

# Технологии репресссионного воздействия на поздней стадии разработки Ромашкинского месторождения

**Р.И. Габдрахманова**  
аспирант<sup>1</sup>  
Gabdrahmanova-re@mail.ru

**Р.Д. Бикмухаметов**  
геолог<sup>2</sup>  
Rasum.ru@mail.ru

<sup>1</sup>Альметьевский Государственный Нефтяной Институт, Альметьевск, Россия  
<sup>2</sup>НГДУ «Лениногорскнефть», ОАО «Татнефть», Лениногорск, Россия

**В статье рассмотрены технологии репресссионного воздействия, а именно ГИО, ИХВ, СТГГ-80, ГДРП. Обобщен анализ эффективности проведенных работ с целью выявления наиболее эффективных технологий воздействия для конкретных геолого-физических условий. Одним из основных направлений повышения успешности мероприятий является, наряду с отказом от неэффективных технологий, совершенствование критериев подбора скважин-кандидатов.**

## Материалы и методы

В работе использованы материалы по эффективности технологий, а также результаты обработки комплексных геофизических исследований.

## Ключевые слова

репресссионное воздействие, анализ эффективности, критерии подбора скважин-кандидатов, ГИО, ИХВ, СТГГ-80, ГДРП

Современный этап развития нефтегазодобывающей отрасли Республики Татарстан находится на такой стадии разработки, когда основная часть запасов сосредоточена в трудноизвлекаемых зонах с плохими коллекторскими свойствами пластов. В сложившихся условиях стабилизировать ситуацию можно путем увеличения степени извлечения нефти из недр за счет масштабного внедрения технологий по увеличению нефтеотдачи. Эффективность применяемых методов воздействия на пласт и призабойную зону добывающих скважин изменяется в широких пределах, поэтому для конкретных геолого-физических условий необходимо обоснование оптимальной технологии воздействия.

На протяжении последнего десятилетия нефтегазодобывающее управление проявляет все возрастающий интерес к повышению нефтеотдачи за счет воздействия на нефтяные пласты с помощью знакопеременных давлений различной частоты и интенсивности.

Способ газоимпульсной обработки скважин с целью очистки и восстановления фильтрационных свойств призабойной зоны пласта и интенсификации притока предназначен для избирательного воздействия на локальные участки наибольшей нефтегазонасыщенности в интервале перфорации скважины. Сущность способа высокоэнергетической газоимпульсной селективной обработки (ГИВ) призабойной зоны пласта заключается в создании в определенных локальных участках зоны перфорации скважин уровня давления, превышающего уровень горного давления, путем доставки в зону обработки погружного газогенератора с запасом рабочего агента (инертный газ) высокого давления и его импульсной подачи в обрабатываемый интервал. [1]. Технология применялась до 2011 г. включительно, средний прирост добычи нефти — 178 т, продолжительность эффекта — 16 месяцев, успешность — 63%.

Технология импульсно-химического воздействия (ИХВ) применялась в период с 2008 по 2011 гг. Сущность технологии заключается в обработке призабойной зоны (ОПЗ) продуктивных пластов с использованием электро-гидравлических импульсов. На призабойную и удаленную зоны пласта одновременно воздействуют мощные низкочастотные волновые колебания, распространяющиеся по толщине пласта в продольном и поперечном направлении, депрессия и обрабатываемый состав (водный раствор ПАВ, углеводородной растворитель или нефть). Под воздействием этих факторов все загрязнения, блокирующие призабойную зону пласта, переходят во взвешенное подвижное состояние и выносятся в ствол скважины. Кроме этого, в трещиноватых карбонатных пластах при импульсно-химическом воздействии увеличивается протяженность и сеть трещин [2]. Средний прирост добычи нефти по методу — 186 т, продолжительность эффекта — 13 месяцев, успешность — 71%.

Термоимплозионный метод обработки призабойной зоны пластов с применением устройства термоимплозионного УТИ-1, оснащенного термогазогенератором СТГГ-80, применялся с 2009 по 2012 гг. Эффективность данной технологии в данных геологических условиях выше, чем в вышеуказанных методах, составляет 382 т/скв, успешность — 71%, продолжительность эффекта — 9 месяцев. СТГГ-80 рекомендуется применять на месторождениях с наличием высоковязких нефтей сопровождающихся процессами кольматации АСПО, что ведет к падению производительности нефтедобывающих скважин, а также на месторождениях в поздней стадии разработки. Сгорание в скважине заряда генератора сопровождается образованием газообразных продуктов горения, повышением давления и температуры. Одновременное воздействие их на горные породы, пластовые флюиды и твердые отложения приводят к созданию в прискважинной зоне высоких температур, приводящих к расплавлению вязких фракций углеводородов (асфальтены, смолы и парафины). При этом после открытия имплозионной камеры, происходит миграция размягченных кольматирующих элементов из пласта в полость камеры [3].

Представляет интерес относительно недавно разработанная технология газодинамического разрыва пласта (ГДРП), в которой предусматривается сжигание твердотопливных генераторов давления в скважине в зоне продуктивного пласта с целью раскрытия существующих и формирования в пласте новых трещин под действием высокого давления газообразных продуктов, образующихся при горении [4]. Технология реализуется в циклическом регулируемом и контролируемом режиме.

В предложении авторов, процесс газодинамического разрыва пласта подразделяется на несколько фаз:

**фаза 1:** происходит воспламенение и сгорание твердотопливных генераторов давления, образуется импульс, амплитуда которого регулируется величиной заряда газогенератора, сопровождаемый резким ростом температуры и давления в ПЗП.

**фаза 2:** выделение пороховых газов высокой температуры (газового пузыря), находящихся под гидростатическим давлением столба жидкости в колонне; Тепловое воздействие продуктов горения состоит в расплавлении отложений парафина и асфальто-смолистых веществ во внутренней полости колонны [5].

**фаза 3:** начало колебаний газового пузыря под влиянием колебаний гидростатического столба жидкости в эксплуатационной колонне.

В скважине, заполненной жидкостью, гидравлический удар сопровождается не только резким подъемом давления, но и последующей пульсацией его в течение некоторого времени, значительно большего, чем длительность самого удара [6].

**фаза 4:** очистка перфорационных отверстий и начало поступления газового пузыря и скважиной жидкости через них в пласт.

В процессе колебаний газового пузыря под действием столба жидкости на ПЗП оказывает репрессивно-депресссионное воздействие. За счет депрессии на пласт (разницы пластового и гидростатического давлений) происходит интенсивное движение пластового флюида в скважину с выносом механических примесей и других загрязняющих веществ, очищаются перфорационные каналы [6]. По мере очистки каналов процесс затухания колебаний происходит меньшей частотой.

Во время репресссионного воздействия газовый пузырь под действием гидростатического столба жидкости поступает из колонны в пласт. В результате проникновения ударной волны через перфорационные отверстия в пласт, он подвергается механическому воздействию. Размеры образующейся при этом трещины зависят от характеристик пласта, объема задавленной скважинной жидкости и величины отношения давления, созданного в скважине, к горному давлению [7]. Оценка размеров остаточной трещины [8], образующейся при кратковременном воздействии на пласт давления, превышающего горное, показывает, что если в скважине диаметром 126 мм глубиной 1500 м повысить давление на 5 МПа выше горного, то длина образующейся трещины равна 13,6 м, а ее ширина — 1,7 мм. Образование такой трещины может увеличить дебит или приемистость скважины от 2 до 8 раз [8].

Продукты горения, состоящие из  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , оказывают также и физико-химическое воздействие, растворяясь в нефти, снижают коэффициенты вязкости и поверхностного натяжения нефти на границе с водой, выравнивается профиль притока [9].

**фаза 5:** остывание зоны сгорания пороховых шашек, затухание колебаний газового пузыря, стабилизация температуры и гидростатического давления в скважине на начальном уровне.

Средняя дополнительная добыча по методу за продолжительность эффекта (18 мес.) составляет 854 т, успешность — 87%.

Несмотря на то, что основным критерием оценки эффекта от применения различных технологий являются дополнительная добыча нефти, существуют другие методы контроля эффективности использования технологий.

Так, например, с помощью проведения гидродинамических и геофизических исследований можно произвести оценку изменения динамических, статических уровней в скважинах, а также профилей притока из пластов.

Приведенные в качестве примера (рис. 1) профили притока скв. 1Х до и после проведения технологии ГДРП, показывают, что после воздействия на ПЗС в работу включились верхние перфорированные интервалы, ранее не участвующие в работе, и дебит скважины по добыче нефти увеличился в несколько раз.

Основные технологические критерии, влияющие на процесс трещинообразования в пласте в процессе проведения технологии ГДРП, это суммарная поверхность вскрытия обсадной колонны перфорационными отверстиями, величина давления и гидростатический уровень жидкости в колонне.

Для обеспечения максимальной прохождения ударной волны от ствола скважины, необходимо производить перфорацию с целью создания оптимальной поверхности вскрытия.

При проведении работ рекомендуется поднимать давление выше горного, для возможности разрыва пласта.

Гидростатический уровень столба жидкости необходимо поддерживать на глубине 50–100 м, чтобы избежать всплытия газового пузыря на поверхность.

Основные геологические критерии, влияющие на успешность газодинамического разрыва пласта:

- наличие запасов нефти в обрабатываемом пласте;
- наличие перемычки между пластами не менее 4 м.

Положительные факторы:

- расширение имеющихся и образование новых вторичных трещин в породе при механическом воздействии, благодаря чему расширяется зона притока жидкости из пласта, охватываются зоны, ранее не участвовавшие в работе с улучшенными коллекторскими свойствами пласта;
- очистка перфорационных отверстий от АСПО, механических примесей при тепловом воздействии;
- увеличение подвижности нефти благодаря снижению коэффициентов вязкости и поверхностного натяжения нефти на границе с водой при физико-химическом

воздействии.

Отрицательные факторы:

- при слабой крепке цементного камня с колонной или породой происходит процесс его ударного разрушения;
- при маломощных перемычках между водонасыщенными и нефтенасыщенными пластами, при ударном воздействии на них возможен прорыв вод с других горизонтов.

Ромашкинское месторождение является многопластовым объектом, состоящим из неоднородных по толщине и по простираюнию коллекторов. В условиях таких месторождений, для увеличения охвата пласта воздействием и включения застойных зон в работу, очевидно, наиболее эффективными являются такие методы, которые позволяют создавать в пласте искусственные трещины. Традиционным методом является гидравлический разрыв пласта (ГРП), способ эффективный, но сложный трудоемкий, дорогостоящий. Так, например, для осуществления гидравлического разрыва пласта требуется мощное нефтепромысловое оборудование, множество металлоемких насосных агрегатов и материалов. В связи с изложенным, представляет интерес метод газодинамического разрыва пласта (ГДРП), как наиболее простой, технологичный, недорогой, доступный и обеспечивающий, при правильно выбранных объектах проведения технологии, образование трещин в ПЗС (без закачки в них закрепляющих материалов).

#### Итоги

Из анализа эффективности рассмотренных технологий видно, что наиболее эффективной, в данных геолого-физических условиях, показала себя технология газодинамического разрыва пласта.

#### Выводы

В статье обозначены основные геологические и технологические критерии, влияющие на успешность технологии газодинамического разрыва пласта. Описаны положительные и отрицательные факторы, изучение которых приведет к совершенствованию критериев подбора скважин-кандидатов, а, соответственно, и к увеличению эффективности и успешности проводимых работ.

#### Список используемой литературы

1. РД 153-390-302-03 Инструкции по технологии газоимпульсной обработки скважин.
2. РД 153-39.0-562-08 Инструкции по технологии импульсно-химического воздействия.
3. РД 153-153-35 Инструкции по технологии СТГ-80.
4. РД 153-39.0-631-09 Инструкции по технологии газодинамического разрыва пласта.
5. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. М.: Нефть и газ, 2003. 816 с.
6. Попов А.А. Импульзия в процессах нефтедобычи. М.: Недра, 1996. 192 с.
7. Желтов Ю.П. Деформация горных пород. М.: Недра, 1966. 197 с.
8. Беляев Б.М., Васильев С.А., Николаев С.И. Разрыв пласта давлением пороховых газов. М.: ВНИОЭНГ, 1967. 63 с.
9. Абдуллин Ф.С. Добыча нефти и газа. М.: Недра, 1983, 256 с.

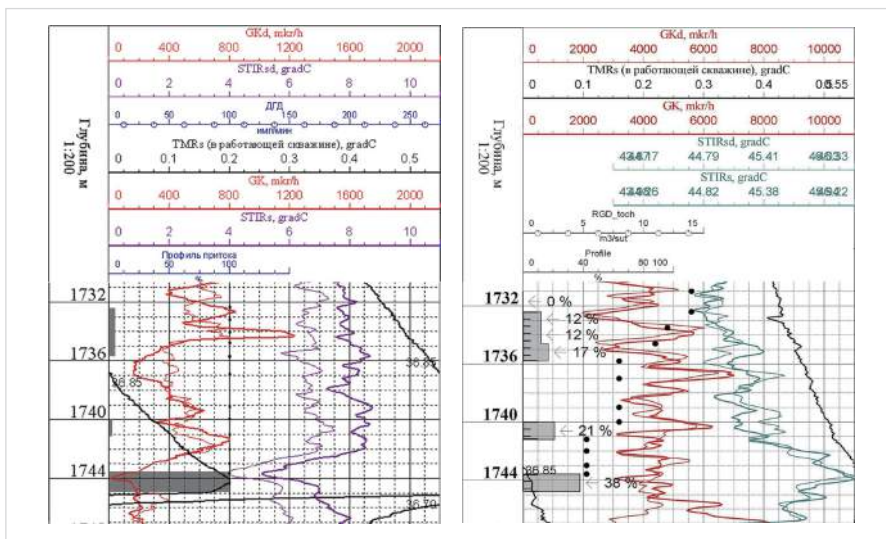


Рис. 1 — Профили притока добывающей скважины 1Х до и после мероприятия

## Technology the repression impact at the late stage of development Romashkinskoye field

UDC 622.276

### Author:

**Regina I Gabdrakhmanova** — graduate<sup>1</sup>; [Gabdrakhmanova-re@mail.ru](mailto:Gabdrakhmanova-re@mail.ru)  
**Rasym D. Bismukhametov** — geologist<sup>2</sup>; [Rasum.ru@mail.ru](mailto:Rasum.ru@mail.ru)

<sup>1</sup>Almetyevsk State Oil Institute, Almetyevsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Field Office "Leninogorskneft", "Tatneft", Leninogorsk, Russian Federation

### Abstract

The article describes the technology of the repression impact, namely gas-impulse treatment, pulsed-chemical effects, thermogenerator, gas-dynamic fracturing. The analysis of the effectiveness of the carried out works, in order to identify the most effective data for geological and physical conditions, impact technology.

One of the main directions of increase of efficiency of activities, along with inefficient technologies, is improvement of criteria for the selection of candidate wells.

### Materials and methods

In the work used materials of technologies efficiency, as well as the processing results of integrated geophysical studies.

### Results

The analysis of the technology efficiency shows that the most effective data in geological and physical conditions, proved the technology of gas-dynamic fracturing.

### Conclusions

The article outlines the main geological and

technological criteria affecting the success of the technology of gas-dynamic fracturing. Describes the positive and negative factors that can lead to improving the well selection criteria candidates, and thus to increase the effectiveness and success of the work.

### Keywords

the repression impact, analysis of the effectiveness, criteria for the selection of candidate wells, namely gas-impulse treatment, pulsed-chemical effects, thermogenerator, gas-dynamic fracturing

### References

1. Guidance document 153-390-302-03 Instructions on the technology of gas-impulse treatment wells.
2. Guidance document 153-39.0-562-08 How the technology of pulsed-chemical exposure.
3. Guidance document 153-153-35 How technology STGG-80.
4. Guidance document 153-39.0-631-09 Instructions on the technology of gas-dynamic fracturing.
5. Mishchenko I.T. *Skvazhinnaya dobycha nefi* [Downhole oil production]. Moscow: *Neft' i gaz*, 2003, 816 p.
6. Popov A.A. *Imploziya v protsessakh neftedobychi* [Implosion in the process of oil extraction]. Moscow: *Nedra*, 1996, 192 p.
7. Zheltov Yu.P. *Deformatsiya gornyx porod* [Deformation of rocks]. Moscow: *Nedra*, 1966, 197 p.
8. Belyaev B.M., Vasil'ev S.A., Nikolaev S.I. *Razryv plasta davleniem porokhovykh gazov* [Fracturing pressure of powder gases]. Moscow: VNIIOENG, 1967, 63 p.
9. Abdullin F.S. *Dобыча нефти i gaza* [Oil and gas production]. Moscow: *Nedra*, 1983, 256 p.

## СИГНАЛИЗАТОРЫ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ ПОПЛАВКОВЫЕ «СУЖ-П-И»

**ПРЕДНАЗНАЧЕН** для сигнализации одного, двух или трёх предельных уровней нефти и нефтепродуктов, а также других технических жидкостей, включая воду, в резервуарах и технологических аппаратах. Сигнализатор обеспечивает предотвращение перетока жидких продуктов, фиксацию предельных уровней, снижение ущерба от аварий и повышение безопасности.

**ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СИГНАЛИЗАТОРА** — нефтебазы, технологические аппараты и резервуарные парки нефтеперерабатывающих заводов и производств. Принцип действия — срабатывание контактного устройства (геркона) при достижении чувствительным элементом (поплавком) заданного (контролируемого) уровня продукта. Сигнализатор СУЖ-П-И состоит из модуля преобразователя и преобразователей первичных.

Преобразователи первичные имеют маркировку взрывозащиты «0Exia IIB T5» и могут устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

### ИСПОЛНЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОЕ

Модуль преобразователя вторичного предназначения для формирования искробезопасного напряжения и коммутации исполнительных устройств, имеет маркировку «[Exia] IIB» и устанавливается вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

Преобразователи первичные вертикального исполнения разделяются на разборные и не разборные, и служат для сигнализации одной, двух или трёх точек контроля.

Преобразователи первичные предназначены для сигнализации предельных уровней нефти и нефтепродуктов, имеют два вида конструктивного исполнения: вертикальное и горизонтальное.



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

**ЗАВОД «КРАСНОЕ ЗНАМЯ»**

390043, Россия, г. Рязань, пр. Шабулина, 2 а.  
 +7 (4912) 938-517. [post@kz.ryazan.ru](mailto:post@kz.ryazan.ru)