

## УВЕЛИЧЕНИЕ ИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ НЕТРАДИЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Юсифов Т.Ю.<sup>1</sup>, Фаттахов И.Г.<sup>2</sup>, Хакимова А.И.<sup>2</sup>, Ахметшина Д.И.<sup>2</sup>, Сафиуллина А.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Роснефть — Уфимский научно-исследовательский и проектный институт», YusifovTY@ufanipi.ru

<sup>2</sup> Филиал ФГБОУ ВПО УГНТУ в г. Октябрьском, i-fattakhov@rambler.ru

В данной статье рассмотрен вопрос увеличения нефтедобычи на западносибирских месторождениях, эксплуатируемых на завершающем этапе разработки. Месторождения характеризуются сложными условиями разработки, поэтому возникает необходимость принятия мер по применению нетрадиционных методов воздействия на призабойную зону пласта (ПЗП). В статье показаны итоги практического решения вопроса применения гидравлического разрыва пласта (ГРП) в осложненных условиях, которые оказались положительными и позволили уменьшить обводненность и увеличить коэффициент охвата пласта разработкой. Рассмотрены методики «ГРП на скважинах с низким пластовым давлением», «ГРП с уменьшением массы проппанта», успешно применяемые на практике. Эти методы позволяют разрабатывать участки, ранее считавшиеся нерентабельными. Позитивные результаты внедрения новых методов позволяют планировать применение ГРП на месторождениях, которые нуждаются в применении нетрадиционных мер по улучшению состояния разработки.

Ключевые слова: гидроразрыв пласта, интенсификация добычи, нетрадиционные методы, методики ГРП, сложные геологические условия

## ENHANCEMENT OF RECOVERABLE OIL RESERVES BY UNCONVENTIONAL METHODS IN THE WEST SIBERIAN OILFIELDS

Yusifov T.Y.<sup>1</sup>, Fattakhov I.G.<sup>2</sup>, Khakimova A.I.<sup>2</sup>, Akhmetshina D.I.<sup>2</sup>, Safiullina A.R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>"Rosneft - Ufa Scientific Research and Design Institute", YusifovTY@ufanipi.ru

<sup>2</sup>FSBEI HPO "Ufa State Petroleum Technological University" branch in Oktyabrsky city, i-fattakhov@rambler.ru

The article deals with the problem of oil recovery enhancement in the West Siberian oilfields operated at the final stage of oil development. The oilfields are characterized by complex development conditions thus a demand in application of unconventional methods of treating a bottom-hole formation zone arises. The paper provides positive results of practical solution to the problem of application of hydraulic fracturing (HF) under complicated conditions. The results made it possible to reduce water cut and improve sweep efficiency. Successfully employed methods of hydraulic fracturing applied to wells with low formation pressure and hydraulic fracturing with reduction in proppant amount are considered. These methods allow to develop new areas that previously were considered unprofitable. Favorable results of implementation of new methods allow to plan application of hydraulic fracturing to oilfields in need of unconventional measures of improving development conditions.

Keywords: hydraulic fracturing, oil recovery enhancement, unconventional methods, methods of hydraulic fracturing, complicated geological conditions

Стимуляция процесса нефтедобычи и повышение коэффициента нефтеотдачи пластов являются основными задачами для всех нефтегазодобывающих компаний мира. Чтобы увеличить эффективность разработки месторождений, особенно на позднем этапе эксплуатации, необходимы принципиально новые методы воздействия на пласты-коллекторы. Один из способов стимуляции притока — гидравлический разрыв пласта (ГРП), его применение в сложных геологических условиях требует особого подхода.

Снижение к настоящему моменту количества применения ГРП на месторождениях Западной Сибири вызвано тем, что уменьшается число скважин, к которым можно было бы применить гидроразрыв. Крупные месторождения, разработка которых ведется на последнем этапе, обладают высоким водосодержанием, фронтом нагнетаемых вод (ФНВ), аномально низки

м пластовым давлением (АНПД), что определяет необходимость мер по поиску, созданию, в ведению в промышленное использование нетрадиционных способов действия на призабойную зону скважины. Таким образом, технологию ГРП необходимо совершенствовать в соответствии с условиями, в которых ведется добыча, особенно на поздних этапах разработки. Верно выбранная скважина и технология могут существенно повысить дебиты нефти скважин, подвергнутых обработке, даже при сложных эксплуатационных условиях [18].

Сложность нахождения метода, оптимального для рассматриваемого объекта в каждом конкретном случае, обусловлена условиями добычи и различными трудностями, возникающими в процессе ГРП [3].

Анализ существующих проблем привел к практическому решению вопроса о проведении ГРП при нестандартных условиях. В итоге были обоснованы и применены гидроразрывы на высокообводненном скважинном фонде, на котором процент содержания воды достигает 99%. В результате проведения ГРП в большинстве скважин процент обводненности значительно снижается. Гидроразрыв увеличивает коэффициент охвата активизированной пластовой области, трещина проникает в области залежей, которые раньше были слабодренлируемыми, газонасыщенный флюид продвигается по трещине в околоскважинную область, нефтеподвижность увеличивается, в процессе обводненность продукции падает [13].

Кроме того, успешно реализуется методика «ГРП на скважинах с АНПД», цель которой — создание гидродинамической связи между областями высокого и низкого давлений. Зона высокого давления — это зона закачки, зона низкого давления — это околоскважинная область скважины, осуществляющей добычу. Деформацию продуктивных пластов, особенно в ПЗП, может вызывать повышение геостатического давления, возникшее из-за уменьшения пластового и забойного давлений. При значении давления насыщения выше забойного в пласте начинает выделяться свободный газ, в результате чего уменьшается эффективная проницаемость, в зоне около скважины образуется непроницаемое кольцо. Область, в которой нарушена проницаемость, — это та область, в которой необходимо достичь цели ГРП — создать в этой зоне канал с высокой проницаемостью. Продуктивность скважины повысится, если возможно получить при операции наполненную пропантом трещину, которая будет проходить через поврежденную зону, и добиться снижения величины давления до нормального значения градиента гидродинамического давления. Важным условием для того, чтобы к скважине был обеспечен приток нефти, является достаточное значение величины пластового давления [14].

В результате гидравлического разрыва искусственно созданная трещина гидродинамически соединяет удаленную, ранее не вовлеченную в разработку зону пласта с

зоной нахождения добывающей скважины. Вследствие этого неэффективная закачка превращается в эффективную; изменив направление, вода с остаточной нефтью вытесняется в сторону трещины, флюид по высокопроницаемым каналам поступает в скважину, осуществляющую добычу, дебит стабилизируется [19].

Также успешно применяется новый аспект осуществления ГРП в областях ФНВ — «ГРП с уменьшением массы проппанта» [17]. По большей части ГРП в области ФНВ применять не принято, ведь возникают опасения по поводу того, что трещина может прорваться в закачиваемую воду.

Тем не менее в пластах, насыщенных нефтью и различающихся высокими значениями разнородности и низкими – проницаемости, применение ГРП в областях с ФНВ дает благоприятный эффект. Напротив, в однородных пластах-коллекторах применение ГРП может довести до негативных результатов, которые связаны с резко скачущим увеличением обводненности [3].

Во время эксплуатации залежи с преобразованными пластовыми свойствами трещина ГРП при дальнейших гидроразрывах изменяет свою траекторию и движется в другую сторону в отношении предыдущего положения. Изменение ориентации ее азимута при повторном ГРП вызвано тем, что меняются ориентации близрасположенных напряжений, существование которых объясняется долговременной эксплуатацией скважин [16].

Использование повторного ГРП со снижением количества проппанта вызвано близлежащим расположением ФНВ и применяется для предотвращения возможности прохождения трещины в закачиваемую воду [11].

Применение рефрака способствует увеличению скорости добычи, которое вызвано геометрическим ростом трещины в связи с увеличением количества проппанта. Как показала практика, этот метод сосредотачивается на создании необходимой площади, позволяющей получить наибольшую добычу без прорыва в воду закачки при наиболее низкой стоимости операции [1].

Метод открывает новые перспективные участки и успешно применяется в практике. В процессе эксплуатации пласта его геомеханические свойства меняются, точки напряжения перемещаются, в результате применение операции приводит к изменению ориентации трещины, снижению рисков того, что она прорвется в закачиваемую воду. Данный метод дает возможность реализовать ГРП на ранее нерентабельных зонах, где названные риски при классическом проведении операции ГРП были бы максимальны [17].

Позитивные результаты внедрения новых методов позволяют планировать применение ГРП в сложный период эксплуатации залежей, на западносибирских месторождениях, которые нуждаются в применении нетрадиционных мер по улучшению состояния разработки, и способствуют повышению конечной нефтеотдачи пластов.

Следует отметить, что вышеперечисленные нами методы уже успешно применяются крупными нефтяными компаниями страны и могут быть использованы также мировыми нефтегазовыми компаниями в целях совершенствования проектов интенсификации нефтепритока и проектов повышения КИН.

### Список литературы

1. Паняк С.Г. Модернизированная методика повторного гидроразрыва пласта / С.Г. Паняк, А.А. Аскеров // Международная научно-практическая конференция «Уральская горная школа – регионам», г. Екатеринбург, 20–21 апреля 2015 г. (Уральская горнопромышленная декада, г. Екатеринбург, 13–22 апреля 2015 г.): сборник докладов / Оргкомитет: Н.Г. Валиев (отв. за выпуск) [и др.]; Уральский государственный горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. — С. 72–73.
2. Фаттахов И.Г. Влияние комплексной технологии на эффективность нефтеотдачи пласта / Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Петрова Л.В., Нафикова Р.А., Герасимова А.В. // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1; <http://www.science-education.ru/121-18914>.
3. Фаттахов И.Г. Влияние фронта нагнетаемых вод на эффективность гидроразрыва пласта / Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Каримова Н.Г., Петрова Л.В., Сафиуллина А.Р. // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — №1; <http://www.science-education.ru/121-18959>.
4. Фаттахов И.Г. Вопрос макрорегулирования ограничения добычи воды на примере циклического заводнения / Фаттахов И.Г., Кулешова Л.С., Фарухшин И.Ф. // Нефтепромысловое дело. — 2012. — № 3. — С. 28–29.
5. Фаттахов И.Г. Диагностический анализ вопроса эффективности проведения гидравлического разрыва пласта / Фаттахов И.Г., Малышев П.М., Шакурова А.Ф., Шакурова А.Ф., Сафиуллина А.Р. // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 2. — С. 6023–6029. [http://rae.ru/fs/pdf/2015/2015\\_02\\_27.pdf](http://rae.ru/fs/pdf/2015/2015_02_27.pdf).
6. Фаттахов И.Г. Изоляция водопритока в скважинах посредством применения гелеобразующих составов / И.Г. Фаттахов, Р.Р. Кадыров, А.С. Галушка // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 6; URL: [www.science-education.ru/120-16995](http://www.science-education.ru/120-16995).
7. Фаттахов И.Г. Интеграция дифференциальных задач интенсификации добычи нефти с прикладным программированием / Фаттахов И.Г. // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. — 2012. — № 5. — С. 115–119.

8. Фаттахов И.Г. Методы оценки текущего энергетического состояния пласта, определения профиля притока, техсостояния колонны / И.Г. Фаттахов, Р.Р. Степанова, О.А. Грезина, А.В. Герасимова // Научное обозрение. — 2014. — № 8. — С. 76–88.
9. Фаттахов И.Г. Модельные испытания водоизолирующей способности нефтесилорной эмульсии / Фаттахов И. Г., Кадыров Р. Р., Степанова Р. Р., Рамазанова Ю. А. // Научное обозрение. — 2014. — № 12\_1. — С. 182–186.
10. Фаттахов И.Г. Своевременная диагностика работы скважин с применением коэффициента Джини и значений энтропии пластовой системы / Фаттахов И.Г., Кадыров Р.Р., Лысенков А.В., Кулешова Л.С., Хаертдинова Л.И. // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 2; <http://www.science-education.ru/122-20728>.
11. Фаттахов И.Г. Систематизация причин прорыва воды в добывающие скважины // Нефтепромысловое дело. — 2011. — № 12. — С. 17–19.
12. Фаттахов И.Г. Классификация объектов разработки с использованием метода главных компонент / И.Г. Фаттахов // Нефтепромысловое дело. — 2009. — № 4. — С. 6–9.
13. 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.
14. Юсифов Т.Ю. Гидроразрыв нефтяных пластов с низким давлением (на примере месторождений ООО «РН-Пурнефтегаз») // «Нефтегазовое дело». — 2012. — № 3. — С. 179–184.
15. Юсифов Т.Ю., Попов В.Г., Фаттахов И.Г., Сафиуллина А.Р., Исмаилов Ф.С. Гидроразрыв пласта и его эффективное применение // Научное обозрение. 2015. — № 8. — С. 23–28.
16. Юсифов Т.Ю. Переориентация азимута трещины повторного гидроразрыва пласта с уменьшением массы проппанта [Текст]: // тезисы докладов XIV научно-практической конференции «Геология и разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами». — С. 48.
17. Юсифов Т.Ю. Повторный гидроразрыв с уменьшением массы проппанта / Т.Ю. Юсифов, И.Г. Фаттахов, Э.Ю. Юсифов, О.А. Грезина, Л.И. Хаертдинова // Научное обозрение. — 2014. — № 11-1. — С. 139–142.
18. Юсифов Т.Ю. Повышение эффективности доизвлечения запасов с применением гидроразрыва на поздней стадии разработки нефтяных месторождений [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (25.00.17) / Юсифов Теюб Юсиф Оглы. — Уфа: ИПТЭР, 2014. — 23 с.

19. 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.

**Рецензенты:**

Арсланов И.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Механика и технология машиностроения» Федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» филиал в г. Октябрьском, Республика Башкортостан, г. Октябрьский;

Кнеллер Л.Е., д.т.н., профессор, зам. генерального директора по научной работе открытого акционерного общества научно-производственного предприятия «ВНИИГИС», Республика Башкортостан, г. Октябрьский.