

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Повсеместно распространенный в наше время локальный гидроразрыв пласта (ГРП) в нефтяной промышленности расценивается как один из эффективных способов воздействия на призабойную зону скважин и как метод, увеличивающий приток нефти. Метод основан на механизме распространения и формирования трещин в горных породах и при единичном, и неоднократном ГРП. Изданные труды по ГРП во многом имеют отношение к вертикальным скважинам, а данных и практики выполнения гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах, в особенности при многократном гидроразрыве пласта (МГРП), довольно ограничены. Это вызвано с тем, что процессы и теоретические изыскания результативности использования МГРП в условиях горизонтальных скважинах при анизотропности неоднородного коллектора, и установление оптимального числа стадий гидроразрыва с оценкой расстояний между формируемыми трещинами недостаточно исследованы. В связи с увеличением применения многократного гидроразрыва пласта необходимость теоретических изысканий усиливается. Например, на основе данных опытных работ, на С месторождении, при повторном гидроразрыве пласта от первого результативность снижается на 17 %, а при третьем - на 30...35 %. В связи с чем появилась необходимость разработать новые критерии успешности использования многократного гидроразрыва пласта в комплексе влияния на пласт для применения в промысловых условиях.

Цель работы – улучшение технологии многостадийного гидроразрыва пласта в анизотропном неоднородном нефтенасыщенном коллекторе с целью увеличения притока нефти.

Основные задачи исследований:

- Анализ имеющихся технологий применения гидроразрыва в России и за границей;
- Оценка важнейших параметров технологий ГРП и раскрытие причин их малой результативности;

- Теоретические исследования результативности использования многостадийного гидроразрыва пласта в глинизированных нефтенасыщенных коллекторах, в горизонтальной скважине;

- Определение лучшей схемы проведения четырехстадийного гидроразрыва пласта в горизонтальной скважине;

- Формирование критериев результативности использования метода бурения горизонтальных скважин с многоступенчатым ГРП;

Методы решения определенных задач.

Для решения определенных в данной работе задач, применялись методы численного решения промысловых задач. А моделирование разработок реального месторождения горизонтальными скважинами произведено с помощью симулятора «Tempest-More». Расчет некоторых технологических показателей выработки запасов нефти залежи осуществлены с использованием вычислительной техники. Итоги применения технологий гидроразрыва пласта в горизонтальных скважинах обобщены по промысловым данным.

По итогам работы, основываясь на анализ фактического материала и осуществленных теоретических изысканий представлена методика выполнения расчета единого параметра эффективности многостадийного гидроразрыва пласта, делящая так же факторы успешности на технологические, геологические и конструкционные группы. Выделены семь критериев успешности.

В ходе проведения численных исследований технологий многостадийного ГРП выявлена пороговая результативность количества воздействий на неоднородный анизотропный нефтенасыщенный коллектор с гидроразрывом пласта не более четырёх, а также расстояния положения точек воздействия, по длине горизонтального участка ствола пропорционально числу воздействий.

При выработке глинизированных коллекторов типа «рябчик», использование МГРП в горизонтальной скважине, с её проводкой в наиболее продуктивной части пласта, обладает преимуществом перед наклонной горизонтальной скважиной, охватывающей все пропластки.

Мероприятия, включающие работы по технологиям МГРП в горизонтальных скважинах, дадут возможность дополнительно добывать нефти с высоким экономическим эффектом.

## АННОТАЦИЯ

Актуальность проблемы. В качестве одной из эффективных технологий воздействия на пласт, с целью увеличения притока нефти, в наше время прослеживается тенденция широкого применения локального гидроразрыва пласта (ГПР). Но используемые технологии не до конца изучены и отработаны.

Цель работы – рассмотреть и проанализировать опыт применения технологий гидроразрыва пласта и, с целью увеличения притока нефти, предложить пути совершенствования технологий многостадийного гидроразрыва пласта в анизотропном неоднородном нефтенасыщенном коллекторе.

**Во введении** доказана актуальность вопроса, выражены цель работы и главные задачи проведения исследования, приведены главные положения, выдвинутые на защиту, представлены практическая ценность и научная новизна работы.

**В первой главе** рассмотрен опыт применения ГРП на нефтяных месторождениях России и за границей, расписаны основные понятия механизма гидравлического разрыва пласта.

**Во второй главе** оценивается ресурсная база углеводородов и состояние выработки запасов по ОАО «С-М». Выявлено, что на большинстве месторождений малые темпы извлечения запасов нефти и текущие коэффициенты извлечения нефти. Также подмечено, что, вопреки высокому объему внедрения технологий гидроразрыва пласта, на многих месторождениях степень результативности ГРП остается малой.

Замечено, что после проведения гидроразрыва пласта обводненность большинства скважин увеличилась. В ходе применения ГРП повышаются дебиты нефти и жидкости. По рассматриваемым скважинам средняя обводненность

до ГРП составляла 33 %, после ГРП – 44 %. Вопреки росту обводненности, повышение дебита превышало начальные значения.

Воспользовавшись методом регрессионного анализа, мы получили статистически зависимую модель коэффициента эффективности гидроразрыва пласта от некоторых исходных параметров с корреляционным коэффициентом  $R^2 = 0,86$ , позволяющую предсказывать эффект от гидроразрыва пласта.

**В третьей главе** показаны результаты теоретических изысканий и практики выявления критериев успешного проведения МГРП в горизонтальных скважинах. Представлена методика расчета и обоснования общего параметра эффективности оценки успешности МГРП.

Поставленная задача была решена с помощью аналитики фактически выполненных операций МГРП в пластах «рябчикового» типа в горизонтальных скважинах С месторождения.

Выполнена оценка успешно пробуренных горизонтальных скважин с ГРП, при условии влияния анизотропных свойств пласта, в том числе с учетом анизотропии проницаемости коллектора.

По мере выполненных исследований выявлено, что латеральная анизотропия проницаемости коллектора  $AB_1^{1-2}$  С месторождения в высокой степени влияет на характеристики горизонтальных скважин в плане добычи.

Так же было проведено исследование влияния на технологические показатели работы горизонтальной скважины типа ее профиля ствола.

Для поиска наиболее эффективного типа проводки горизонтального ствола, была произведена группировка скважин по параметрам. Этот подход дал возможность при стандартных принятых условиях произвести сравнение скважин разнообразных конструкций.

По выделенным семи параметрам были произведены расчёты комплексного параметра эффективности гидроразрыва пласта, рекомендуемого к применению для оценки перспектив проведения МГРП на месторождениях с пластами «рябчикового» типа.

**В четвертой главе** представлены результаты теоретических исследований эффективности выполнения операций МГРП в горизонтальных скважинах на объектах типа «рябчик» ОАО «С-М», например распределение эффекта проведения МГРП в горизонтальной скважине и аргументация выбора математической модели для оценки.

Итоги численных исследований по динамике текущей и накопленной добычи нефти выявили, что без использования методов стимуляции притока жидкостей к забою добывающей скважины объекта «рябчик» В месторождения, желательно выбрать способ наклонно-направленного бурения скважины, который охватывает своим воздействием всю продуктивную толщу. Но при использовании метода МГРП, в начальный период разработки на лицо факт преобладания вариантов с гидроразрывом пласта по текущей добыче нефти, нежели в варианте с НГС.

Рассмотрены и определены схемы выполнения четырехстадийного гидроразрыва пласта в горизонтальной скважине с различным расположением трещин по стволу скважины.

Установлено, что при оптимальном проектировании расположения трещин в горизонтальной добывающей скважине при МГРП возможно увеличить дебит в 1,3 раза на начальном этапе, а эффективность по накопленной добыче до 10,5%

**В пятой главе** рассмотрена глава, посвященная финансовому менеджменту. Приводится расчет эффективности внедрения метода увеличения нефтеотдачи.

**В шестой главе** рассматриваются вредные и опасные факторы при совершении работ по гидроразрыву пласта, влияние данных факторов на экологическую безопасность окружающей среды. Разбираются возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при выполнении гидроразрыва пласта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По итогам анализа геологического строения залежей нефти, а также согласно результатам промысловых испытаний технологий ГРП на нефтяных месторождениях Западной Сибири было выявлено, что МГРП эффективный метод интенсификации добычи нефти, который способен увеличить текущий дебит горизонтальной скважины до четырех раз.

2. Оценка реальных результатов проведения МГРП на горизонтальных скважинах С месторождения позволила установить и выделить три главных критерия успешного проведения МГРП в глинистых пластах «рябчикового» типа, а именно:

1) Правильный подбор точки бурения; 2) Ориентация в пространстве пласта ствола скважины; 3) технология проведения МГРП. В данных направлениях выделили семь критериев успешности проведения МГРП. Данные критерии содержат в себе геологические данные, позволяющие оценить ожидаемый эффект от ГРП с другими фильтрационно-емкостными характеристиками, отличными от исследуемого пласта АВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup> С месторождения.

3. На базе выделенных нами параметров рассчитали комплексный параметр эффективности гидроразрыва пласта, рекомендуемый к использованию для оценки перспективы проведения МГРП в пластах типа «рябчик» ОАО «С-М».

4. Увеличение по количеству накопленной добычи нефти, по горизонтальным скважинам, наблюдается с увеличением количества стадий ГРП, данная зависимость нелинейная. Выявлено, что увеличение количества стадий ГРП больше четырех приводит к тому, что скорость прироста добычи нефти сильно падает, а каждая последующая операция дает прирост в районе 2 %.

5. При сравнении многостадийного гидроразрыва пласта в горизонтальной скважине, проводимой в наиболее продуктивной части пласта, и условно горизонтальной скважины, охватывающей все пропластки, первый имеет преимущество