

ОТЗЫВ научного руководителя

на диссертацию Ли Кайжуй «Распространение трещины гидравлического разрыва в неоднородных средах», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Ли Кайжуй закончил Пекинский университет гражданского строительства и архитектуры в 2011 году, магистратуру в 2014 году. С 2016 года Ли Кайжуй обучался в аспирантуре отделения механики механико-математического факультета МГУ под руководством доктора физико-математических наук, профессора МГУ Смирнова Николая Николаевича и доктора физико-математических наук, профессора МГУ Киселева Алексея Борисовича.

Диссертация Ли Кайжуй относится к области механики гидроразрыва и ее приложений к распространению трещины гидравлического разрыва в неоднородных средах. В ней получен ряд интересных результатов не только по двумерной модели, но и по плоско-трехмерной модели.

В главе 1 диссертации получены численные асимптотические решения для начального состояния эволюции заранее-существующей трещины гидроразрыва, которые используются для задания начального условия при численном моделировании дальнейшего распространения трещины. В главе 2 диссертации представлен новый неявный алгоритм с быстрой сходимостью и малой вычислительной погрешностью для описания эволюции заранее-существующей плоско-деформированной трещины с зоной отставания жидкости. В главе 3 диссертации построена модель для решения трехмерной задачи распространения плоской гидравлической трещины с учетом неоднородности пласта (неоднородная трещиностойкость материала). В главе 4 диссертации проведены сравнительные численные эксперименты по определению влияния на рост трещины размера, положения и соотношения областей различной трещиностойкости (ослабленные области с меньшей трещиностойкостью и области повышенной прочности с большей трещиностойкостью).

Полученные результаты двумерной и плоско-трехмерной моделей имеют теоретическое и прикладное значение. Результаты в двумерной модели могут быть использованы для моделирования роста плоско-деформированной гидравлической трещины с зоной отставания жидкости. Плоско-трехмерная модель гидравлического разрыва пласта с неоднородной трещиностойкостью может быть использована в исследовании неравномерного роста трещины в горных породах. Результаты плоско-трехмерной модели могут помочь более глубоко понять закономерности распространения трещин в неоднородных средах.

Достоверность результатов диссертации обеспечена строгостью используемого механико-математического аппарата и подтверждается сравнением с известными результатами,

полученными другими учеными. Результаты диссертации были доложены на ряде Всероссийских и Международных конференций, а также подвергнуты рецензированию при публикации в журналах, многократно доложены на научно-исследовательских и аспирантских семинарах механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

За время обучения Ли Кайжуй показал себя, как талантливый и творчески работающий молодой ученый. Им самостоятельно были выбраны и изучены основные модели и методы решения поставленной задачи о распространении трещин гидравлического разрыва, разработаны эффективные методы получения асимптотического решения на начальной стадии, а также численного решения дальнейшего распространения трещины в неоднородной среде в квази-трехмерной постановке. Создана и отлажена программа вычислительного моделирования, которая была верифицирована путем сравнения с точными решениями распространения трещины в однородной среде. Самостоятельно проведено исследование поставленных задач и получение аналитических и численных результатов с их последующим анализом. У Ли Кайжуя опубликовано четыре статьи в журналах, индексируемых в международных системах цитирования Scopus и Web of Science.

Диссертационная работа Ли Кайжуя выполнена на высоком научном уровне и обладает несомненной практической значимостью. Она соответствует специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова». Рекомендую диссертацию «Распространение трещины гидравлического разрыва в неоднородных средах» Ли Кайжуй к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Научный руководитель – Смирнов Николай Николаевич:

доктор физико-математических наук,
профессор кафедры газовой и волновой динамики
механико-математического факультета МГУ

Адрес: Ленинские горы, д. 1, М

Тел.: +7(495)939 1190

“ 15 ” октября 2020 г.

Подпись д.ф.-м.н., профессора

Смирнов