

Моделирование роста неплоской трещины гидроразрыва при взаимодействии с неоднородностями среды

Научный руководитель – Смирнов Николай Николаевич

Пестов Дмитрий Александрович

Выпускник (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра газовой и волновой динамики, Москва,
Россия

E-mail: Dmityr-ey94@mail.ru

Гидроразрыв пласта является одним из основных методов интенсификации добычи нефти и газа в настоящее время. При проведении гидроразрыва под давлением жидкости в породе образуется трещина или система трещин, после чего трещину подаётся расклинивающий агент (проппант), препятствующий её закрытию. Подобная трещина является областью повышенной проницаемости, что повышает скорость фильтрации нефти или газа при дальнейшей добыче. Основным показателем результативности проведения гидроразрыва является длина полученной трещины или площадь полученной свободной поверхности. Но также важным параметром является раскрытие трещины, поскольку при слишком малом раскрытии в трещину не сможет попасть проппант и она закроется после откачки жидкости гидроразрыва. Математическое моделирование гидроразрыва используется для предсказания поведения трещины при различных условиях. В настоящее время основные используемые на практике симуляторы гидроразрыва основаны на двумерных моделях PKN и KGD, предполагающих рост плоской трещины в однородной или слоисто-однородной среде. В реальных условиях в среде в которой производится гидроразрыв присутствует множество неоднородностей, естественных разломов, трещин и областей неоднородного напряжения, что существенно снижает достоверность однородных моделей. В данной работе представлена построенная на основе аналитических решений механики упругости модель роста трещины в неоднородной среде, учитывающая возможность изменения направления роста трещины при взаимодействии с неоднородностями среды или другими трещинами гидроразрыва. Проведено исследование влияния существующих неоднородностей среды на скорость роста трещины гидроразрыва, её раскрытие и направление роста. Результаты моделирования показывают, что наибольшее влияние оказывают разломы, расположенные близко к плоскости трещины, в то время как их ориентация в основном влияет не на скорость роста трещины, а на направление её роста. При приближении к естественному разлому или другой трещине, трещина гидроразрыва может заметно отклониться от предыдущего направления, что в некоторых ситуациях предотвращает пересечение с разломом, а в некоторых ускоряет его.