coiled tubing technologies is also practically assured. We slowly embark on a course of introducing more complex CT operations. Coiled tubing time in our country will, for sure, come since there is no alternative to this technology in terms of well workover for both oil and especially gas industry. ☺