

# ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ СЕТИ ГЛУБОКОПРОНИКАЮЩИХ КАНАЛОВ ФИЛЬТРАЦИИ TECHNOLOGY FOR CREATING A NETWORK OF DEEP BED PENETRATION FILTRATION CHANNELS

**Н.А. ДЕМЯНЕНКО**, к. т. н., директор, **С.Д. КЛОЧКОВ**, заведующий отделом развития инновационных технологий, **Д.Л. ТРЕТЬЯКОВ**, ведущий инженер-конструктор отдела развития инновационных технологий, **В.С. СЕМЕНКОВ**, инженер-технолог 1 категории отдела развития инновационных технологий, БелНИПИнефть

**Nikolay DEMYANENKO**, Candidate of Technical Sciences, Director, **Sergey KLOCHKOV**, Head of the Department for the Development of Innovation Technologies, **Dmitry TRETIAKOV**, Lead Design Engineer of the Department for the Development of Innovation Technologies, **Vasiliy SEMENKOV**, Category 1 Process Engineer of the Department for the Development of Innovation Technologies, Belarusian Oil Research and Design Institute

*Дмитрий Леонидович Третьяков, выступивший с одноименным докладом на 15-й Международной научно-практической конференции «Колтюбинговые технологии, ГРП, внутрискважинные работы», был признан одним из трех лучших докладчиков конференции.*

*D. Tretiyakov, who made a report at the 15<sup>th</sup> International Scientific and Practical Coiled Tubing, Hydraulic Fracturing and Well Intervention Conference, was recognized one of the best three reporters of the conference.*

Технология создания сети глубокопроникающих каналов фильтрации основана на формировании на действующих скважинах в интервале продуктивного коллектора системы радиальных глубокопроникающих каналов фильтрации для увеличения площади фильтрации пластовых флюидов к стволу скважины.

Технология является альтернативой бурению боковых стволов со сверхкороткими радиусами резки и направлена на:

- улучшение гидродинамической связи скважины с продуктивным пластом;
- увеличение приведенного радиуса скважины;
- получение связи ствола скважины с удаленными зонами пласта.

Пионером и единственной компанией на сегодняшний день, владеющей правами на подобную технологию, является компания Radial Drilling Services (США). Результаты применения технологии радиального вскрытия пласта в мире (в том числе и на территории РФ) показывали среднее увеличение дебита скважин в 2 раза при успешности работ 75%.

В 2008 году РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» заключило договор с компанией RDS на выполнение работ

The technology for creating a network of deep bed penetration filtration channels is based on setting up a system of radial deep bed penetration filtration channels in the existing wells in the production interval to increase the area of filtration of formation fluids to the well bore.

The technology is an alternative to sidetracking with ultra-short kick-off radius and is aimed at:

- improving the hydrodynamic connectivity between the well and the producing reservoir;
- increasing the reduced well radius;
- ensuring the connectivity between the well bore and the remote zones of the formation.

Radial Drilling Services (US) is a pioneer and the only company today to have the license to this technology. The outcome of the usage of the radial drilling technique around the world (including Russia) showed, on average, two-fold production increase at 75% success rate.

In 2008 Production Association Belorusneft contracted RDS for works on 5 wells in Belarusian oilfields. The outcome of the completed works turned out to be controversial. On the one hand, the works confirmed the possibility of obtaining an elongated filtration channel in the reservoir without recorded improvement in the performance of the wells.

The main reason for low cost efficiency was the

на 5 скважинах на месторождениях Беларуси. Результаты проведенных работ получились неоднозначными. С одной стороны, проведенные работы подтвердили возможность получения в коллекторе протяженного канала фильтрации, при этом улучшения в динамике работы скважин зафиксировано не было.

Основной причиной низкой экономической эффективности стало ограничение по максимальной глубине (до 2000 м) и группе прочности материала эксплуатационной колонны (группа прочности Д) в которых возможно проведение работ.

Недостатки применения сверлящей компоновки, спускаемой на гибкой трубе:

- Мощность применяемого ВЗД ограничена пропускной способностью гибкой трубы.
- Отсутствие фиксации положения инструмента при сверлении отверстия.
- Неконтролируемый процесс сверления отверстия в обсадной колонне.
- Несколько (2 и более) спуско-подъемных операций гибкой трубы для получения одного фильтрационного канала.
- Отсутствие средств контроля за этапами выполнения работ.

Анализ полученных результатов показал, что реализация гидромониторного размыва породы в условиях месторождений РБ невозможна без коренного изменения технологии и оборудования для ее обеспечения.

Для успешной реализации технологии гидромониторного размыва был разработан комплекс оборудования, который позволяет создавать протяженные каналы фильтрации в скважинах с эксплуатационной колонной из стали группы прочности Р110 и диаметром 139,7 мм, на глубинах до 4000 м. Кроме того, обязательным являлась возможность управления процессом сверления эксплуатационной колонны и получение инструментального подтверждения факта получения отверстий в эксплуатационной колонне.

Схема работы комплекса оборудования для создания сети глубокопроникающих каналов фильтрации следующая:

- В скважину на колонне свинчиваемых труб на заданную глубину спускается сверлящая компоновка и фиксируется с помощью двустороннего механического якоря.
- Выполняются геофизические работы по определению азимутального положения сверла.
- Производится поворот сверла в заданное азимутальное направление для сверления первого отверстия.
- Выполняется сверление первого отверстия в эксплуатационной колонне с регистрацией параметров сверления (отображаются на слайде в виде графика). ▶

limitation of the maximum depth (up to 2000 m) and of the grade of the material of the production string (grade D) at which it is possible to perform the works.

The disadvantages of using a drilling assembly lowered into the hole using coiled tubing are as follows:

- The capacity of the bottom-hole motor is restricted by the flow capacity of the coiled tubing.
- The position of the tool is not fixed when drilling a hole.
- Drilling of a hole in the casing string is uncontrollable.
- Several (two or more) CT round-trip operations are needed to obtain one filtration channel.
- There are no means of monitoring the work stages.

The analysis of the results showed that water jet washing-out of the formation in Belarusian oilfields is impossible without radically changing the technology and the equipment required to implement it.

To successfully implement the technology of water jet washing-out an equipment system was developed which allows creating elongated filtration channels in the wells with production strings from grade P110 and 139.7-mm diameter steel at the depth of 4000 m. Additionally, it was obligatory to be able to control the drilling of the production string and to receive the instrumental confirmation of the hole formation in the production string.

Below is given the procedure for the operation of the equipment system to create deep bed penetration filtration channels:

- A drilling assembly is lowered into the hole using a string of roll tubes to a given depth and fastened with a two-sided mechanical anchor;
- Logging is performed to determine the azimuth position of the drill;
- The drill is turned to the specified azimuthal direction to make the first hole;
- The first hole is drilled in the production string with the recording of the drilling parameters (shown in the slide in the form of a diagram);
- The drill is moved to the starting position;
- It is turned to a specie angle and further holes are drilled;
- After the required number of holes is achieved, the backup pad is aligned with the first drilled hole;
- A high-pressure hose with a jet nozzle is lowered into the string of tubes using coiled tubing; the nozzle goes into the hole drilled in the wall of the casing string.
- The pump delivers the process fluid from the well head to the jet nozzle and a filtration channel is formed (the direction of the washing-out is uncontrollable);
- The nozzle is taken is out of the newly created channel to the pad;
- The pad is turned to the next drilled hole;
- Further channels are washed out.
- If necessary, after the creation of the system of ▶

- Выполняется отвод сверла в исходное положение.
- Производится поворот на заданный угол и сверление последующих отверстий.
- После сверления необходимого количества отверстий производится совмещение отклоняющего башмака с первым просверленным отверстием.
- В колонну НКТ спускается закрепленный на ГНКТ рукав высокого давления с гидромониторной насадкой, которая входит в отверстие, просверленное в стенке обсадной колонны.
- Насосом с устья скважины к гидромониторной насадке подается под давлением рабочая жидкость и производится формирование канала фильтрации (направление размыва нерегулируемое).
- Насадка выводится из созданного канала в башмак.
- Производится поворот башмака к следующему просверленному отверстию.
- Выполняется размыв последующих каналов.
- При необходимости после формирования системы протяженных каналов фильтрации в одной плоскости вся компоновка с колонной НКТ и якорем перемещается внутри обсадной колонны в пределах продуктивного пласта и устанавливается на другой заданной глубине для формирования второго уровня сети каналов фильтрации.

Сверление отверстий в эксплуатационной колонне, а также поворот и перемещение компоновки управляется оператором с устья скважины. Связь с внутрискважинной компоновкой осуществляется посредством геофизического кабеля, спускаемого снаружи колонны свинчиваемых труб.

Блок управления внутрискважинной компоновки позволяет регистрировать в режиме реального времени и записывать на жесткий диск:

- температуру в зоне блока электроники;
- величину выдвижения сверла;
- ток потребления двигателей привода сверла, перемещения сверла, поворота компоновки.

Управлять с рабочего места оператора:

- подводом/отводом сверла;
- допустимой нагрузкой на сверло;
- направлением сверления;
- включением/выключением двигателей привода сверла, перемещения сверла, поворота компоновки.

Разработанный комплекс для создания сети глубокопроникающих каналов фильтрации состоит из:

- установки для струйного вскрытия пласта СВП1;
- комплекта внутрискважинного оборудования;
- желоба направляющего;



**Рисунок 1 – Установка для струйного вскрытия пласта СВП1**

**Figure 1 – Jet formation drilling unit SVP1**

elongated filtration channels in one plane, the whole assembly with the tubing string and the anchor is moved inside the casing string within the producing formation and is set at another given depth to create the second level of the network of filtration channels.

Drilling of holes in the production string and the turning and moving of the assembly is controlled by the operator from the well head. The connection with the downhole assembly is ensured by a logging cable lowered into the hole on the outside of the string of roll tubes.

The downhole assembly control unit allows real-time recording and writing to the hard drive of the following parameters:

- Temperature in the electronics module.
- Extension of the drill.
- Current consumption of the drill driver motor, movement of the drill, turning of the assembly.

From the operator's workstation it is possible to control:

- Advancement/retraction of the drill.
- Allowable load on the drill.
- Direction of drilling.
- Switching on and off of the drill driver, moving of the drill, turning of the assembly.

The system for creating a network of deep bed penetration filtration channels consists of:

- jet formation drilling unit SVP1;
- downhole equipment set;
- guiding groove;
- blowout preventers;
- spare parts, tools and accessories.

Jet formation drilling unit SVP1 (Figure 1) is designed to deliver the water jet washing-out assembly to the backup pad of the downhole equipment and to ensure pumping of the process fluid through coiled tubing (including acid compounds).

Downhole equipment (Figure 2) is lowered into the hole using tubing and is designed to drill a hole in the production string and to guide the jet nozzle into the newly created hole.

Blowout preventers (Figure 3) are designed to seal the well head during the operation of SVP1 unit with a



**Рисунок 2 – Внутрискважинная компоновка**

**Figure 2 – Downhole assembly**

- комплекта противовыбросового оборудования;
- комплекта ЗИП.

Установка СВП1 (рис. 1) предназначена для доставки компоновки гидромониторного размыва к отклоняющему башмаку внутрискважинной компоновки и обеспечения закачки по ГНКТ рабочей жидкости (в том числе и кислотных составов).

Внутрискважинная компоновка (рис. 2) спускается на НКТ и предназначена для выполнения отверстия в эксплуатационной колонне и направления гидромониторной насадки в созданное отверстие.

Комплект ПВО (рис. 3) предназначен для герметизации устья скважины в процессе работы установки СВП1, рассчитан на рабочее давление – 35 МПа.

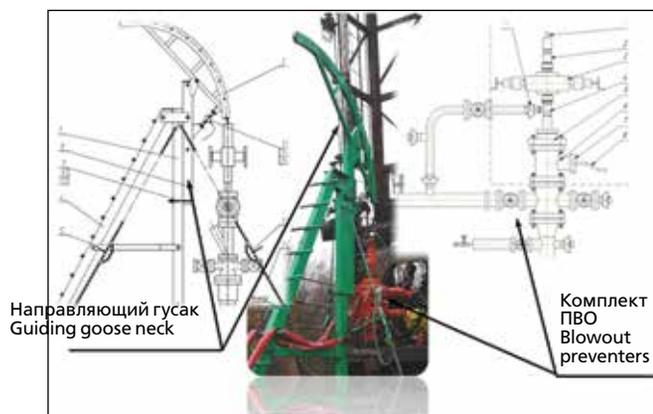
Желоб направляющий (рис. 3) предназначен для направления колтюбинговой трубы к устью скважины.

Компоновка для размыва состоит из рукава высокого давления, закрепляемого на ГНКТ. Низ рукава высокого давления оснащается гидромониторной насадкой. В основном применяются гидромониторные насадки с четырьмя размывочными отверстиями и шестью реактивными.

На данный момент испытания технологии создания сети глубокопроникающих каналов фильтрации проведены на 5 скважинах.

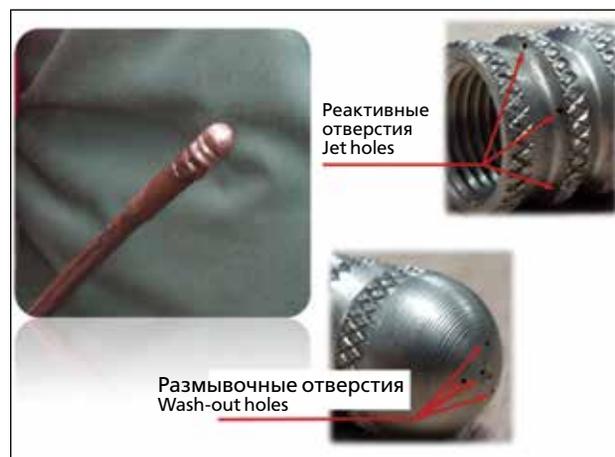
В ходе выполнения опытно-промысловых испытаний была подтверждена возможность:

- создания глубокопроникающих каналов фильтрации на глубине 3500 м в эксплуатационной колонне группы прочности Р-110 диаметром 140 мм.
- создания сети из 16 глубокопроникающих каналов фильтрации (по четыре канала на четырех уровнях).
- Гидромониторного размыва в терригенном и карбонатном коллекторе.
- Выполнения работ при зенитном угле в интервале установки компоновки до 20,5°, а на участке спуска внутрискважинной компоновки – до 38° и интенсивностью набора угла скважины до 6,1° на 10 м. ☉



**Рисунок 3 – Устьевое оборудование**

**Figure 3 – Wellhead equipment**



**Рисунок 4 – Гидромониторная насадка**

**Figure 4 – Jet nozzle**

design working pressure of 35 MPa.

Guiding groove (Figure 3) is designed to guide the coiled tubing to the wellhead.

The washing-out assembly consists of a high-pressure hose fastened on coiled tubing. The lower part of the high-pressure hose is equipped with a jet nozzle. Jet nozzles with four washing-out and six jet holes are mainly used.

At the moment the technology for creating a network of deep bed penetration filtration channels has been tested on five wells.

Field trials proved the possibility:

- to create deep bed penetration filtration channels at the depth of 3500 m in the P110-grade and 140-mm diameter production string.
- to create a network of 16 deep bed penetration filtration channels (4 channels on four levels).
- to perform water jet washing-out in carbonate and terrigenous reservoirs.
- to perform works at a zenith angle in the assembly interval of up to 20.5° and up to 38° where the downhole assembly is lowered with a build-up rate of up to 6.1 6,1° at 10 m. ☉