

КОМПЛЕКС ДЛЯ РАДИАЛЬНОГО ВСКРЫТИЯ ПЛАСТА

RADIAL DRILLING UNIT

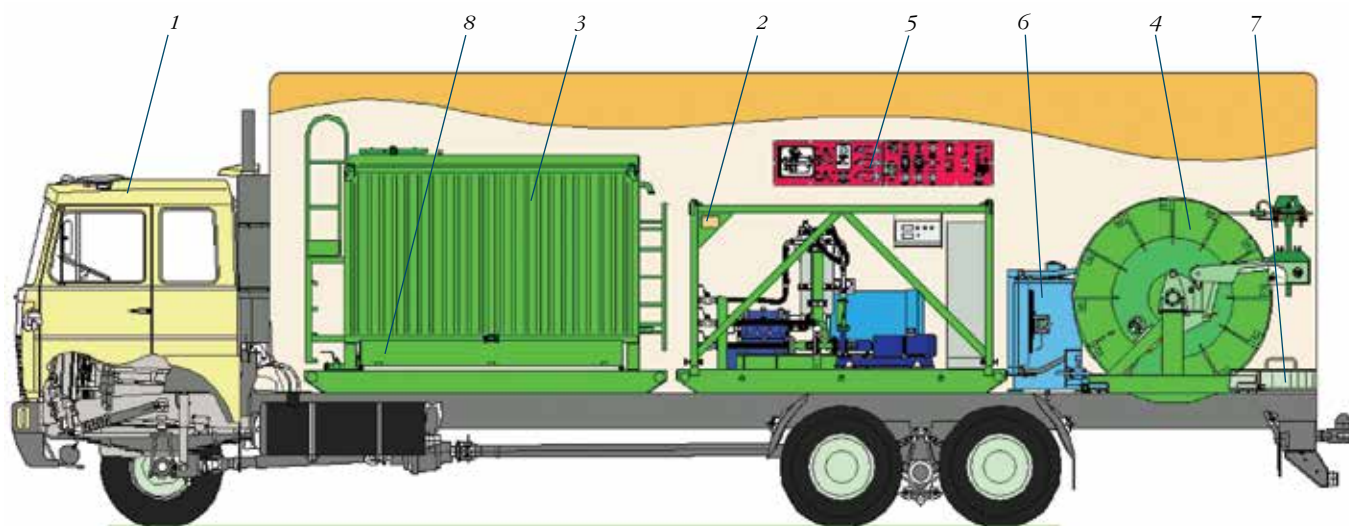
Технология радиального вскрытия пласта была разработана американской компанией Rad Tech International Inc., создателем и руководителем которой является Хенк Джелсма, обладатель патента на данную технологию. Впервые радиальное вскрытие пласта было внедрено в Новом Свете, получив достаточно широкое распространение в США и Колумбии, а затем также применялось в Канаде, Боливии, Аргентине, Чили, на Ближнем Востоке.

Лидером на рынке по предоставлению услуг по радиальному вскрытию пласта считается международная сервисная компания Radial Drilling Services Inc. (RDS), штаб-квартира которой находится в Хьюстоне.

Эта передовая технология впервые появилась в России в 2002 году. Пионером ее использования стала Татнефть – компания, смело внедряющая инновации. Первые опыты дали хороший результат, и в 2005 году в Татарстане было зарегистрировано совместное предприятие «РВ-Пласт». Спустя некоторое время к многообещающей технологии обратился Лукойл. Сегодня практически все крупные российские нефтегазодобывающие компании не прочь взять этот метод себе на вооружение. Впечатляющие результаты радиального бурения показало в Казахстане. Испытывает технологию радиального вскрытия пласта и Белоруснефть.



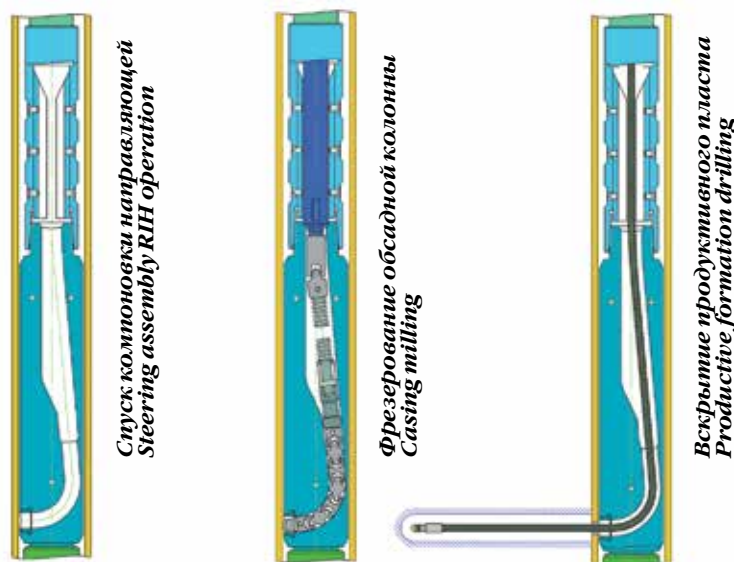
Владимир СУШКО,
УП «Новинка»
Vladimir SUSHKO,
Novinka Unitary
Enterprise



Установка РВП / Radial Drilling Unit

1 – шасси типа МАЗ / MAZ-type chassis; 2 – установка насосная / pumping unit; 3 – емкость / tank; 4 – узел намотки гибкой трубы / tubing spool assembly; 5 – система управления / control system; 6 – гидросистема / hydraulic system; 7 – сборное основание / assembled platform; 8 – скважинное оборудование / downhole equipment

Комплекс оборудования для радиального вскрытия пласта / Equipment Set for Radial Drilling



Этапы работ / Operating Stages

В чем же суть данной технологии? Вот что говорит ее создатель Хенк Джелсма: «Мы создали систему радиального бурения для интенсификации добычи из вертикальных стволов. Технология первоначально предназначалась для скважин с падающей добычей, которые в конце своего срока службы дают очень малый дебит, т.е. для тех случаев, когда потенциал в пласте еще присутствует, но связи потеряны, и вертикальный ствол полностью заблокирован в районе продуктивного ствола. В большинстве случаев, когда подобные скважины истощаются, компании не тратят деньги на их восстановление, а переходят на другие месторождения.

Поскольку вначале данная система позиционировалась для небольших бюджетов, мы не искали сотрудничества с такими компаниями, как, например, «Газпром», а общались с малыми компаниями, предлагая альтернативу горизонтальному бурению, которое очень дорого стоит. Однако после доработки и тестирования этой технологии в США мы используем эту систему и при стандартном заканчивании скважин, для стимуляции притока, направленной кислотной обработки, химической обработки.

Технология радиального бурения применяется:

- для глубокого вскрытия устойчивых (карбонатных) пластов скважин;
- вскрытия большим количеством стволов в ПЗП, наподобие кавернонакопителя, в несцементированных терригенных пластах добывающих скважин;
- вскрытия предварительно изолированных под большим давлением тампонажными материалами (смола, цемент) скважин при наличии конуса воды или перетоков;
- вскрытия нагнетательных скважин с терригенными пластами, загрязненными сточными водами.

The radial drilling technology was developed by the Rad Tech International Inc., an American company established by Henk Jelsma, its permanent head and the technology patent holder. First introduced in the New World, the radial drilling technology acquired wide recognition in the USA and Colombia and later on found its application in Canada, Bolivia, Argentina, Chile and the Middle East.

The leader in the radial drilling services market is the Radial Drilling Services Inc. (RDS), international service company with its headquarters in Houston.

This breakthrough technology first appeared in Russia in 2002. Its application was initiated by JSC Tatneft which has always been eager for innovations. The pilot tests being successful, the RV-Plast joint venture was incorporated in Tatarstan in 2005. JSC Lukoil was next to turn to the promising technology. For the moment, most of the major Russian oil and gas production companies are willing to put the technology to practice use. The radial drilling technology demonstrated impressive performance in Kazakhstan. Belorusneft has put it to test, too.

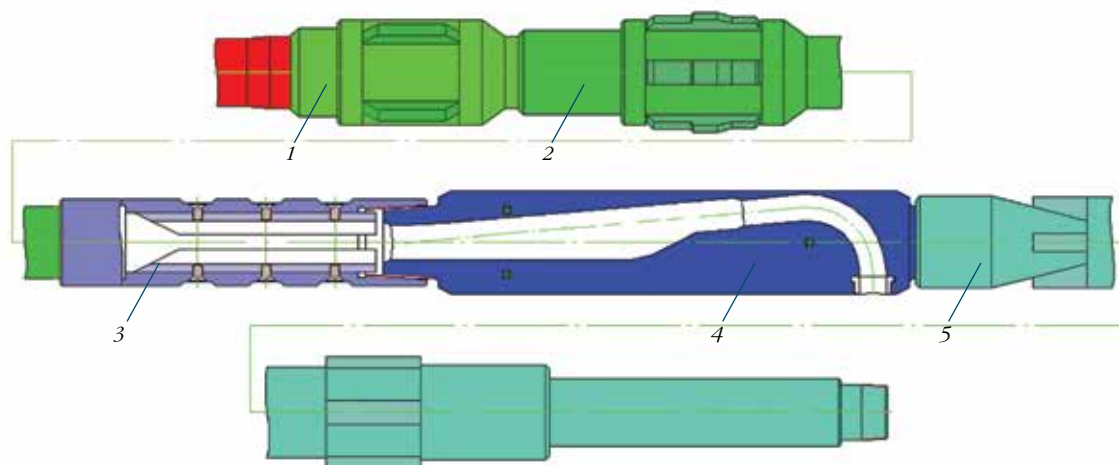
What is the root principle of the technology? According to its inventor, Henk Jelsma, “We have created the radial drilling system to stimulate vertical wellbore production. Initially, the technology was intended for marginal wells whose flow rate becomes extremely low by the end of well life, or, to be exact, for the cases when the vertical wellbore is completely blocked within the range of potentially productive formation. Generally, companies tend to abandon such depleted wells and find new oil fields trying to avoid additional costs”.

“Since originally this system was positioned as intended for low budgets, we didn’t mean to cooperate with Gasprom-scale companies, our main contacts being small businesses which could apply our technology as an alternative to the costly horizontal drilling. However, the technology having been further developed and tested in the USA, we may now use it in the standard procedure of well completion for the purposes of inflow stimulation, directed acid treatment, and chemical treatment.”

The radial drilling technology is applied for:

- deep drilling of competent (carbonate) formations;
- multiple well drilling in the bottom hole formation zone, in the form of cavern-storage, and in unconsolidated terrigenous formations of production wells;
- well drilling after water cones and crossflows being shut off with plugging materials (resin, cement) under high-pressure;

Комплекс оборудования для радиального вскрытия пласта / Equipment Set for Radial Drilling



Компоновка направляющая / Steering Assembly

1 – фрикционный узел / friction unit; 2 – локатор муфтовых соединений / collar locator; 3 – направляющая / guide arch; 4 – баушмак отклоняющий / deflector shoe; 5 – якорь / anchor

С небольшими изменениями данную технологию можно использовать для восстановления нагнетательных скважин со смятыми (смещенными) колоннами.

В общем случае данная технология направлена на расширение и оптимизацию дренажной зоны в продуктивных пластах. Радиальное бурение используется также для формирования необходимых направлений каналов нагнетания и в геолого-разведывательных работах.

Нашла применение эта технология и на месторождениях с тяжелой нефтью. При пароциклическом воздействии на скважину радиальные стволы помогают прогреть значительно большую зону, чем когда это происходит в обычном режиме.

Очень важно ответственно подходить к выбору скважины – кандидата на радиальное бурение. Специалисты советуют обязательно делать проект, поскольку если при подборе будет совершена ошибка, результат может получиться далеким от ожидаемого. Так, например, опыт Лукойла показал, что радиальное вскрытие пласта наиболее эффективно на карбонатных коллекторах. На терригенных же коллекторах результаты оставляли желать лучшего, поскольку разбухание глин под воздействием пресной воды приводило к закупориванию пробуренных каналов диаметром 25–30 мм. Эту проблему в некоторой степени способны решить полимерные добавки к буровым растворам, препятствующие разбуханию глин.

Заметим также, что обычно для радиального вскрытия подбираются скважины, на которых другие методы не дали видимых результатов.

Средний прирост дебита после вскрытия пластов в Татнефти составил 1,5–2 т, а в ОАО «Лукойл» – около 8 т, однако это далеко не предел. На избранных скважинах были получены дебиты до 40 т в сутки, так что «обычные» дебиты могут быть увеличены на 15–20 т.

Принцип работы технологии основан на гидроэрозионном разрушении твердых пород. В самом общем виде это выглядит так. До начала радиального

- injection wells with terrigenous formations damaged by oil field wastes.

If slightly modified, the technology may be used to rehabilitate the injection wells with collapsed (displaced) casing.

In general, this technology is aimed at extending and improving drainage areas in productive formations. Other applications of radial drilling include creation of specifically directed injection channels and exploration activities.

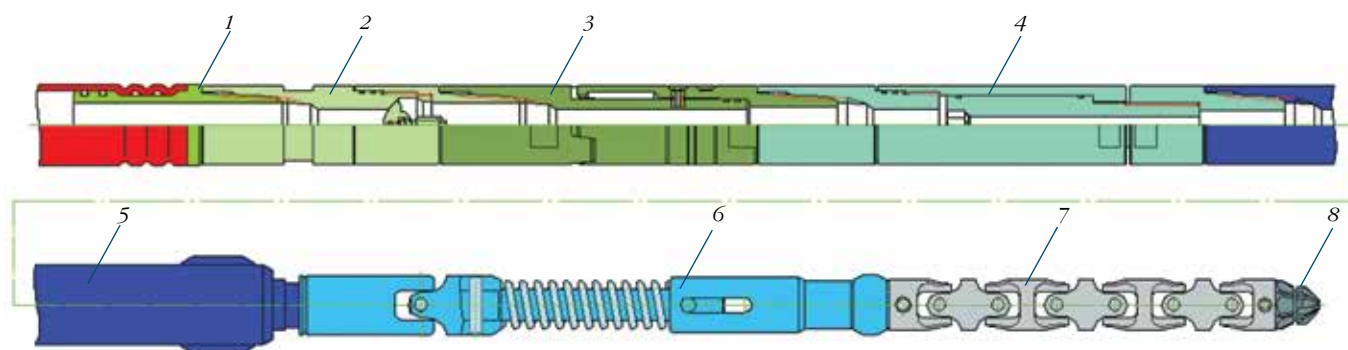
The technology is also made use of in heavy oil fields. As compared to the conventional methods, radial wellbores used in the course of huff-and-puff procedure are instrumental in warming up a significantly larger zone.

It is of vital importance to provide a balanced decision as to the selection of candidate wells. Experts are unanimous about the necessity of making projects, as the wrong choice may cause the results not being up to expectations. JSC Lukoil record has proved that the efficiency of radial drilling is the highest in carbonate reservoirs. As for terrigenous reservoirs, the results leave much to be desired because of clay swelling in soft water and causing obstruction of wellbores of 25–30 mm in diameter. This problem can be solved, though only to an extent, with the help of anti-swelling polymeric drilling mud agents.

It should also be noted that it is common to choose wells for radial drilling among those unresponsive to other methods.

After formation drilling, production rates increase averaged at 1.5–2 tons for JSC Tatneft, and about 8 tons for JSC Lukoil. Still, it is far from being maximum limit. Some wells produced increase up to 40 tons per day, so, “standard” production output may be 15–20 tons higher.

Комплекс оборудования для радиального вскрытия пласта / Equipment Set for Radial Drilling



Компоновка для фрезерования / Milling Assembly

1 – соединитель / connector; 2 – клапан обратный / fluid control valve; 3 – разъединитель аварийный / emergency breaker switch; 4 – механизм доворота / turning device; 5 – ВЗД / screw downhole motor; 6 – механизм нагружения / loading device; 7 – гибкий вал / flexible drive; 8 – инструмент / milling tool

бурения бригада ТРС осуществляет подготовку скважины: извлекает подземное оборудование, производит шаблонирование эксплуатационной колонны.

Направляющий гусак (в случае скважин до 2500 м) или инжектор с установленным на нем гусак (в случае скважин глубиной более 2500 м) монтируется непосредственно на скважине. Заметим, что для России наиболее востребованы установки, оснащенные инжектором, поскольку рабочая глубина практически всех скважин в Западной Сибири – основном нефтегазодобывающем регионе страны – достигает 3000 м и более.

В очищенную от парафина и других отложений скважину на интервал вскрытия спускается отклоняющий башмак, имеющий специальный канал для прохождения инструмента (фрезы) и рукава с гидромониторной насадкой.

Затем собирается установка для фрезерования окна в колонне. С помощью фрезы, приводимой в движение ВЗД, работающим с частотой не менее 100 об/мин, спускаемым в скважину на гибкой трубе, и осуществляется фрезерование отверстия в эксплуатационной колонне. Далее на гибкой трубе в скважину спускается компоновка для вскрытия пласта, состоящая из гидромониторной (струйной) насадки и рукава высокого давления, армированного специальным, гибким и прочным материалом – кевларом. Насосом высокого давления по гибкой трубе подается жидкость к гидромониторной насадке, струи которой производят разрушение породы и за счет реактивной тяги способствуют продвижению компоновки по пласту. Размер

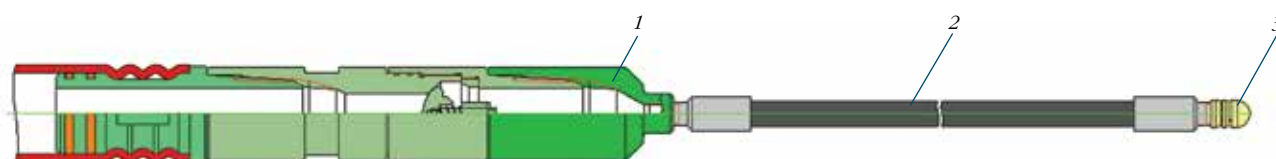
The operating principle of the technology is based upon hydraulic fracture treatment of hard rock. The overall picture is the following. Before radial drilling the oil-well remediation crew carries out well conditioning: retrieves the downhole equipment and calipers the production casing string.

The guiding gooseneck (for the wells up to 2,500 m deep) or an injector with a gooseneck on it (for the wells more than 2,500 m deep) is rigged up on site. It should be noted that in Russia injector equipped units are in more demand, as practically all the wells in Western Siberia – major oil and gas production region of the country – have their operating depth of 3,000 m and more.

A deflector shoe with a special passage for instruments (milling tool) and a hose with jet nozzle goes all the length of the drilling zone into the well cleaned of paraffin and other deposits.

Then a window cutting unit is assembled. The tool for window cutting is driven by a screw downhole motor which operates at the velocity of at least 100 rotations per second and runs in the hole with the coiled tubing. After that the coiled tubing is used to run down in the hole a formation drilling assembly consisting of a jet (water injection) nozzle and high pressure hose armored with Kevlar – a special flexible and durable material. The high-pressure pump drives fluid to the jet nozzle, and its jets break the rock and by means of jet propulsion facilitate the assembly movement

Комплекс оборудования для радиального вскрытия пласта / Equipment Set for Radial Drilling



Компоновка для вскрытия пласта / Formation Drilling Assembly

1 – переходник / adapter; 2 – рукав высокого давления / high pressure hose; 3 – насадка гидромониторная / jet nozzle

отверстия зависит от скорости проникновения шланга в пласт и составляет в среднем 25–50 мм в диаметре.

Процесс проходки контролируется с поверхности по натяжению гибкой трубы (при работе на неглубоких скважинах) и по датчику веса трубы (при работе с инжектором). Время проходки одного канала длиной до 100 м составляет порядка 20–30 минут. Количество радиальных стволов из одной скважины по технологии не ограничено. Они могут выполняться как на одном, так и на нескольких уровнях.

После завершения всех этих операций по радиальному вскрытию пласта поднимают колонну НКТ с отклоняющим башмаком, затем спускают в скважину компоновку для добычи и запускают скважину в работу. Этот процесс занимает от двух до четырех суток соответственно, простой скважины составляет от двух до четырех рабочих дней.

УП «Новинка» (Группа ФИД) разработан, изготовлен и прошел промысловые испытания комплекс оборудования для радиального вскрытия пласта с использованием колонны гибких труб.

СОСТАВ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕЦИАЛЬНОГО КОЛТЮБИНГОВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАДИАЛЬНОГО ВСКРЫТИЯ ПЛАСТОВ

В состав комплекса входит полуприцеп, кабина оператора, узел намотки гибкой трубы, гидростанция привода узла намотки гибкой трубы, желоб направляющий, противовыбросовое оборудование, блок насосной установки, рабочая емкость, система контрольно-регистрающая, компоновка направляющая, компоновка для фрезерования окна в эксплуатационной колонне, компоновка для создания канала фильтрации в продуктивном коллекторе. ☉

along the formation. The bore size depends on the tubing penetration rate and averages at 25–50 mm in diameter.

The penetration procedure is controlled from outside basing on the coiled tubing tension (in shallow wells) or on the tubing weight sensor reading (if injector is operating). Time of making one hole of up to 100 m long is about 20–30 minutes. The technology does not limit the number of radial bores drilled from one well. They can be made either at one level, or at several levels.

The operations above completed, the tubing with deflector shoe is retrieved, the production assembly goes down the well and the well is put in production. The whole process takes up from two to four days, the well shutdown period being two to four working days respectively.

The Novinka Unitary Enterprise (the FID Group) has created, produced and put through field tests a system for coiled tubing radial drilling.

COMPONENTS AND SPECIFICATIONS OF A SPECIAL COILED TUBING UNIT FOR RADIAL DRILLING

The unit comprises a semitrailer, a control cabin, a tubing spool assembly, a hydraulic drive for the tubing spool assembly, a guide arch, blowout preventing equipment, a pumping unit, a working tank, a control and recording system, a steering assembly, a window cutting assembly, an assembly for creation of filtration channel in the productive reservoir. ☉

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА / UNIT SPECIFICATIONS

Максимальное тяговое усилие барабана узла намотки гибкой трубы (при работе без инжектора, на первом слое), кг / Maximum pulling force of the tubing spool assembly (when operated without injector, at the first layer), kg	2700
Диаметр гибкой трубы, мм / Coiled tubing diameter, inches	12,7; 15,85; 19,05 $\frac{1}{2}$; $\frac{5}{8}$; $\frac{3}{4}$
Скорость перемещения гибкой трубы при СПО, м/с (м/мин) / Coiled tubing conveying speed in the tripping process, m/s (m/min) минимальная / minimum максимальная / maximum	0,015 (0,9) 0,6 (36)
Максимальная длина гибкой трубы на барабане, м / Maximum coiled tubing length on the spool, m	4200
Максимальное давление на устье скважины, МПа / Maximum well mouth pressure, MPa	80
Максимальное давление закачки технологической жидкости, МПа / Maximum injection pressure of the working fluid, MPa	103
Диаметр эксплуатационной колонны, пригодной для проведения работ, мм / Production casing string diameter appropriate for operation, mm	140; 146; 148
Максимальная длина создаваемого канала фильтрации, м / Maximum filtration channel length, m	90
Максимальная температура на забое, °C / Maximum bottomhole temperature, °C	150
Максимальная глубина спуска и работы оборудования, м / Maximum running and operating depth for the equipment, m	4000
Габаритные размеры, не более, мм / Overall dimensions, maximum, mm длина / length ширина / width высота / height	12 000 2500 3950