

## ВЛИЯНИЕ ФРОНТА НАГНЕТАЕМЫХ ВОД НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА

Юсифов Т.Ю.<sup>1</sup>, Фаттахов И.Г.<sup>2</sup>, Юсифов Э.Ю.<sup>3</sup>, Каримова Н.Г.<sup>4</sup>, Петрова Л.В.<sup>2</sup>, Сафиуллина А.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «РН-УфаНИПИнефть», e-mail: YusifovTY@ufanipi.ru

<sup>2</sup> Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Октябрьский,

<sup>3</sup> ГУВПО БРУ, г. Могилёв,

<sup>4</sup> ГБОУ ВПО АГНИ, г. Альметьевск

---

В работе продемонстрирован опыт применения гидроразрыва пласта (ГРП) на площадях фронта вод, которые нагнетаются скважинами. Выявлена зависимость эффективности ГРП от характера распространения водозащиты скважинами по поддержанию пластового давления (ППД). Разработан подход для интенсификации притока жидкости к скважинам. Произведено сравнение эффектов от использования ГРП при статическом (СФНВ) и динамическом фронте нагнетаемых вод (ДФНВ). Рассмотрен способ минимизации отрицательного воздействия фронта нагнетаемых вод (ФНВ) на эффект от ГРП, для уменьшения риска прорывания гидроразрывной трещины после гидроразрыва в участок закачки воды ППД. Выявлена перспективность использования ГРП в скважинах с ФНВ. Выявлены факторы, обуславливающие обоснованность использования ГРП в участках СФНВ. Оценен результат внедренного ГРП на площадях ФНВ в неоднородных и однородных продуктивных пластах - коллекторах.

---

Ключевые слова: гидроразрыв пласта (ГРП), фронт нагнетаемых вод (ФНВ), статический фронт нагнетаемых вод (СФНВ), динамический фронт нагнетаемых вод (ДФНВ), влияние ФНВ на ГРП, поддержание пластового давления (ППД).

## FRONT IMPACT ON THE EFFICIENCY OF INJECTION WATER FRACTURING

Yusifov T.Y.<sup>1</sup>, Fattakhov I.G.<sup>2</sup>, Yusifov E.Y.<sup>3</sup>, Karimova N.G.<sup>4</sup>, Petrova L.V.<sup>2</sup>, Safiullina A.R.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> FSBEI of HPE "Ufa State Petroleum Technological University" branch in Oktyabrsky city, Oktyabrsky, Russia

<sup>3</sup> State Institution of Higher Professional Education "Belarusian-Russian University" in Mogilev

<sup>4</sup> SBEI of HPE Almeteyevsk State Oil Institute

---

The paper demonstrated experience with hydraulic fracturing (HF) on the areas of the front water that is pumped into wells. The dependence of the efficiency of hydraulic fracturing on the nature of the spread of water-injection wells to maintain reservoir pressure (RP). An approach for stimulation fluid to the wells. Comparison of the effects of the use of hydraulic fracturing under static (SFIW) and dynamic front injection water (DFIW). The way to minimize the negative impact of the injected water front (FIW) on the effects of hydraulic fracturing, to reduce the risk of breaking through the cracks after fracturing lot of water injection pressure maintenance. Identifying promising use of hydraulic fracturing in wells with FIW. The factors causing the validity of the use of hydraulic fracturing in areas of the SFIW. Evaluate the results of the EMG embedded in the squares FIW in heterogeneous and homogeneous productive reservoir beds.

---

Keywords: hydraulic fracturing (HF), the front of injected water (FIW), static front injection water (SFIW), dynamic front injection water (DFIW), FIW influence on hydraulic fracturing, reservoir pressure (RP).

Гидроразрыв стимулирующе воздействует на режим притока флюида в околоскважинный участок, что способствует повышению продуктивности. На нефтегазовых залежах Западной Сибири, которые разрабатываются на завершающих этапах, обводнёность продукции стремительно растёт и в большинстве случаев снижается эффективность применения ГРП. Завершающий этап эксплуатации нефтяных залежей характеризуется повышением обводнённости добываемой продукции и значительным

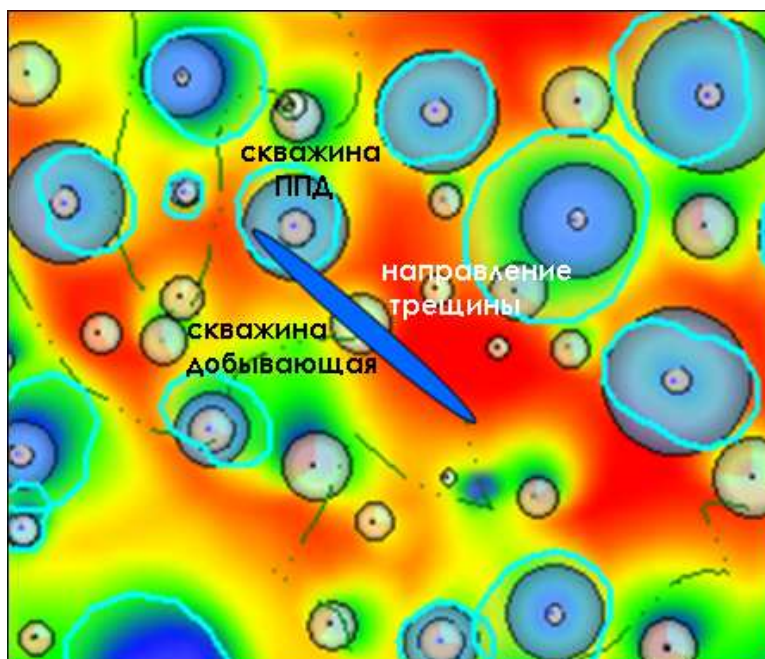
изменением условий для применения геолого-технических мероприятий (ГТМ). ГТМ проводятся на всех этапах разработки месторождений, но особенно актуально на завершающих этапах для поддержания уровня добычи. Проведение ГТМ на обводняющихся залежах должно быть направлено на регулирование разработки и обеспечение максимальной нефтеотдачи пластов [12].

Оценка эффективности ГТМ на западносибирских залежах в целом позволила выявить, что эффективность зависит от объёма и характера ФНВ. В результате установлено, что при статическом фронте нагнетаемых вод (СФНВ) эффект от использования ГРП больше в сравнении с динамическим (ДФНВ). В общепринятой практике использовать ГРП на площадях ФНВ считается не целесообразным из-за риска прорыва искусственно созданной трещины в воду закачки [1]. Но обоснованность использования ГРП в участках СФНВ обусловлена следующими факторами: а) закачивание в этой части залежи уже многие годы не ведётся, б) остаточные извлекаемые запасы присутствуют, в) так как многие добывающие скважины бездействуют, происходит миграция к ним нефти, г) давление между площадями откачки и закачки выровнено.

Статический фронт нагнетаемых вод – это недвижимый объём закаченных вод в объеме пласта, скважины ППД находятся в бездействии [6]. Остановка скважин, которые нагнетают воду, приводит к тому, что нефть, поступающая из мало выработанных участков, начинает вытеснять из заводненных прослоек подвижную воду, ведущее, в свою очередь, к тому, что заводнение вкупе с давлением по площади залежи выравниваются, вода переходит в неподвижное состояние.

Динамический фронт нагнетаемых вод – скважины ППД работают, вода в пласте подвижная под воздействием высокого давления из поверхности [6].

Горные породы залежей находятся в определенном напряженном состоянии в зависимости от различных факторов, вызванном собственным весом, с учётом глубины залегания, характером пород, региональной тектоникой др. [11]. В результате того, что скважинами ППД закачивается большой объём воды, под приливным воздействием закачки напряжение породы меняется, и гидроразрывная трещина, созданная с применением данного метода, двигается в сторону большого напряжения [9] (рисунок 1).

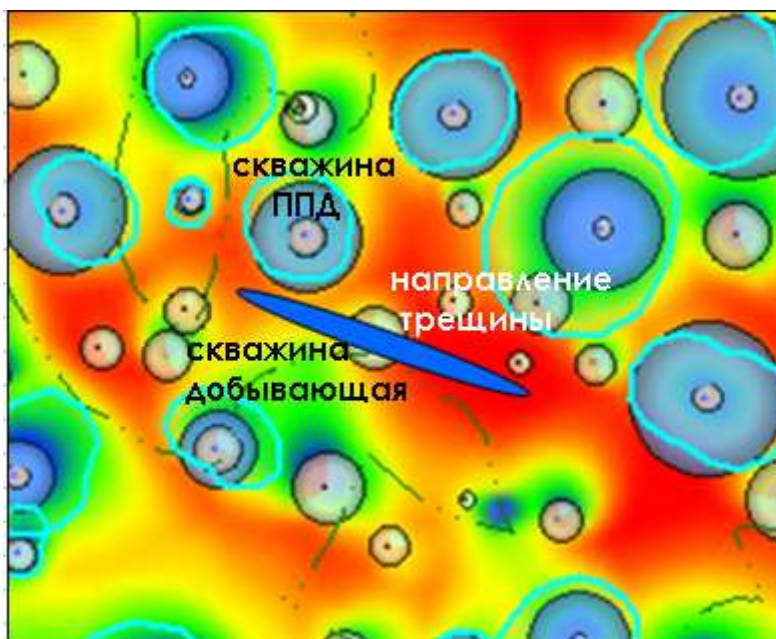


*Рис.1. Карта геология и добыча (ГиД) ДФНВ, трещина ГРП прорывается в воду закачки*

Необходимо указать, что в нефтенасыщенных пластах, которые по связности отличаются сильной разнородностью и обладают низкой проницаемостью, употребление ГРП на площадях ФНВ даёт положительный результат. Наоборот, однородные продуктивные коллектора, которые приближены к нагнетанию, а также к увеличению глубины обработки, способны прийти к отрицательным последствиям, которые связаны со скачкообразным повышением обводненности.

В последнее время число проведённых на западносибирских залежах операций ГРП значительно снижается, что обусловлено уменьшением потенциального скважинного фонда, на котором возможно использование ГРП. Но методика гидроразрыва нуждается в совершенствовании, сообразно условиям добычи, особенно на завершающих этапах эксплуатации месторождений [7]. Один из главных способов увеличения эффекта от ГРП – усовершенствование методики проектирования. Нахождение оптимальных методик ГРП сложно из-за существенных трудностей, возникающих условий добычи. Наиболее влиятельные черты каждой методики устанавливают их возможности для повышения добычи и нефтеотдачи [8].

Итак, в зонах расположения скважин, нагнетающих воды, в пласте повышается давление, происходит выравнивание давления после их остановки. Именно вследствие того, что закачиваемые воды неподвижны, эти зоны рассматривались как СФНВ, и его наличие привело к решению об использовании ГРП в скважинах с ФНВ, что было подтверждено практическими итогами (рисунок 2).



*Рис.2. СФНВ, трещина ГРП не прорывается в воду закачки*

Скважины, которые находились в участках СФНВ, подверглись ГРП, перестали считаться законсервированными и начали работать. Техническим результатом данного подхода является обоснование экономической рациональности использования ГРП на площадях разрабатываемых залежей с ФНВ, основанное на точном определении фильтрационно-ёмкостных характеристик пластов. Возможность внедрения ГРП на площадях с фронтом закачиваемой воды, позволит расширить спектр действий по стимуляции добычи в залежах, которые разрабатываются на завершающих этапах.

### **Выводы**

1. Показана зависимость эффективности использования ГРП от характера и объёма ФНВ.
2. Определена минимальность риска прорыва в воду закачки при СФНВ, при динамическом ФНВ прорыв трещиной в воду закачки при ГРП увеличивается.
3. Вследствие динамичного снижения количества скважин, подходящих для использования ГРП, на западносибирских залежах, разрабатываемых на завершающих этапах, разработанный подход актуален для интенсификации притока жидкости к скважинам, а также открываются перспективы для проведения гидроразрыва на скважинах с ФНВ.

### **Список литературы**

1. Мирзаджанзаде, А.Х. Моделирование процессов нефтегазодобычи. Нелинейность, неравновесность, неопределенность. / А.Х. Мирзаджанзаде, М.М. Хасанов, Р.Н. Бахтизин. - Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 368 с.

2. Фаттахов И.Г. Интеграция дифференциальных задач интенсификации добычи нефти с прикладным программированием // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 5. С. 115-119.
3. Фаттахов И.Г. Классификация объектов разработки с использованием метода главных компонент // Нефтепромысловое дело. 2009. № 4. С. 6-9.
4. Фаттахов И.Г., Степанова Р.Р., Грезина О.А., Герасимова А.В. Методы оценки текущего энергетического состояния пласта, определения профиля притока, техсостояния колонны // Научное обозрение. 2014. № 8-1. С. 76-88.
5. Фаттахов И.Г. Систематизация причин прорыва воды в добывающие скважины. Нефтепромысловое дело. 2011. № 12. С. 17-19.
6. 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.
7. Юсифов, Т.Ю. Гидроразрыв нефтяных пластов с низким давлением (на примере месторождений ООО «РН-Пурнефтегаз») // Нефтегазовое дело. 2012. - № 3. - С. 179-184.
8. 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.
9. Юсифов, Т.Ю. Переориентация азимута трещины повторного гидроразрыва пласта с уменьшением массы пропанта [Текст]: // тезисы докладов XIV научно-практической конференции «Геология и разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами». - С. 48.
10. Юсифов Т.Ю., Фаттахов И.Г., Юсифов Э.Ю., Грезина О.А., Хаертдинова Л.И. Повторный гидроразрыв с уменьшением массы пропанта // Научное обозрение. 2014. № 11-1. С. 139-142.
11. 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.
12. 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.
13. Fattakhov I.G. The identification technique of oil well water invasion ways // Электронный научный журнал. Нефтегазовое дело. 2011. № 3. С. 160-164.

**Рецензенты:**

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

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