

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

1

DOI: 10.17223/9785946217408/87

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ
ГОРНОЙ ПОРОДЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА**

^{1,2}Тримонова М.А., ¹Зенченко Е.В., ¹Турунтаев С.Б. ³Савенков Е.Б.,

⁴Головин Ю.И., ⁴Самодуров А.А., ⁴Тюрин А.И., ⁵Дубиня Н.В.

¹*Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия*

²*НОЦ ПМ ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия*

³*ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия*

⁴*НИИ "Нанотехнологии и наноматериалы" ТГУ имени Г.Р. Державина, Тамбов, Россия*

⁵*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия*

Работа направлена на исследование необходимости определения трещиностойкости флюидонасыщенных пород при моделировании гидроразрыва пласта. Основной задачей, решаемой в работе, является анализ результатов физического моделирования распространения трещины гидроразрыва с помощью численных моделей. Экспериментально найденная трещиностойкость модельного материала относится к особенностям данной работы. Так же к особенностям работы относится критерий развития трещины в формулировке J-интеграла, который рассматривается для пороупругой среды, учитывая влияние поля давления с помощью коэффициента Био [1]. Экспериментально определенная величина трещиностойкости, уточненный критерий роста трещины использовались в математической модели распространения трещины гидроразрыва, что позволило корректным образом прогнозировать ее длину.

Работа состоит из нескольких блоков: физическое и математическое моделирование распространения трещины гидроразрыва, экспериментальное определение трещиностойкости модельного материала. В основе работы лежит серия экспериментов по распространению трещины гидроразрыва на уникальной в своем роде установке, позволяющей создавать, помимо самих трещин, реальные внешние воздействия, такие, как трехосное напряженное состояние образца и поле порового давления. Согласно известным внешним граничным условиям и принятой модели гидроразрыва, рассчитывалась математическая модель каждого эксперимента [2, 3]. Лабораторное исследование трещиностойкости выполнялось для модельного материала с помощью методов наноиндентирования [4, 5]. Это позволило внести данный параметр в критерий распространения трещины гидроразрыва, уточненный для случая пороупругой среды, и существенно повысить достоверность результатов численного моделирования. Полученные экспериментальные и численные результаты моделирования распространения трещин гидроразрыва сравнивались и сбивались между собой.

При описании результатов экспериментального исследования особенностей развития трещины гидроразрыва в модельном материале была использована математическая модель хрупкого разрушения в пороупругой среде. Наряду с упругими свойствами среды и локальным напряженно-деформированным состоянием одним из важных параметров модели является трещиностойкость породы. В данной работе трещиностойкость модельного материала была найдена с помощью методов наноиндентирования и введена в модель развития трещины в качестве независимого параметра в выражение для J-интеграла. Было выполнено исследование влияния трещиностойкости на модельную длину трещины. Были обнаружены основные тенденции связи трещиностойкости и длины трещины при различных параметрах напряженно-деформированного состояния среды. Сравнение результатов математического и физического моделирования показало, что максимальное совпадение реальной и расчетной геометрии трещины наблюдается при использовании в модели трещиностойкости, определенной экспериментально. Была проанализирована степень влияния ошибки в определении трещиностойкости среды на различие между расчетной и реальной геометрии трещины. Результаты анализа показали важность предварительного изучения трещиностойкости горных пород для корректного расчета геометрии трещины гидроразрыва с помощью математических моделей для последующего дизайна ГРП.

Секция 2. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

Лабораторное моделирование проводилось при финансовой поддержке проекта РФФИ № 16-05-00869 и государственного задания (проект № 0146-2017-00011).

Численные расчеты проводились при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 15-11-00021.

Литература

1. Рамазанов М.М., Критский Б.В., Савенков Е.Б. Формулировка J-интеграла для модели пороупругой среды Био // ИФЖ. 2018. №6.
2. С. Д. Викторов, Ю. И. Головин, А. Н. Кочанов и др. Оценка прочностных и деформационных характеристик минеральных компонентов горных пород методом микро- и наноиндентирования // ФТПРПИ. 2014. № 4. С. 46-54.
3. D. Chicot, A. Pertuz, F. Roudet, M. H. Staia and J. Lesage. New developments for fracture toughness determination by Vickers indentation // Materials Science and Technology. July 2004. Vol. 20. P. 877-884.
4. M. Trimonova, N. Baryshnikov, E. Zenchenko, P. Zenchenko, S. Turuntaev. The Study of the Unstable Fracure Propagation in the Injection Well: Numerical and Laboratory Modeling // SPE-187822-MS. 2017.
5. M. Trimonova, N. Baryshnikov, E. Zenchenko, P. Zenchenko, S. Turuntaev, A. Aigozhieva. Estimation of the Hydraulic Fracture Propagation Rate in the Laboratory Experiment // Physical and Mathematical Modeling of Earth and Environment Processes. DOI: 10.1007/978-3-319-77788-7_27.