

Комплексный подход к проведению МГРП на ГНКТ

Integrated Approach to Coiled-Tubed Multistage Frac

С.А. КОВАЛЕВ, М.А. КНЯЗЕВ, Р.Ф. ШАРИПОВ, Внутрискважинные работы на НКТ/ГНКТ, Weatherford Россия;
Н.В. ПАРШИН, начальник отдела ПНПАО «РИТЭК»

Sergey KOVALEV, Maksim KNYAZEV, Rafis SHARIPOV, Thru-Tubing and Coiled-Tubing Services, Weatherford Russia;
Nikolay PARSHIN, Head of Oil Recovery Enhancement Department, RITEK



Гидроразрыв пласта (ГРП) называют один из методов интенсификации работы нефтяных и газовых скважин, применяемый уже более 65 лет. Впервые способ был представлен в 1947 году, однако его применение в промышленных масштабах началось только в 1999 году на месторождении сланцевого газа Барнетт в США. В Советском Союзе впервые гидроразрыв пласта с закачкой пропанта был применен в 1952 году. В дальнейшем метод гидроразрыва пласта был использован другими странами Европы и Северной Африки.

Несмотря на непростую ситуацию в нефтегазовой отрасли в целом, на рынке наблюдается увеличение спроса на операции многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП). Если говорить о России, то поскольку МГРП представляет собой одну из наиболее передовых и эффективных технологий для горизонтальных скважин, число которых растет из года в год, возрастает и востребованность этого метода в нашей стране. Подобная интенсификация пласта крайне необходима как для получения достаточного дебита на новых скважинах, так и продления срока эксплуатации старых скважин на зрелых нефтегазовых месторождениях.

В 2015 году компаниями РИТЭК и Weatherford был установлен новый рекорд отечественной нефтегазовой отрасли – они первыми в России за одну спускоподъемную операцию (СПО) успешно провели 16-интервальный гидроразрыв пласта с применением гибких насосно-компрессорных труб (ГНКТ). Операцию выполнили на одной из скважин месторождения имени Владимира Виноградова в Ханты-Мансийском автономном округе за одну СПО общей продолжительностью 11 дней.

Fracking is a stimulation method for oil and gas wells that has been used for over 65 years. Fracking was first introduced in 1947; however, its commercial application started in 1999 at Barnett Shale field (USA). In the Soviet Union, the first hydraulic proppant fracturing was carried out in 1952. Other countries in Europe and Northern Africa subsequently employed hydraulic fracturing techniques.

Despite of challenging environment in the oil and gas industry, the market has experienced increased demand for multi-stage fracturing. As multi-stage fracturing is one of the advanced and efficient technologies for horizontal wells, the number of which is growing, the demand for this method is growing in our country as well. Such reservoir treatment is absolutely necessary to stimulate production of new wells and extend the life of older wells in mature oil and gas fields.

In 2015 RITEK and Weatherford set a new record in the domestic oil and gas industry – they performed the first in Russia 16-stage hydraulic fracturing using coiled tubing in a single trip. The operation, which took place at the Vladimir Vinogradov field in the Khanty-Mansi autonomous district, was completed in a single trip that lasted 11 days.

The companies sought to hydraulically fracture a 1,424-m section of a well at a total vertical depth of 2,392 m. 960 tons of proppant was pumped, and each frac port was approximately 80 to 90 meters apart.

Перед компаниями стояла задача провести МГРП в горизонтальном участке длиной 1424 м на глубине 2392 м. Всего было закачено 960 тонн пропантa, а расстояние между портами составляло 80–90 м.

К реализации этого проекта компания Weatherford подошла комплексно, поэтому к работе были привлечены представители сразу нескольких департаментов: Заканчивание скважин (предоставили хвостовик для МГРП и обеспечили услуги сопровождения по его спуску), Гидроразрыв пласта, Внутрискважинные работы на ГНКТ и через НКТ (предоставили забойное оборудование, в том числе пакер ReelFrac™). Кроме того, при проведении 16-интервального ГРП были использованы технологии, которые позволили в разы сократить сроки введения скважины в эксплуатацию. При выполнении операций по заканчиванию скважин применили:

- пакер ReelFrac, активируемый рабочей колонной ГНКТ;
- механически управляемые муфты ГРП ZoneSelect™ monobore для многостадийного гидроразрыва пласта.

Такое оборудование позволяет проводить за одну спуско-подъемную операцию практически неограниченное количество стадий МГРП. После проведения ГРП на первой зоне пакер ReelFrac деактивируется с помощью автоматизированного механизма J-slot, а вся компоновка забойного оборудования перемещается до следующего порта, при этом при ее перемещении с помощью механического инструмента переключения происходит активация (открытие) порта ГРП. Пакер активируется ниже вновь открытого порта для отсечения ранее обработанных интервалов.

Преимущество использованной технологии заканчивания и ГРП ZoneSelect monobore по сравнению с другими состоит в использовании механически управляемых муфт, которые имеют равнопроходной диаметр по всей длине колонны и позволяют изолировать отдельные порты без применения тампонажных материалов. В дальнейшем эти порты можно открывать повторно. Оборудование также позволяет проводить и другие операции на отдельных интервалах, в том числе и повторные ГРП. Данное технологическое решение позволяет снять ограничения по размерам наружного диаметра применяемых геофизических каротажных приборов, что упрощает проведение исследований и существенно повышает их информативность.

Сергей Ковалев, региональный руководитель подразделения Внутрискважинные работы на ГНКТ и через НКТ компании Weatherford Россия:

– Операции были проведены нами успешно, в том числе благодаря богатому опыту работы на труднодоступных и отдаленных месторождениях, который имеет компания Weatherford, а также за счет полноценных и постоянно действующих флотов ГРП и ГНКТ, мобильность и проходимость которых позволила эффективно задействовать их даже на этом нефтяном месторождении с плохо развитой транспортной инфраструктурой.

Стоит отметить, что для повышения эффективности его



Пакер ReelFrac™ ReelFrac™ packer

Weatherford applied integrated approach for successful implementation of the project and attracted experts of different Products Lines including Completion (they provided a liner for multistage frac operations and supporting services for tripping), Fracturing, Coiled-Tubing and Thru-Tubing Services (they provided bottomhole equipment including ReelFrac™ packer). Moreover, the 16-stage hydraulic fracturing operation involved innovative technologies that helped to reduce well construction and completion time. The following solutions were used for well completion:

- a compression-set, coiled-tubing-conveyed ReelFrac packer;
- ZoneSelect™ monobore mechanically controlled multistage frac sleeves.

This equipment enables an unlimited number of stages to be stimulated from the bottom upwards in a single trip. After fracturing the first zone, the packer is released using an auto J-slot mechanism and the bottomhole assembly is moved to the next frac port, which is then opened. The packer is actuated below the newly opened port to isolate previously treated intervals.

Among the advantages of this technology is the use of flush mechanically controlled sleeves, which enables isolation of specific ports without plugging materials. These ports can be reopened later. The equipment also enables other operations to be performed in selected zones, including refracturing. The technology also eliminates restrictions to the outer diameter of logging tools, which facilitates well surveys and increases their informative value.

Sergey Kovalev, Regional Coiled-Tubing & Thru-Tubing Product Line Manager, Weatherford Russia:

– Works were performed successfully because Weatherford has a vast experience of working in inaccessible remote fields and has fully featured continuously operating coiled-tubing and frac fleets, the cross-country capability and mobility of which helped



разработки компанией Weatherford было предложено протестировать на этом месторождении по-настоящему инновационные для России решения – проведение многостадийного ГРП с применением колтюбинга, или гибких насосно-компрессорных труб (ГНКТ), а также задействовать для полноценной обработки пласта новый для нашей страны инструмент. Предложенный для проведения этого многостадийного ГРП пакер ReelFrac – целая система, спускаемая на ГНКТ и позволяющая проводить гидropескоструйную перфорацию, открытие портов систем МГРП, обратную промывку, изоляцию и ГРП по малому затрубю за одну спускоподъемную операцию без подъема ГНКТ.

Компоновка ReelFrac существенно повышает эффективность работ по сравнению с традиционными методами заканчивания с установкой пробок и перфорацией. Принцип действия пакера довольно прост, но эффективен: в нем используется гидropескоструйный перфоратор для создания связи между стволом скважины и пластом. После перфорации происходит спуск ниже зоны текущей перфорации, активация пакера и изоляция нижележащих интервалов с последующим проведением ГРП посредством закачки рабочей жидкости по малому затрубному пространству между ГНКТ и обсадной трубой. По завершении ГРП происходит стабилизация давления путем открытия стабилизатора движением колонны вверх, обратная промывка от остатков проппанта, срыв пакера и перемещение системы на следующий интервал для очередной перфорации или открытия порта, изоляции и ГРП. Такая система позволяет проводить обработку нескольких интервалов за одну СПО, значительно сокращая продолжительность работ и стоимость заканчивания скважины.

use them at the oilfield with poor transport infrastructure.

To enhance exploration efficiency, Weatherford offered to test really innovative solutions for Russia at this field – multistage fracturing operations via coiled-tubing together with a new tool for full-scale reservoir treatment. ReelFrac packer offered for this job is a compression-set, coil-tubing-conveyed system that enables multizone perforation, isolation, and fracturing during a single trip in the wellbore.

The ReelFrac dramatically increases operation efficiency in comparison to conventional plug-and-perforation methods. Operating principle of this packer is quite simple but efficient: the ReelFrac uses an abrasive perforator to establish communication between the wellbore and formation. After all the perforations are created, a multiset coiled-tubing packer is activated to isolate the wellbore below a specific zone. The zone is then hydraulically fractured by pumping down the coiled-tubing casing annulus. After the fracturing operation, the packer is pressure-equalized and unset, and the system is moved to the next zone for further perforation, isolation, and fracturing operations. This system enables multiple zones to be treated with a single trip into the wellbore, significantly reducing completion costs and operation time.

One of the benefits of the packer is that a mechanical casing-collar locator provides



К преимуществам пакера стоит отнести тот факт, что механический локатор муфт обеспечивает контроль глубины спуска инструмента и его точное размещение в зоне ГРП, при этом гидropескоструйный перфоратор позволяет аккуратно выполнять перфорацию с минимальными повреждениями пласта, уменьшая потери давления на трение в стволе скважины и давление гидроразрыва для инициирования трещины, что способствует более эффективному воздействию на пласт. Инструмент для обратной промывки обеспечивает вынос материалов ГРП в случае преждевременной остановки процесса закачки, уменьшая риск прихвата компоновки. Механическая установка пакера происходит без вращения колонны, а регулятор стабилизирует давление в системе после выполнения работ, облегчая процесс срыва пакера для перемещения на следующий интервал.

По итогам проведенной работы можно констатировать, что 16-стадийную систему заканчивания и ГРП ZoneSelect monobore успешно спустили в скважину за 1 СПО, расположив муфты в 86 м друг от друга, что позволило оператору открывать и закрывать порты в ходе ГРП по мере необходимости. При выполнении операций гидроразрыва по технологии ReelFrac было закачено по 60 тонн пропанта в каждый из 16 интервалов. При этом все работы удалось завершить менее чем за две недели и без промежуточных подъемов компоновки ГНКТ на поверхность. Благодаря системе многозонального ГРП с применением ГНКТ время на выполнение работ сократилось втрое, что позволило сэкономить средства заказчика за счет сокращения затрат времени на строительство скважины. Добычу на этой скважине РИТЭК начал значительно ранее запланированной по проекту даты. ☉

accurate depth control, enabling proper fracture/stimulation placement. Abrasive perforator provides clean perforations with minimal formation damage, reducing wellbore friction and breakdown pressures for fracture initiation, leading to more effective stimulation treatments. Reverse circulation sub enables the removal of fractured materials in case of screen-out, reducing the risk of the BHA becoming stuck in the wellbore. Coiled-tubing packer provides multi-set sealing capability via tubing reciprocation, enabling high-temperature and high-pressure differential wellbore isolation. The pick-up unloader equalizes system pressure after stimulation, enabling easy packer system unsetting for relocation.

Summarizing the results, Weatherford crew ran a 16-interval ZoneSelect monobore frac and completion system with the sleeves set 282 ft (86 m) apart, which enabled the operator to open and close the ports as needed for treatment. They also performed each of the 16 frac stages with 60 tons of proppant. The operation was completed in less than 2 weeks and without tripping out of the hole. Using the Weatherford coiled-tubing-conveyed multizone fracturing system, the client reduced fracturing time threefold, thus reducing well construction time and saving costs. As a result, RITEK drillers brought the well online well ahead of the project's schedule. ☉