DOI: 10.17117/na.2016.01.03.019

<http://ucom.ru/doc/na.2016.01.03.019.pdf>

Поступила (Received): 20.01.2016

Артемов М.Е., Белолипецкий П.В.
Методика проектирования многостадийного ГРП
с помощью веб-инструмента OptiFracMS

Artemyev M.E., Belolipetsky P.V.
Methods of designing multi-stage hydraulic fracturing
using a web tool OptiFracMS

OptiFracMS (pengtools.com) – это инструмент проектирования оптимального мультистадийного ГРП для горизонтальной скважины. Для заданного набора свойств месторождения и имеющейся массы проппанта он вычисляет оптимальное число трещин и их геометрию для максимизации продуктивности пласта

Ключевые слова: гидроразрыв пласта для горизонтальной скважины

OptiFracMS (pengtools.com) – a tool for the design of optimal multi-stage fracturing of horizontal wells. For a given set of properties of the deposit and having a weight proppant it calculates the optimum number of cracks and their geometry in order to maximize the productivity of the formation

Key words: multiple hydraulic fractures, optifracms

Артемов Михаил Евгеньевич

Аспирант

Институт вычислительного моделирования
Сибирского отделения российской Академии Наук
г. Красноярск, Академгородок, 50

Artemyev Mikhail Evgenyevich

Graduate

Institute of computational modelling Siberian
branch of the Russian Academy of Sciences
Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50

Белолипецкий Павел Викторович

Кандидат физико-математических наук, старший
научный сотрудник

Институт вычислительного моделирования
Сибирского отделения российской Академии Наук
г. Красноярск, Академгородок, 50

Belolipetsky Pavel Viktorovich

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Senior Researcher

Institute of computational modelling Siberian
branch of the Russian Academy of Sciences
Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50

Гидроразрыв пласта – один из новейших инновационных методов интенсификации работы нефтяных и газовых скважин. Именно благодаря ему в последние годы Соединённые Штаты Америки смогли значительно нарастить производство нефти и газы. Метод заключается в создании высокопроводимой трещины в целевом пласте для обеспечения притока добываемой жидкости (газ, вода, конденсат, нефть либо их смесь) к забою скважины.

Очень перспективно в ряде случаев выглядит использование многостадийного гидроразрыва пласта. Например, В 2013-2015 годах ЛУКОЙЛ планировал пробурить около 450 горизонтальных скважин с последующим применением многостадийного гидроразрыва пласта (ГС с МГРП). Применение этой технологии

уже показало высокую эффективность на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами Западной Сибири. После проведения ГРП дебит скважины, как правило, резко возрастает. Метод позволяет «оживить» простаивающие скважины, на которых добыча нефти или газа традиционными способами уже невозможна или малорентабельна. Кроме того, в настоящее время метод применяется для разработки новых нефтяных пластов, извлечение нефти из которых традиционными способами нерентабельно ввиду низких получаемых дебитов. Также применяется для добычи сланцевого газа и газа уплотненных песчаников.

Обычно на проведении ГРП и других методов интенсификации нефтедобычи специализируются сервисные нефтяные компании. Гидроразрыв пласта заключается в формировании трещин в массивах газо-, нефте-, водонасыщенных и других горных породах под действием подаваемой в них под давлением жидкости. Операция проводится в скважине для повышения дебита за счет разветвленной системы дренирования, полученной в результате образования протяженных трещин. Реализация гидроразрывов пластов на газовых скважинах стала возможной с появлением насосных агрегатов, обеспечивающих скорость закачки 3–4 куб. м/мин при давлении 100 МПа. При закачке в скважину рабочей жидкости с высокой скоростью на ее забое создается высокое давление. Если оно превышает горизонтальную составляющую горного давления, то образуется вертикальная трещина. В случае превышения горного давления формируется горизонтальная трещина. В качестве рабочей жидкости, как правило, используют загущенные жидкости на водной или углеводородной основе. Вместе с рабочей жидкостью закачивают закрепляющий агент (песок или твердый материал фракции 0,5–1,5 мм), заполняющий трещину и препятствующий ее смыканию. При применении загущенной жидкости за счет снижения ее утечек в пласт можно поднять забойное давление при значительном снижении скорости закачки и за счет песконесущей ее способности транспортировать закрепляющий агент по всей длине трещины.

Эффективным методом разработки месторождений является бурение горизонтальных скважин с применением многостадийного ГРП. Он характеризуется сложным геологическим строением, ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами и наличием подошвенной воды. С увеличением горизонтальных участков стволов длина скважины, технология многоступенчатого и селективного гидроразрыва пластов становится все более необходимой.

Различные авторы в последние годы работали над проблемой оптимизации параметров ГРП (например, Saputelli et al., 2014). Вопрос заключается в оптимальном выборе количества трещин и их геометрии. Эти исследования обычно фокусируются на исследовании экономического оптимума с помощью многочисленных расчётов на 2-ух и 3-ёх мерных моделях, где каждый расчёт проводится для фиксированных параметров ГРП. В недавней работе (Guk et al. 2015) был предложен системный, математически строгий и достаточно общий подход к проектированию многостадийного ГРП в горизонтальной скважине.

В сети интернет доступен веб-ресурс позволяющий находить оптимальные параметры ГРП по методике разработанной Guk et al. Внешний вид инструмента представлен на рис. 1.

Рис. 1. Веб-инструмент OptiFracMS для оптимизации многостадийного ГРП

OptiFracMS – это инструмент проектирования оптимального многостадийного ГРП для горизонтальной скважины. Для заданного набора свойств месторождения и имеющейся массы проппанта он вычисляет оптимальное число трещин и их геометрию для максимизации продуктивности пласта. У пользователя есть возможность видеть результаты с различных ракурсов с помощью серии графиков.

На рис. 2 представлено влияние количества скважин на потенциально достижимую продуктивность.

Рис. 2. Продуктивность в зависимости от числа трещин

Видно, что существует некоторый оптимум. А меньшее или большее количество трещин даст меньший эффект. Причём оптимальное количество трещин при прочих равных зависит от количества доступного проппанта. Чем его больше, тем при большем количестве трещин достигается максимум. Нелинейный характер кривых подтверждает необходимость использования специализированных расчётных программ. Одной из наиболее удобных является OptiFracMS.

Список используемых источников:

1. Saputelli L., Lopez C., Chacon A. and Soliman, M. 2014. Design Optimization of Horizontal Wells With Multiple Hydraulic Fractures in the Bakken Shale. Paper SPE 167770 presented at the SPE/EAGE European Unconventional Resources Conference and Exhibition, Vienna, Austria, 25-27 February.
2. Vyacheslav Guk, Mikhail Tuzovskiy, Don Wolcott, Joe Mach (2015) Optimizing Number of Fractures in Horizontal Well. SPE-174772-MS
3. URL: <http://www.pengtools.com/frontend/web/optiFracMS>

© 2016, Артемьев М.Е., Белолуцкий П.В.
Методика проектирования многостадийного ГПП с
помощью веб-инструмента OptiFracMS

© 2016, Artemyev M.E., Belolipetsky P.V.
Methods of designing multi-stage hydraulic
fracturing using a web tool OptiFracMS