

# Увеличение зоны охвата скважины – микроГНКТ для задач радиального вскрытия пласта

## Increasing the Well Coverage Zone – Micro-CT Application for Radial Jetting

А.В. ТРИФАНОВ, А.С. КИЧИГИН, Е.Н. КОЗЛОВ, ООО «Газпромнефть-Заполярье»; С.М. СИМАКОВ, ООО «Газпромнефть НТЦ»; Д.С. ЛЕОНТЬЕВ, Тюменский индустриальный университет

A.V. TRIFANOV, A.S. KICHIGIN, E.N. KOZLOV, Gazpromneft-Zapolyarye LLC; S.M. SIMAKOV, Gazpromneft STC LLC; D.S. LEONTIEV, Tyumen Industrial University

*Одним из самых сложных этапов заканчивания скважин является вторичное вскрытие продуктивных коллекторов. Именно этот этап требует наиболее внимательного подхода и выбора правильной технологии как при строительстве и реконструкции, так и при капитальном ремонте скважин. Как правило, загрязнение призабойной зоны при первичном вскрытии продуктивных коллекторов зачастую достигает нескольких метров, что делает практически невозможным гидравлически совершенную связь скважины с продуктивным пластом, несмотря на использование различных современных технологий вторичного вскрытия. Технология радиального вскрытия пласта – один из инновационных подходов, направленный на вовлечение небольших залежей нефти, остающихся в стороне от границ действующей разработки, отделенных низкопроницаемыми барьерами.*

*One of the most difficult stages of well completion is the secondary opening of productive layers. It is this stage that requires the most careful approach and the choice of the right technology both during construction and reconstruction, and during workover operations. As a rule, the contamination of the bottomhole zone during the primary opening of productive layers reaches several meters, which makes it almost impossible to provide hydraulically perfect connection of the well with the reservoir, despite the use of various modern technologies of secondary opening. The radial jetting technology is one of the innovative approach aimed at involving small oil deposits that remain away from the boundaries of the current development.*

### Описание технологии

Технология радиального вскрытия пласта на ГНКТ диаметром от 12 мм до 15 мм направлена на увеличение гидродинамической связи скважины с удаленными продуктивными зонами пласта путем создания в нем каналов небольшого диаметра протяженностью до 120 м и углом наклона к оси скважины 45–90°.

Интенсификация добычи нефти и газа

### Technology description

The technology of radial jetting of the reservoir is aimed at increasing the hydrodynamic connection of the well with remote reservoir zones by creating small diameter channels with a length of up to 120 m and an angle of inclination 45–90 degrees.

The production intensification of oil and gas wells as a result is achieved due to the following factors:

- increasing the drainage radius, filtration area and

добывающих скважин в результате достигается за счет следующих факторов:

- увеличения радиуса дренирования, площади фильтрации и притока к скважине;
- приобщения удаленных зон пласта, отделенных низкопроницаемыми барьерами, приобщения макро- и микротрещин;
- преодоления загрязнения призабойной зоны за счет длины создаваемого канала мин 100 м и восстановления продуктивности скважины;
- дополнительного эффекта за счёт химического растворения карбонатов кислотой;
- высокой вероятности вскрытия максимального количества нефтенасыщенных пропластков.

Для эксплуатационной колонны  $\varnothing$  114,3–139,7 мм возможно размещение от 1 до 4 каналов на одном уровне, количество самих уровней не ограничено (рис. 1).

Возможен гибкий дизайн путем вариации числа ярусов и количества каналов на каждом уровне, их азимутальной и зенитной направленности. Технология применима как в обсаженном, так и в открытом стволе скважины.

Вскрытие каналов в продуктивном пласте производится посредством гидроэрозионного разрушения породы кислотным раствором под давлением, создаваемого потока струи до 1020 кг/см<sup>2</sup>, выходящей из гидромониторной насадки, спускаемой на модифицированной ГНКТ (рис. 2).

Перед созданием радиального канала в продуктивном пласте с помощью намыва породы специальной насадкой, винтовым забойным двигателем и специальной фрезой с использованием башмака отклонителя производится сверление отверстия в эксплуатационной колонне диаметром 22 мм так называемым гибким валом\*.

При планировании и подборе скважин по расположению каналов радиального вскрытия пласта присутствует возможность вариации, а именно применение стандартного одно- и мультизонного вскрытия, направленного и мультирасчлененного, и как дополнительная опция – последующая закачка ГРП.

Создание каналов производится следующей последовательностью операций:

1. Глушение скважины, подъем ГНО.
2. Проработка эксплуатационной колонны механическим скребком, операция шаблонирования.
3. Спуск отклоняющего башмака с центраторами и реперного патрубка на НКТ в заданный интервал. Отбивка репера

inflow to the well;

- connection of remote areas of the formation separated by low-permeable barriers, connection of macro and micro cracks;
- overcoming the contamination of the bottom-hole zone and restoring the productivity of the well.
- additional effect due to chemical dissolution of carbonates by acid.

For the casing  $\varnothing$  114.3–139.7 mm, it is possible to place from 1 to 4 channels on one level, the number of levels themselves is not limited (Figure 1).

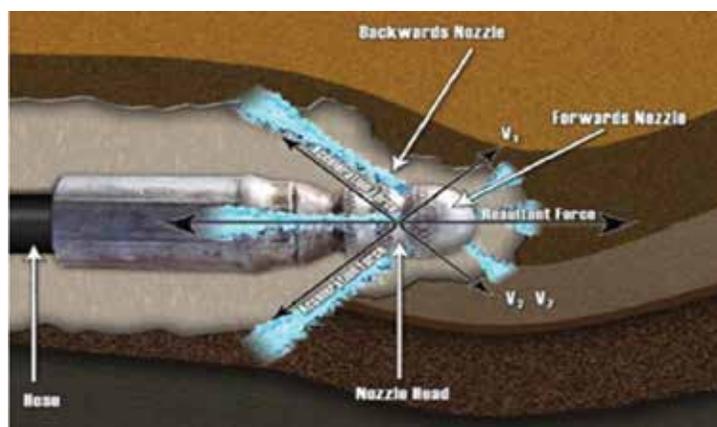
Flexible design is possible by varying the number of tiers and the number of channels at each level, their azimuthal and zenith orientation. The technology is applicable in both cased and open hole.

Creating of channels in the formation is carried out by hydraulic and erosive destruction of the rock with an acid solution under a jet pressure of up to 1020 kg/cm<sup>2</sup> using a Hi-Jet nozzle run on modified micro-coiled tubing (Figure 2).

Before creating jet channel in the productive layer, a 22 mm hole in the casing is drilled through a specially



**Рисунок 1 – Пример расположения каналов**  
**Figure 1 – Example of radial channels placement**



**Рисунок 2 – Работа гидромониторной насадки**  
**Figure 2 – Performance of Jet nozzle**

\* Термин применяется компанией-исполнителем RDS & ПетроГазТех.

- (ГКЛМ), ориентация отклоняющего башмака по азимуту.
4. Спуск гибкого вала на ГНКТ с фрезой в отклонитель для вырезки окна в Э/К. Контроль осуществленной вырезки.
  5. Фрезерование окна.
  6. Спуск в отклоняющий башмак гибкого шланга высокого давления с гидромониторной насадкой. Вскрытие канала.
  7. Подъем шланга. Поворот башмака на нужный азимут.
  8. Повторение операций 4–8.
  9. Подъем оборудования, спуск ГНО, освоение.

### Обоснование выбора кандидатов

При выборе скважин в качестве кандидатов для проведения радиального вскрытия пласта в рамках опытно-промышленных работ учитывались следующие критерии:

- низкий остановочный дебит;
- низкие накопленные отборы по скважинам окружения;
- средняя расчлененность геологического разреза;
- нефтенасыщенные толщины;
- непросаженное пластовое давление;
- наличие/отсутствие предполагаемой зоны трещиноватости.

На основании данных критериев для проведения радиального вскрытия пласта были выбраны две скважины действующего фонда Филипповской залежи Оренбургского НГКМ (рис. 4).

Дизайны мероприятий выбраны с учетом конструкции скважин и геологических разрезов (рис. 5).

Траектория зенитного угла вскрытых каналов была подтверждена замером прибора «акселерометр». В качестве контрольного канала для замера с использованием акселерометра был выбран канал № 7. Результаты работы прибора приведены на рис. 6.

Оценка эффективности мероприятий по технологии радиального вскрытия пласта на объектах Филипповской залежи Оренбургского НГКМ

При запуске скважин после мероприятия наблюдается длительная отработка на ВНР по причине сильного поглощения при работах КРС и партии радиального вскрытия. По каждой скважине был получен эффект, который составил 45% и 300% от остановочного после месяца работы (рис. 7, рис. 8).

Отмечается, что длительность эффекта от мероприятия с учетом темпа падения базовой добычи сохраняется всего на протяжении 4–5 месяцев.

designed whipstock with a downhole motor run on micro-CT and a special cutter with a flexible shaft (Figure 3).

Channels are created by the following sequence of operations:

1. Well killing, lifting of downhole well equipment;
2. Casing drift run with scrapping;



Рисунок 3 – Устройство башмака-отклонителя

Figure 3 – Whipstock design

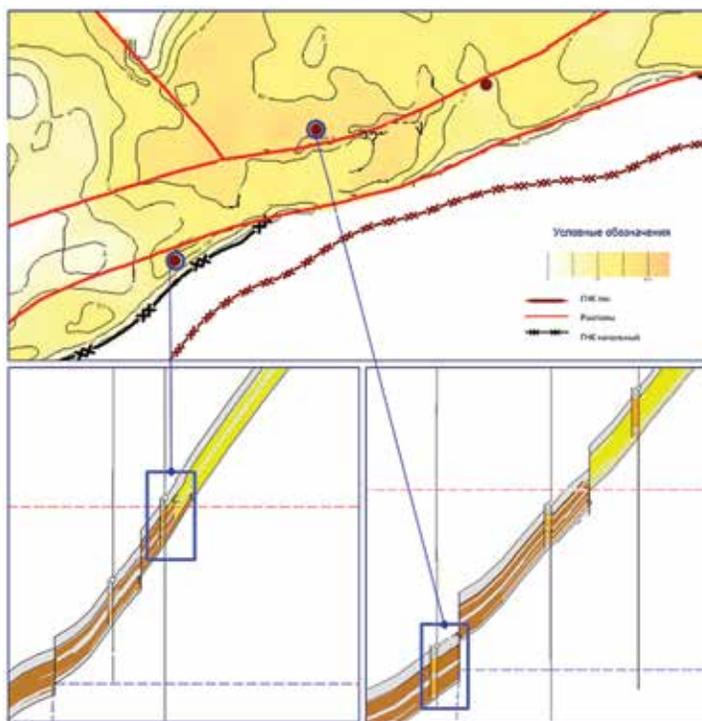
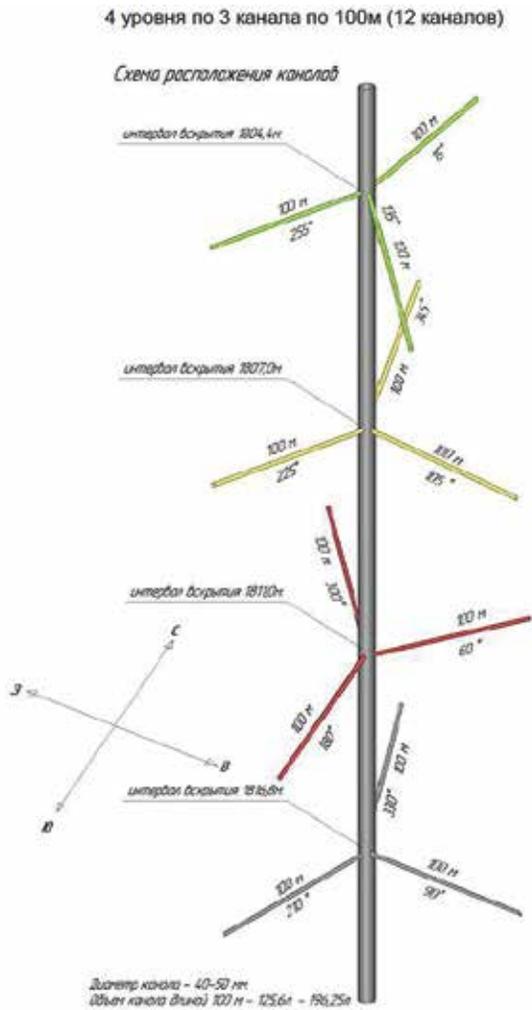


Рисунок 4 – Район проведения ОПР технологии радиального вскрытия пласта

Figure 4 – The area of experimental radial jetting job



**Рисунок 5 – Дизайн радиального вскрытия пласта**

**Figure 5 – Design of radial jetting channels**

3. Run of whipstock with azimuth orientation.
4. Run of flexible shaft with a cutter for cutting a window in casing.
5. Window milling.
6. Run of high pressure flexible hose through the whipstock equipped with Hi-Jet nozzle, channel jetting.
7. POOH the hose. Turn the shoe to the desired azimuth.
8. Repetition of operations 4–8.
9. Lifting of equipment, run of downhole well equipment, well kick-off.

### Well candidates selection

When selecting wells as candidates for radial jetting within the framework of pilot works, the following criteria were taken into account:

- low flow rate;
- low accumulated production of neighbors;
- average dissection of the geological structure;
- oil-saturated thicknesses;
- not sagged reservoir pressure;
- presence/absence of the expected fracture zone.

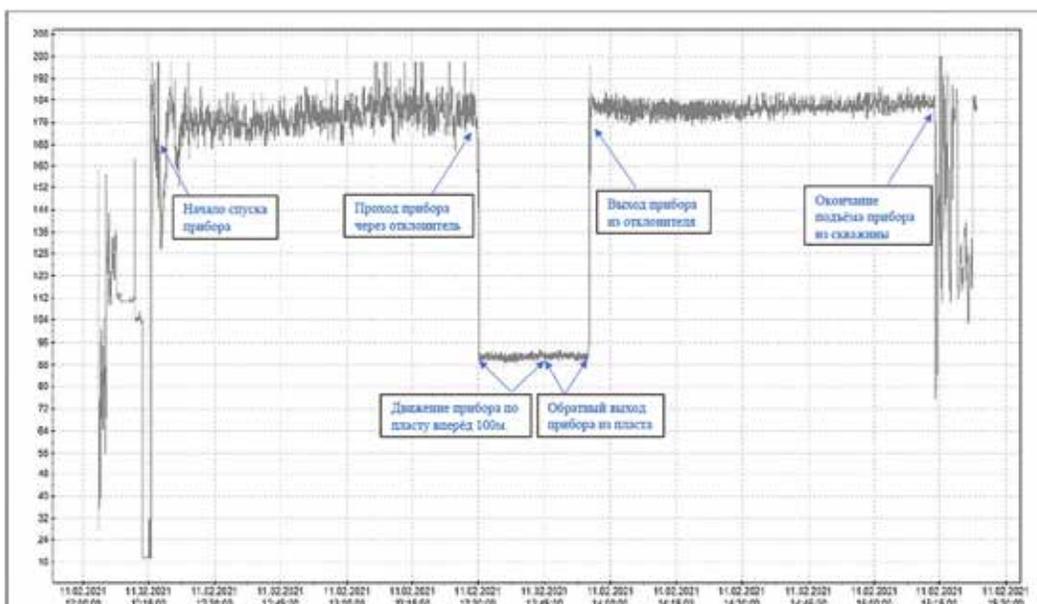
Based on these criteria, two wells of the Filippovskaya deposit of the Orenburg oil and gas condensate field were selected for radial jetting trial job (Figure 4).

The event designs were selected taking into account the construction of wells and geological structure (Figure 5).

The trajectory of the zenith angle of the opened channels was confirmed by the accelerometer device measurement. Channel No. 7 was chosen as the control channel for measuring using the accelerometer. The results of the device are shown in Figure 6.

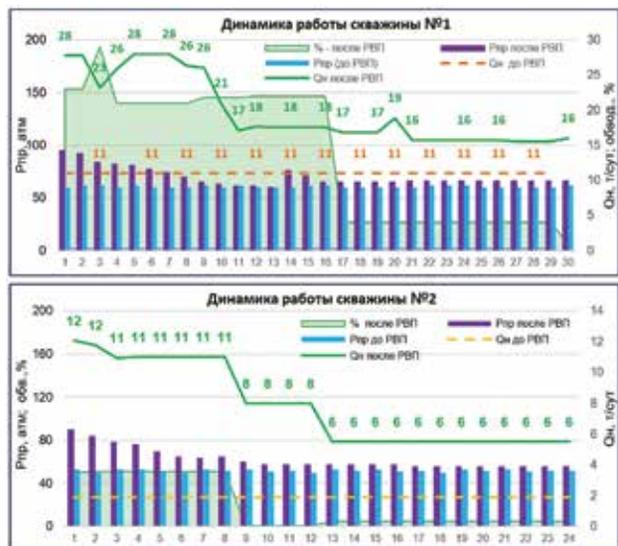
Evaluation of radial jetting technology at Filippovskaya deposit of the Orenburg oil and gas condensate field

When starting wells after stimulation, there is a long-term kick-off due to strong fluid absorption during the workover and the radial jetting process. For each well, an



**Рисунок 6 – Результаты замера траектории зенитного угла канала**

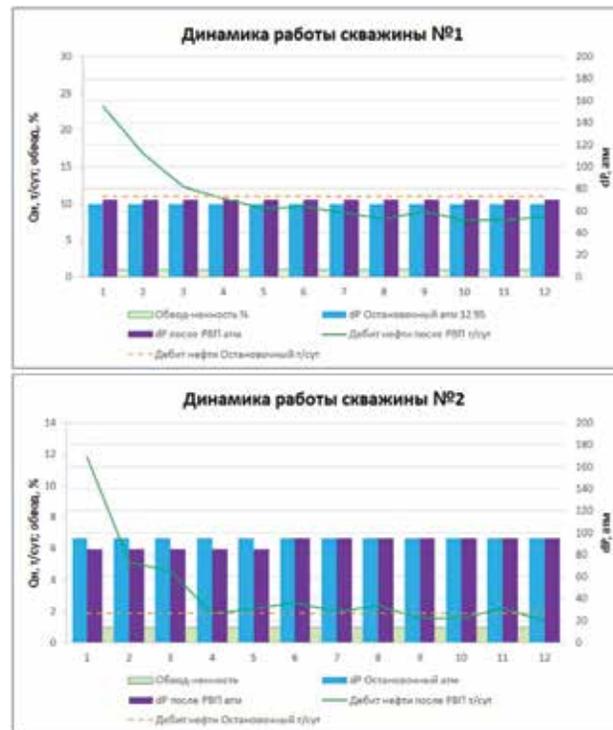
**Figure 6 – Results of inclination angle measuring of the channel**



**Рисунок 7 – Параметры работы скважин в первый месяц после радиального вскрытия пласта**  
**Figure 7 – Parameters of well operation in the first MONTH after radial jetting**

**Выводы**

1. Отмечается высокий темп снижения запускового дебита после мероприятия – рекомендуется проведение радиального вскрытия пласта на отдельно стоящих скважинах/зонах с низкой плотностью скважин, что позволит снизить интенференцию от соседних скважин и увеличит продолжительность эффекта.
2. На текущий момент определение положения пробуренных каналов по азимутальному распространению затруднено по причине технологических ограничений, размещение инклинометра гироскопического точечного (ИГТ) проблематично ввиду малых диаметров каналов – рекомендуется увеличение диаметра каналов до 50 мм, что позволит осуществлять запись инклинометрии стандартным прибором.
3. Получена низкая эффективность по соотношению «затраты/прирост дебита» – рекомендуется проведение данной технологии на скважинах, отнесенных к категории ТРИЗ (Кд не менее 0,4), что позволит максимизировать экономическую эффективность.
4. Рекомендуется увеличить количество скважин ОПИ для получения оптимального дебитного сценария при подведении итогов результативности технологии. ☉



**Рисунок 8 – Параметры работы скважин в первый год после радиального вскрытия пласта**  
**Figure 8 – Parameters of well operation in the first YEAR after radial jetting**

effect was obtained, which amounted to 45% and 300% of the shut-down after a month of operation (Figure 7, Figure 8).

It is noted that the duration of the effect of the event, taking into account the rate of decline in base production, persists for only 4–5 months.

**Conclusions**

1. There is a high rate of decrease in the starting production rate after the event – it is recommended to conduct a radial jetting at free-standing wells /zones with low well density that would reduce the intensity from neighboring wells and increase the duration of the effect.
2. At the moment, determining the position of drilled channels by azimuthal angle is difficult due to technological limitations, the placement of a gyroscopic point inclinometer is problematic due to the small diameters of the channels – it is recommended to increase diameter of the channels to 50 mm that would allow recording inclinometry with a standard device.
3. Low efficiency was obtained in the ratio of "costs / production increase" – it is recommended to carry out this technology on wells classified as hard-to-recover reserves, which will maximize economic efficiency. ☉