

УДК 622.276

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОПРОСА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

<sup>1</sup>Фаттахов И.Г., <sup>2</sup>Малышев П.М., <sup>1</sup>Шакурова А.Ф., <sup>1</sup>Шакурова Ал.Ф.,  
<sup>1</sup>Сафиуллина А.Р.

<sup>1</sup>Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
Октябрьский, e-mail: i-fattakhov@rambler.ru;  
<sup>2</sup>НГДУ «Туймазанефть»

В данной статье рассмотрен вопрос эффективности проведения гидравлического разрыва пласта (ГРП) с проппантом на нескольких скважинах Абдулловского месторождения. Освещена последовательность операций при использовании данного метода повышения продуктивности добывающих скважин. Рассмотрены требования к качеству технологических жидкостей и наполнителя. Проанализировано изменение динамики добычи нефти после применения данного мероприятия. Рассмотрено применение повторного ГРП с проппантом, проведенного в одной из скважин рассматриваемого месторождения. В ходе анализа была установлена неэффективность проведения данной операции гидроразрыва пласта в связи с падением дебита нефти и существенным ростом обводненности. Был рассмотрен ряд причин для высокодебитных и низкодебитных скважин, вследствие которых возможен отрицательный эффект от ГРП. Из этого ряда были отобраны несколько причин, которые могли привести к неэффективному повторному ГРП. Выявлена необходимость более тщательного планирования технологического процесса.

**Ключевые слова:** гидравлический разрыв пласта, призабойная зона скважины (ПЗС), проппант, повторный ГРП, жидкость разрыва, трещина

## DIAGNOSTIC ANALYSIS OF THE QUESTION OF THE EFFECTIVENESS OF HYDRAULIC FRACTURING

<sup>1</sup>Fattakhov I.G., <sup>2</sup>Malyshev P.M., <sup>1</sup>Shakurova A.F., <sup>1</sup>Shakurova Al.F., <sup>1</sup>Safiullina A.R.

<sup>1</sup>FSBEI HPO «Ufa State Petroleum Technological University» branch,  
Oktyabrsky, e-mail: i-fattakhov@rambler.ru;  
<sup>2</sup>OGPD «Tuymazanefть»

In this article we address the question of the effectiveness of hydraulic fracturing (frac) with proppant in multiple wells Abdullovsokovo field. Illuminated workflow when using this method of increasing the productivity of producing wells. The requirements for the quality of process fluids and filler. The change of the dynamics of oil production after the application of the event. The application of re-fracturing proppant, conducted in one of the wells considered deposits. The analysis established the ineffectiveness of the operation of hydraulic fracturing in response to falling oil production and a substantial increase in water cut. Considered a number of reasons for the low-rate and high-producing wells, due to the possible negative effects of hydraulic fracturing. From this series were selected several reasons that could lead to inefficient re-fracturing. Identified the need for more thorough planning of technological process.

**Keywords:** hydraulic fracturing, bottom hole zone wells (CCD), proppant, repeated fracturing, fracturing fluid, crack

ГРП – процесс, предполагающий обработку ПЗС и преследующий цель по образованию новых и расширению уже имеющихся в породах ПЗС трещин. Результат, ожидаемый после проведения ГРП, заключается в увеличении проницаемости пласта на участке трещинообразований и, как следствие, улучшении жидкостного притока. Такие результаты достигаются при создании значительных давлений на забое скважины путем закачки вязкой жидкости с большим расходом в породу. Это позволяет быстро повысить забойное давление. Расширение имевшихся и возникновение новых трещин происходит при превышении созданным давлением гидростатического почти в два раза [11]. Сохранение полученных трещин раскрытыми обеспечивается тем, что их за-

полняет песок, вводимый с жидкостью. Через некоторое время закачанную жидкость выносят из породы при эксплуатации.

Итак, ГРП применяют, чтобы:

1) увеличить продуктивность и приемистость добывающих и нагнетательных скважин соответственно;

2) регулировать по пластовой мощности приток и приемистость;

3) создать в обводненных скважинах водоизолирующие экраны [1].

Сравнительно недавно ГРП проводили лишь в низкодебитных скважинах, однако начало девяностых годов за границей ознаменовалось применением гидроразрыва в скважинах высокого дебита. При применении гидроразрыва в высокодебитной скважине приоритетным считается получение

широких и укороченных трещин, которые могли бы проникать за границы кольматирующей зоны. Масштабы действия на ПЗС в пластах высокой проницаемости существенно ниже. При этой операции требуется небольшое количество оборудования по приготовлению рабочей жидкости, а закачка сопровождается сроками менее часа. Эффективность метода доказана на Ближнем Востоке, в Канаде, Индонезии, США [12].

Применение ГРП в отечественной практике датируется 1952 годом, а уже в период с 1958 по 1962 г. количество операций превысило 1500. В последние годы большим числом проведения ГРП характеризуется Западная Сибирь, т.к. наблюдается существенное снижение добычи углеводородов [6].

Процесс гидроразрыва включает две основные стадии по закачиванию жидкостей. Первая стадия сопровождается закачиванием в скважину первоначальной жидкости разрыва без проппанта. Такая жидкость носит название «подушки». Сквозь отверстия обсадной колонны, образованные после процесса перфорации, жидкость под давлением продавливается в породу с определенной скоростью, которой оказывается достаточно, чтобы разорвать пласт и образовать новые трещины [13]. На второй стадии закачивают жидкость-песконоситель, содержащую проппант. Благодаря ей сквазь перфорационные отверстия проппант доставляется в возникшую трещину. По завершении операции закачки трещина, наполненная проппантом, смыкается и удерживает в себе проппант что не дает проппанту выйти из нее при вымывании жидкости и при добыче.

Рассмотренный метод разрыва является традиционным. Также существует новый способ разрыва. При нем создается сеть открытых каналов, которые проходят сквозь набивку проппанта, и так увеличивают трещинную проводимость [14].

Таким образом, двумя основными материалами, закачиваемыми в скважину при ГРП, являются:

- 1) проппант;
- 2) жидкость гидроразрыва [10].

Эффект от операции разрыва обусловлен главным образом составом и физико-химическими свойствами выбранной жидкости разрыва. Основная цель применения жидкости разрыва – передача к забою энергии с полнотой, чтобы раскрылись трещины и наполнились жидкостью в месте назначения [2].

К качеству жидкостей, используемых при ГРП, предъявляются следующие требования:

– обладание динамической вязкостью, которой хватит, чтобы создать высокопродные трещины;

– низкая фильтруемость, что обеспечивает получение трещин требуемого размера с минимально возможными жидкостными затратами;

– способность увеличивать коллекторскую проницаемость;

– давление на трение должно теряться минимально при движении жидкости по трубам;

– после операции жидкости должны легко извлекаться из пород;

– наименьшая коррозионная активность;

– должны способствовать тому, чтобы песок равномерно размещался и закреплялся в трещинах [16].

Жидкости разрыва в добывающих скважинах – жидкости, с основой в виде углеводородов (нефть и переработанные продукты).

Скважины, нагнетающие жидкость, используют жидкости, с основой в виде воды. В основном вязкость жидкостей составляет 50–500 МПа·с. Жидкость продавливаться должна быть минимальной вязкости и с малым коэффициентом трения [6].

Проппант представляет из себя твердые частички, удерживающие трещины открытыми, не давая сомкнуться, а также сохраняющие образованные каналы, чтобы была возможность дренирования пласта скважиной.

Твердые частички сортируются по размерам и сферичности таким образом, чтобы создавался как можно более эффективный путь для притока в набивке из проппанта, по которому обеспечивался бы свободный сток в ствол скважины флюидов из пласта [10].

На данный момент в промышленности применяются следующие три вида проппанта:

- песок;
- проппант, обладающий средними прочностными свойствами;
- высокопрочный боксит, обладающий высокими прочностными свойствами [15].

Закачиваемый в трещину проппант должен иметь прочность, достаточную для выдерживания давления, которое возникает, когда закрывается трещина [18].

Если проппант способен удерживать трещинную ширину, не нарушая ее целостности, то обеспечивается высокая трещинная проницаемость, и полученной проводимости хватит, чтобы поддерживать скважинную производительность после обработки на высоком уровне [17].

Показатели трещины, закрепляемой проппантом, находятся в прямой зависимости от его свойств. Достаточно высоким является эффект от использования гидроразрыва с проппантом в песчаной и карбонатной породах [19].

Рассмотрим данные скважин Абдуллового месторождения, к которым был применен гидроразрыв с проппантом (табл. 1).

Таблица 1

Данные по ГРП на скважинах Абдуллового месторождения

Номера скважины	Параметры до ГРП			Параметры после ГРП			Фактический прирост после ГРП	
	$Q_n$ , т/сут	$Q_{ж}$ , м <sup>3</sup> /сут	Обводненность, %	$Q_n$ , т/сут	$Q_{ж}$ , м <sup>3</sup> /сут	Обводненность, %	$Q_n$ , т/сут	$Q_{ж}$ , м <sup>3</sup> /сут
2615	4,2	5	8	10,8	13,2	8,9	6,6	8,2
229РТМ	3	4,8	31	16	37	52	13	32,2
1825	1,5	3	45	13,9	31,4	51,1	12,4	28,4
1804	7,6	11,7	24	17,6	31,8	35	10	20,1
125РТМ	2,3	3,9	30	12,9	20,7	24,9	10,6	16,8
2183	1,3	2	25	14,2	23,5	27,1	12,9	21,5
153РТМ	0,9	1,4	25	11,3	19,1	28,3	10,4	17,7
2202	5,2	8,1	23	15,4	20,6	10	10,2	12,5
192РТМ	3,7	5,5	18	23,2	31	10	19,5	25,5
1803	5,1	7,3	16	25,6	39,9	22,7	20,5	32,6
217РТМ	1,3	2	25	15,5	41,7	55,3	14,2	39,7
2278	3,8	6,8	32	14,7	27	34,4	10,9	20,2

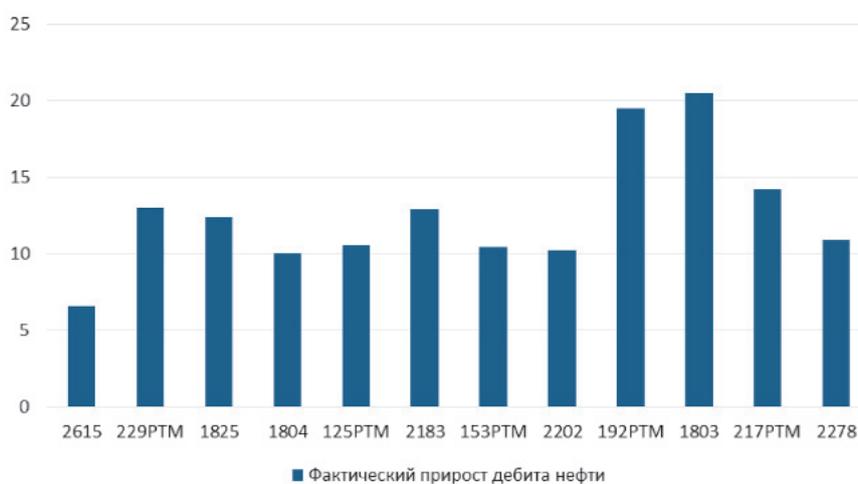


Рис. 1. Фактические приросты дебита нефти

Табл. 1 содержит данные о динамике ряда основных параметров добычи до и после проведения процесса.

Наглядно динамика основных показателей добычи показана на рис. 1 и 2.

Использование гидроразрыва с пропантом привело к существенному увеличению добычи нефти. Так, фактический прирост дебита нефти составил для скважин: 2615 – 6,6 т/сут, 229РТМ – 13 т/сут, 1825 – 12,4 т/сут, 1804 – 10 т/сут, 125РТМ – 10,6 т/сут, 2183 – 12,9 т/сут, 153РТМ – 10,4 т/сут, 2202 – 10,2 т/сут, 192РТМ – 19,5 т/сут, 1803 – 20,5 т/сут, 217РТМ – 14,2 т/сут, 2278 – 10,9 т/сут.

Это доказывает целесообразность и эффективность проведенных ГРП.

Особый интерес представляет проведение повторного ГРП на скважине 2223Б.

Табл. 2 содержит данные динамики ряда основных параметров добычи до и после гидроразрыва на скважине 2223Б в 2012 и 2013 годах (повторный ГРП).

На рис. 3 наглядно представлена динамика параметров первичного и вторичного ГРП.

По рис. 3, 4 мы можем судить о неэффективности применения вторичного ГРП на скважине 2223Б.

Наблюдается резкое снижение дебита нефти с 0,9 до 0,1 т/сут и значительное повышение обводненности с 30 до 95,9%.

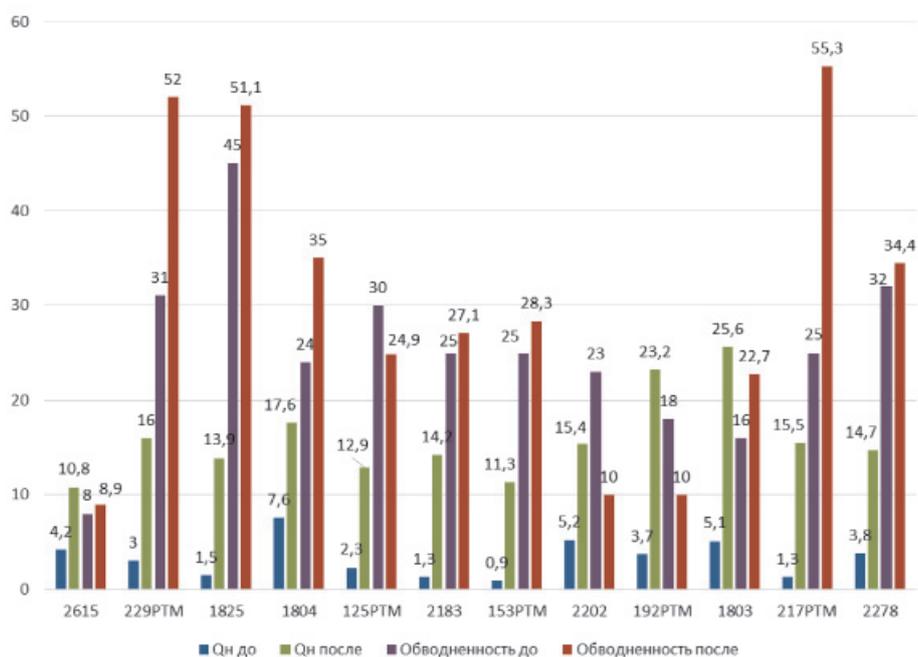


Рис. 2. Динамика основных показателей добычи до и после ГРП на скважинах Абдулловского месторождения

Таблица 2

Данные по ГРП на скважине 2223Б

Год проведения ГРП	Параметры до мероприятия			Параметры после мероприятия			Фактический прирост после ГРП	
	$Q_n$ , т/сут	$Q_{ж}$ , м <sup>3</sup> /сут	$W$ , %	$Q_n$ , т/сут	$Q_{ж}$ , м <sup>3</sup> /сут	$W$ , %	$Q_n$ , т/сут	$Q_{ж}$ , м <sup>3</sup> /сут
2012	1,4	2	17	14,2	24,6	30,4	12,8	22,6
2013	0,9	1,5	30	0,1	2,6	95,9	-0,8	1,1

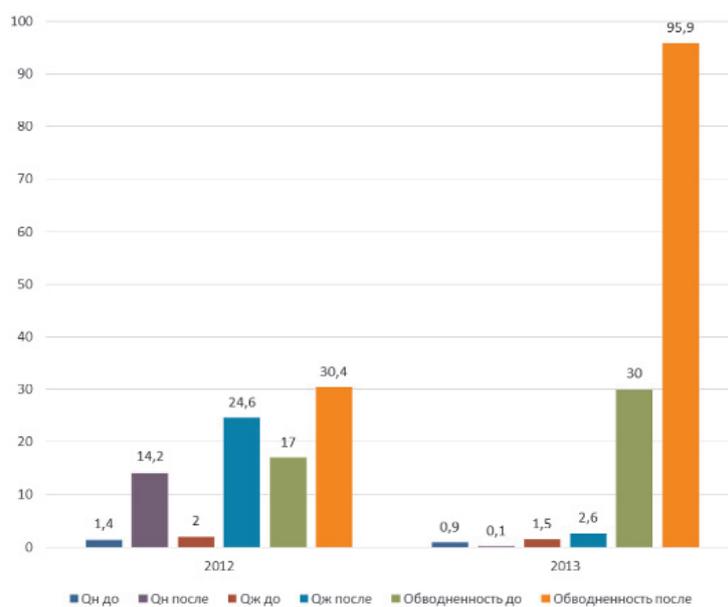


Рис. 3. Динамика основных показателей добычи первичного и вторичного ГРП скважины 2223Б

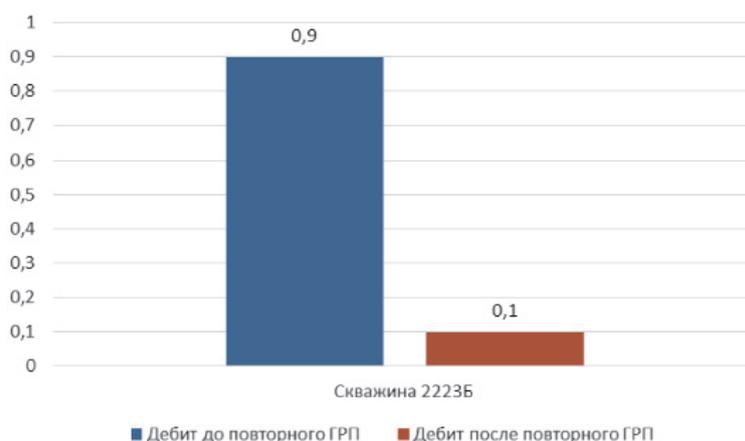


Рис. 4. Дебиты до и после ГРП скважины 2223Б

Использование гидроразрыва в высокодебитных газодобывающих скважинах часто ведет к выносу из пласта проппанта. Основные проблемы (проппант увлекается газом, оборудование подвергается эрозии, проппант откладывается в установках, предназначенных для сепарации, а также в других установках, располагаемых на поверхности), которые связаны с его выносом, имеют решение. Проблема выноса проппанта наиболее часто встречается в газовых, нежели в нефтяных, скважинах, т.к. осуществляется пробковый, а также турбулентный режимы течения газа, происходит его расширение и т.п. [7].

Решением данной проблемы может стать применение проппанта, покрытого смолой, который позволяет эффективно контролировать его вынос в нефтяных скважинах с высокими дебитами [9]. Также одним из решений данной проблемы является более тщательное проектирование оборудования, способного наиболее эффективно противостоять эрозии [19].

Рассматриваемая скважина является низкодебитной (дебит ниже 85 т/сут), поэтому к проблеме неэффективности проведенного на ней повторного ГРП в принципе не может быть отнесен вынос проппанта. В этом случае причиной может стать осаждение проппанта [20].

В скважинах с низким дебитом обсадная колонна может послужить местом, в котором будет осажаться проппант. Осаждение проппанта может привести к потере проводимости в пристволенной зоне, ведущей к тому, что добыча полностью прекратится, так как продуктивная зона полностью перекроется проппантом. Во избежание этой проблемы необходимы периодические промывки [3].

Причиной неудачи проведенного гидроразрыва может стать нерациональный выбор объема, скорости закачки проппанта и разрывных жидкостей [8]. Превышение критического давления, при достижении которого происходит разрыв экранов из глины, выполняющих роль отделителей нефтенасыщенных пластов от водонасыщенных, или превышение темпов изменения размера трещины, может привести к гидродинамическому контакту пластов с добывающей или нагнетательной скважинами. При таком контакте резко повышается обводненность скважинной продукции, снижается текущая добыча флюида [5].

К причинам понижения дебита после проведения повторного гидроразрыва можно отнести отклоняющее действие проппанта от первичного ГРП, извлечение в недостаточном количестве отработавшей жидкости ГРП, различные технологические причины в процессе гидроразрыва. Также на использование вторичного ГРП влияют особенности геологических и физических условий [4].

Также в качестве причины неэффективности вторичного ГРП можно назвать некорректную проектировку технологии использования вторичного гидроразрыва и неоптимальную работу скважинных оборудований [21].

Так, использование ГРП на Абдуловском месторождении привело к существенному росту нефтедобычи, что доказывает рациональность расчетов параметров процесса и корректный выбор оборудования и выполнения технологии процесса.

Вторично проведенный гидроразрыв на скважине 2223 Б не дал положительного эффекта, что обусловлено рядом

вышеназванных причин. Следовательно, перед применением повторного гидроразрыва к другим скважинам необходимы более тщательные расчеты параметров процесса, а также оптимизации режима работы скважинного обводнения.

### Список литературы

1. Амиров А.Д. Справочная книга по текущему и капитальному ремонту нефтяных и газовых скважин / А.Д. Амиров, К.А. Карапетов, Ф.Д. Лемберанский и др. – М.: Недра, 1979. – 309 с.
2. Каневская Р.Д. Математическое моделирование разработки месторождений нефти и газа с применением гидравлического разрыва пласта [Изоматериал]: к изучению дисциплины. – М.: Недра-Бизнесцентр, 1999. – 128 с.
3. Кевин Армстронг. Усовершенствованные рабочие жидкости для ГРП и улучшение экономических показателей скважин / Кевин Армстронг, Роджер Кард, Рейнальдо Наваррет и др. // Нефтегазовое обозрение. – 1999. – С. 46–63.
4. Митрофанова М.В. Анализ результатов двукратного гидроразрыва пласта через добывающие скважины // Труды РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2013. – № 2 (271). – С. 54–63.
5. Рабинович Е.В. Наземная локация микросейсмических сигналов для мониторинга гидравлического разрыва пласта / Е.В. Рабинович, А.С. Туркин, Ю.Л. Новаковский // Управление, вычислительная техника и информатика. – 2012. – № 1 (25). – С. 104–112.
6. Токунов, В.И. Технологические жидкости и сотавы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин / В.И. Токунов, А.З. Саушин. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2004. – 711 с.
7. Фаттахов И.Г. Интеграция дифференциальных задач интенсификации добычи нефти с прикладным программированием // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2012. – № 5. – С. 115–119.
8. Фаттахов И.Г. Классификация объектов разработки с использованием метода главных компонент // Нефтепромысловое дело. – 2009. – № 4 – С. 6–9.
9. Фаттахов И.Г. Систематизация причин прорыва воды в добывающие скважины Нефтепромысловое дело. – 2011. – № 12 – С. 17–19.
10. Эммануэль д'Юто. Гидроразрыв пласта с созданием открытых каналов: быстрый путь к добыче / Эммануэль д'Юто, Мэтт Гиллард, Мэтт Миллер, Алехандро Пенья, Джефф Джонсон и др. // Нефтегазовое обозрение. – 2011. – т. 23, № 3. – С. 4–21.
11. Юсифов Т.Ю. Вывод скважины из бездействия при помощи гидравлического разрыва пласта на Харампурском направлении ООО «Роснефть-Пурнефтегаз» / Т.Ю. Юсифов, А.В. Джабраилов, И.Д. Латыпов. // Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 8. – С. 58–59.
12. Юсифов Т.Ю. Гидроразрыв нефтяных пластов с низким давлением (на примере месторождений ООО «РН-Пурнефтегаз») // Нефтегазовое дело. – 2012. – № 3. – С. 179–184.
13. Юсифов Т.Ю. Комплексный подход к проектированию гидроразрыва глинистых пластов нефтяных месторождений (на примере БП14 Тарасовского месторождения ООО «РН-Пурнефтегаз») / Т.Ю. Юсифов, Р.М. Зизаев, А.В. Колода, А.А. Аскеров // Нефтегазовое дело. – 2012. – № 2. – С. 182–188.
14. Юсифов Т.Ю. Переориентация азимута трещины повторного гидроразрыва пласта с уменьшением массы пропантанта // тезисы докладов XIV научно-практической конференции «Геология и разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами». – С. 48.
15. Юсифов Т.Ю. Поэтапный контроль проведения геолого-технических мероприятий на поздней стадии разработки месторождений / Т.Ю. Юсифов, И.Г. Фаттахов, Р.Г. Маркова. // Научное обозрение. – 2014. – № 4. – С. 38–42.
16. Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Грезина О.А., Хаертдинова Л.И. Повторный гидроразрыв с уменьшением массы пропантанта // Научное обозрение. – 2014. – № 11–1. – С. 139–142.
17. Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Каримова Н.Г., Петрова Л.В., Сафиуллина А.Р. Влияние фронта нагнетаемых вод на эффективность гидроразрыва пласта // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. URL: www.science-education.ru/121-18959 (дата обращения: 07.06.2015).
18. Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Петрова Л.В., Нафикова Р.А., Герасимова А.В. Влияние комплексной технологии на эффективность нефтеотдачи пласта // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. URL: www.science-education.ru/121-18914 (дата обращения: 07.06.2015).
19. Alfred R. Jennings, Jr. P.E. Применение гидравлического разрыва пласта / Alfred R. Jennings, Jr. P.E.; пер. с англ. Д. Малахова. – 2003. – 168 с.
20. Bakhtizin R.N., Fattakhov I.G. Regulation ranks of associated water production decrease // Electronic scientific journal «Oil and Gas Business». – 2011. – Iss. 5. – P. 213–219.
21. Fattakhov I.G. The identification technique of oil well water invasion ways // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – № 3. – С. 160–164.

### References

1. Amirov A.D. Spravochnaja kniga po tekushhemu i kapitalnomu remontu nefjtjanyh i gazovyh skvazhin / A.D. Amirov, K.A. Karapetov, F.D. Lemberanskij i dr. M.: Nedra, 1979. 309 s.
2. Kanevskaja R.D. Matematicheskoe modelirovanie razrabotki mestorozhdenij nefiti i gaza s primeneniem gidravlicheskogo razryva plasta [Izomaterial]: k izucheniju discipliny. Moskva: Nedra-Biznescentr, 1999. 128 s.
3. Kevin Armstrong. Usovershenstvovannye rabochie zhidkosti dlja GRP i uluchshenie jekonomicheskij pokazatelej skvazhin. Rodzher Kard, Rejnaldo Navarret i dr. // Neftegazovoe obozrenie. 1999. pp. 46–63.
4. Mitrofanova M.V. Analiz rezultatov dvukratnogo gidrоразрыва plasta cherez dobyvajushhie skvazhiny [Tekst] / M.V. Mitrofanova. // Trudy RGU nefiti i gaza im. I.M. Gubkina. 2013. no. 2 (271). pp. 54–63.
5. Rabinovich, E.V. Nazemnaja lokacija mikrosejsmicheskij signalov dlja monitoringa gidravlicheskogo razryva plasta / E.V. Rabinovich, A.S. Turkin, Ju.L. Novakovskij. // Upravlenie, vychislitel'naja tehnika i informatika. 2012. no. 1 (25). pp. 104–112.
6. Tokunov, V.I. Tehnologicheskie zhidkosti i sotavy dlja povyshenija produktivnosti nefjtjanyh i gazovyh skvazhin / V.I. Tokunov, A.Z. Saushin. M.: ООО «Nedra Biznescentr», 2004. 711 p.
7. Fattahov I.G. Integracija differencialnyh zadach intensifikacii dobychi nefiti s prikladnym programmirovaniem // Izvestija vysshijh uchebnyh zavedenij. Neft i gaz. 2012. no. 5. pp. 115–119.
8. Fattahov I.G. Klassifikacija obektov razrabotki s ispolzovaniem metoda glavnyh komponent // Neftepromyslovoe delo. 2009. no. 4 pp. 6–9.
9. Fattahov I.G. Sistematizacija prichin proryva vody v dobyvajushhie skvazhiny Neftepromyslovoe delo. 2011. no. 12. pp. 17–19.
10. Jemmanujel dJuto. Gidrоразрыв plasta s sozdaniem otkrytyh kanalov: bystryj put k dobyche / Jemmanujel dJuto, Mjett Gillard, Mjett Miller, Alehandro Penja, Dzhеff Dzhonson i dr. // Neftegazovoe obozrenie. 2011. t. 23, no. 3. pp. 4–21.

11. Jusifov, T.Ju. Vyvod skvazhiny iz bezdejstvija pri pomoshhi gidravlicheskogo razryva plasta na Harampurskom napravlenii OOO «Rosneft-Purneftegaz» / T.Ju. Jusifov, A.V. Dzhabrailov, I.D. Latypov. // Neftjanoe hozjajstvo. 2010. no. 8. pp. 58–59.
12. Jusifov, T.Ju. Gidrorazryv neftjanyh plastov s nizkim davleniem (na primere mestorozhdenij OOO «RN-Purneftegaz») // Neftgazovoe delo. 2012. no. 3. pp. 179–184.
13. Jusifov, T.Ju. Kompleksnyj podhod k proektirovaniju gidrorazryva glinistyh plastov neftjanyh mestorozhdenij (na primere BP14 Tarasovskogo mestorozhdenija OOO «RN-Purneftegaz») / T.Ju. Jusifov, R.M. Zizaev, A.V. Koloda, A.A. Askerov // Neftgazovoe delo. 2012. no. 2. pp. 182–188.
14. Jusifov, T.Ju. Pereorientacija azimuta treshhiny povtorno gidrorazryva plasta s umensheniem massy propanta // tezisy dokladov XIV nauchno-prakticheskoj konferencii «Geologija i razrabotka mestorozhdenij s trudnoizvlekaemymi zasami». pp. 48.
15. Jusifov, T.Ju. Pojetapnyj kontrol provedenija geologo-tehnicheskikh meroprijatij na pozdnej stadii razrabotki mestorozhdenij / T.Ju. Jusifov, I.G. Fattahov, R.G. Markova. // Nauchnoe obozrenie. 2014. no. 4. pp. 38–42.
16. Jusifov T.Ju., Fattahov I.G., Jusifov Je.Ju., Grezina O.A., Haertdinova L.I. Povtornyj gidrorazryv s umensheniem massy propanta // Nauchnoe obozrenie. 2014. no. 11–1. pp. 139–142.
17. Jusifov T.Ju., Fattahov I.G., Jusifov Je.Ju., Karimova N.G., Petrova L.V., Safiullina A.R. Vlijanie fronta nagnetaemyh vod na jeffektivnost gidrorazryva plasta // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1. URL: www.science-education.ru/121-18959 (data obrashhenija: 07.06.2015).
18. Jusifov T.Ju., Fattahov I.G., Jusifov Je.Ju., Petrova L.V., Nafikova R.A., Gerasimova A.V. Vlijanie kompleksnoj tehnologii na jeffektivnost nefteotdachi plasta // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. no. 1. URL: www.science-education.ru/121-18914 (data obrashhenija: 07.06.2015).
19. Alfred R. Jennings, Jr. P.E. Primenenie gidravlicheskogo razryva plasta [Tekst] / Alfred R. Jennings, Jr. P.E.; per. s ang. D. Malahova. 2003. 168 p.
20. Bakhtizin R.N., Fattakhov I.G. Regulation ranks of associated water production decrease // Electronic scientific journal «Oil and Gas Business». 2011. Iss. 5. pp. 213–219.
21. Fattakhov I.G. The identification technique of oil well water invasion ways // Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «Neftgazovoe delo». 2011. no. 3. pp. 160–164.

**Рецензенты:**

Арсланов И.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Механика и технология машиностроения», ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» филиал, г. Октябрьский;

Галлямов И.И., д.т.н., профессор, кафедра «Информационные технологии математических и естественных наук», ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» филиал, г. Октябрьский.