ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА НА ОСНОВАНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гузенко Ю.В.

Гузенко Юлия Владленовна – студент,
кафедра разработки нефтяных и газовых месторождений,
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: *в статье анализируются эффективностт применения технологии гидроразрыва на базе лабораторных и экспериментальных исследований на нефтяных месторождениях. Для нефтегазодобывающего комплекса России в настоящее время актуальны проблемы увеличения нефтеотдачи и вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов нефти. На месторождениях Западной Сибири удельный вес залежей, приуроченых к низкопроницаемым и расчлененным коллекторам, составляет около 60%. С целью вовлечения в разработку недренируемых запасов нефти применяется гидравлический разрыв продуктивного пласта (ГРП). По экспертным оценкам около трети запасов углеводородов можно извлечь только с использованием этой технологии. Высокопроводящие трещины гидроразрыва позволяют увеличить дебит скважин в 2 - 3 раза и более. Также известно, что за период эксплуатации скважин после проведения ГРП значительно снижается проводимость трещин вследствие выноса проппанта и ее постепенного смыкания. В этой связи разработка метода прогнозирования эффективности повторного ГРП и, следовательно, проектирования его показателей является в настоящее время актуальной задачей.*
Ключевые слова: *гидроразрыв пласта, пласт, проппант, трещина, моделирование, исследования.*

В настоящее время в России и за рубежом накоплен огромный опыт по проведению ГРП. При этом все больше внимания уделяется подготовке каждой операции. Важнейший элемент которой — сбор и анализ первичной информации. Данные, необходимые для подготовки ГРП, можно разделить на несколько групп:

— характеристика напластования (последовательность чередования пластов, их толщины);

— геолого-физические свойства пластовой системы и насыщающих их флюидов (проницаемость, пористость, насыщенность, пластовое давление, вязкость и сжимаемость пластовых жидкостей);

— свойства, определяющие геометрию и ориентацию трещины (минимальное горизонтальное напряжение, модуль Юнга, коэффициент Пуассона, сжимаемость породы);

— свойства жидкости разрыва и пропанта;

— конструкция скважины.

В последние годы разрабатывается технология комплексного подхода к проектированию ГРП, который основан на учете многих факторов, таких как проводимость пласта, система расстановки скважин, механика трещины, характеристики жидкости разрыва и проппанта, технологические и экономические ограничения. В целом процедура оптимизации гидроразрыва должна включать в себя следующие элементы:

1. расчет количества жидкости разрыва и проппанта, необходимых для создания трещины требуемых размеров и проводимости;
2. технику для определения оптимальных параметров нагнетания с учетом характеристик проппанта и технологических ограничений;
3. комплексный алгоритм, позволяющий оптимизировать геометрические параметры и проводимость трещины с учетом продуктивности пласта и системы расстановки скважин, обеспечивающий баланс между фильтрационными характеристиками пласта и трещины, и основанный на критерии максимизации прибыли от обработки скважины.

Создание оптимальной технологии ГРП подразумевает соблюдение следующих критериев:

- обеспечение оптимизации выработки запасов месторождения;
- максимизация глубины проникновения проппанта в трещину:
- оптимизация параметров нагнетания жидкости разрыва и проппанта;
- минимизация стоимости обработки и максимизация прибыли за счет получения дополнительной нефти и газа.

В соответствии с этими критериями можно выделить следующие этапы оптимизации проведения ГРП на объекте:

1. Выбор скважин для обработки с учетом существующей или проектируемой системы разработки, обеспечивающий максимизацию добычи нефти и газа при минимизации затрат.

2. Определение оптимальной геометрии трещины - длины и проводимости с учетом проницаемости пласта, системы расстановки скважин, удаленности скважины от газо- или водонефтяного контакта.

3. Выбор модели распространения трещины на основе анализа механических свойств породы, распределения напряжений в пласте и предварительных экспериментов.

4. Подбор проппанта с соответствующими прочностными свойствами, расчет объема и концентрации проппанта, необходимых для получения трещины с заданными свойствами.

5. Подбор жидкости разрыва с подходящими реологическими свойствами с учетом характеристик пласта, проппанта и геометрии трещины.

6. Расчет необходимого количества жидкости разрыва и определение оптимальных параметров нагнетания с учетом характеристик жидкости и проппанта, а также технологических ограничений.

7. Расчет экономической эффективности проведения ГРП.

Основными источниками информации являются данные геологических и геофизических исследований, лабораторного анализа керна, а также результатов проведения мини-ГРП.

Для расчета образования и развития трещины в программных продуктах используется целый ряд параметров, которые в промысловой практике не определяются. Поэтому используются средние значения, характерные для данного района и месторождения.

Усложнение математического моделирования ГРП, т.е. приближение модели к натуре, зачастую экономически неоправданно вследствие сложности и высокой стоимости получения исходной информации и расчетов по таким моделям. В то же время потребность повышения достоверности проектирования ГРП постоянно возрастает с усложнением технологии и ростом его стоимости. Значительно повышает точность проектирования промысловые эксперименты, позволяя оперативно корректировать проектные данные, оценивать геометрию создаваемых трещин и переносить накопленный опыт на последующие обработки в аналогичных геолого-промысловых условиях. Кроме того, на основании промыслового опыта оценивается влияние различных факторов на процесс гидроразрыва в конкретных пластовых условиях с последующим выбором существенных факторов, которые необходимо учитывать при моделировании, пренебрегая несущественными.

Выбор факторов, наиболее влияющих на эффективность ГРП, является самым сложным при прогнозировании. Традиционно к ним относят параметры, необходимые для проектирования гидроразрыва. Однако такой подход к получению анализируемых данных не позволяет учесть проблемы эксплуатации скважины, возникающие после проведения ГРП. Продуктивность скважины после ГРП зависит от проницаемости пласта, его нефтенасыщенной толщины, расчлененности и параметров, определяющих геометрию трещины. Вместе с параметрами, отражающими состояние пластового давления, они позволяют прогнозировать прирост дебита жидкости после ГРП. Для прогнозирования прироста дебита нефти после ГРП необходимо использование параметров, отражающих возможные осложнения, которые связаны с прорывом воды в трещину. Тенденции снижения дебитов жидкости и нефти после ГРП могут быть спрогнозированы с привлечением параметров, характеризующих уменьшение проводимости трещины, состояние системы поддержания пластового давления и объем запасов в зоне дренирования. Прогнозирование предполагает следующие этапы:

1) обучение по данным ранее проведенных ГРП;

2) валидацию, т.е. пробное применение алгоритмов к не участвующим в обучении данным о проведенных ГРП, и сравнение прогнозируемых значений эффективности ГРП с фактическими;

3) прогнозирование параметров для скважин, в которых ГРП еще не проводился.

Современные математические модели процесса ГРП, разработанные за рубежом, несмотря на попытки учета в них многих факторов, остаются несовершенными. Это объясняется, прежде всего, сложностью самого процесса гидроразрыва, что практически исключает его физическое моделирование.

Список литературы

1. *Кучумов Р.Я., Занкиев М.Я., Кучумов Р.Р.* Моделирование эффективности технологии гидравлического разрыва пласта в условиях Западной Сибири. Тюмень. Вектор Бук, 1998.
2. *Пустовалов М.Ф., Кучумов Р.Я.* Моделирование эффективности гидравлического разрыва пласта в условиях Шаимской группы нефтяных месторождений. Москва, 2004. С. 134-150.
3. *Малышев А.Г., Малышев Г.А., Сонич В.П. и др.* Анализ влияния технологических факторов и механических свойств горных пород на эффективность гидроразрыва // «Нефть Сургута» (Сб. ст., посвященных добыче 1 млрд т нефти на месторождении ОАО «Сургутнефтегаз»). М.: Нефт. хоз-во, 1997. С. 224-238.
4. *Ахметов А.Т., Поздняков А.А.* Лабораторное и математическое моделирование гидроразрыва пласта // Изв. вузов: «Нефть и газ». Тюмень, 1999. № 2. С. 43-49.
5. *Некрасов В.И., Глебов А.В., Ширгазин Р.Г., Вахрушев В.В.* Гидроразрыв пласта: внедрение и результаты, проблемы и решения, 2001. 72 с.