ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дубини Н.В. «Прямые и обратные задачи изучения естественной трещиноватости методами геомеханики», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Диссертационная работа Н.В. Дубини посвящена развитию геомеханических подходов к описанию естественной трещиноватости горных пород и носит междисциплинарный характер на стыке механики сплошных сред, геомеханики, петроупругого моделирования, геофизики и математической статистики.

Автор формулирует и решает комплекс прямых задач (прогноз положения, ориентации и флюидопроводимости трещин сдвига по данным о напряженно-деформированном состоянии) и обратных задач (реконструкция напряжений и реологических свойств среды по данным о трещиноватости). Работа базируется на строгом математическом аппарате механики сплошных сред, неассоциированной пластичности и теории эффективных сред, а также на результатах лабораторных экспериментов и анализе реальных геофизических данных. Даже беглое прочтение автореферата позволяет сделать вывод, что полученные диссертантом результаты обладают теоретической обоснованностью и практической значимостью для нефтегазовой геомеханики. Работа представляется существенным вкладом в развитие методов изучения трещиноватых коллекторов.

Отметим сразу, что актуальность темы не вызывает сомнений. Естественная трещиноватость является ключевым фактором, определяющим фильтрационно-емкостные свойства и механическое поведение коллекторов углеводородов. Существующие методы прогноза параметров трещиноватости (геологические, статистические, петроупругие) обладают ограниченной областью применимости и часто не позволяют корректно учесть неопределенность исходных данных и эквивалентность решений обратных задач. В этом контексте работа Н.В. Дубини, объединяющая преимущества статистического и геомеханического моделирования, является своевременной и востребованной.

Научная новизна работы заключается в создании принципиально нового алгоритма построения динамической модели естественной трещиноватости, позволяющего использовать результаты геомеханического и гидродинамического моделирования для вероятностного прогноза положений, пространственных ориентаций и флюидопроводимости трещин сдвига. Впервые предложен подход к совместной реконструкции компонент тензора напряжений (без априорных предположений о его виде) и коэффициента трения по данным о флюидопроводимости естественных трещин.

Сформулированные автором защищаемые положения (1–5) отражают новизну результатов и подтверждаются теоретическим анализом, лабораторными экспериментами и сравнением с независимыми данными.

Автор убедительно демонстрирует, что предложенные подходы позволяют не только прогнозировать параметры трещиноватости, но и реконструировать напряженное состояние среды, что открывает интересные возможности для оптимизации разработки месторождений.

Не останавливаясь на сильных сторонах использованных подходов, отметим несколько относительно уязвимых положений методологии:

- в работе рассмотрены преимущественно трещины сдвига, согласно критерию сухого трения Кулона. Влияние трещин отрыва (или процессов залечивания, минерализации трещин) по существу не рассматривается, что может ограничивать применимость модели в некоторых геологических условиях. Очевидно, что в реальных условиях флюидопроводимость может зависеть от раскрытия трещины, шероховатости, наличия цементации. Автор не обсуждает, насколько эти факторы могут искажать прогноз, особенно для трещин, близких к критическому состоянию. Рассматривалась ли возможность учета трещин отрыва в предложенной модели?

- было бы полезным оценить, насколько вычислительно затратным является алгоритм реконструкции напряжений методом Монте-Карло, который использует множество решений, вместо единственного. Автор сам отмечает необходимость существенного повышения быстродействия разработанных алгоритмов для внедрения в практику.

Автореферат написан ясным научным языком, структура логична и соответствует поставленным задачам. Четко выделены актуальность, новизна, защищаемые положения, методология и результаты. Формулировки защищаемых положений конкретны и верифицируемы. Иллюстративный материал вполне информативен и помогает понять ключевые идеи работы. Список публикаций (39 статей, из них 21 в журналах из перечня ВАК) и апробация на конференциях (AGU, JpGU, ARMA, SPE, EAGE) свидетельствуют о высоком уровне работы. Автореферат практически свободен от технических недочетов.

Диссертационная работа Н.В. Дубини «Прямые и обратные задачи изучения естественной трещиноватости методами геомеханики» представляет собой завершенное научное исследование, обладающее внутренним единством, новизной и практической значимостью, вносящее значительный вклад в геомеханику трещиноватых сред. Разработанные алгоритмы и модели обладают как фундаментальной, так и прикладной ценностью. Полученные результаты прошли широкую апробацию и опубликованы в

ведущих рецензируемых журналах. Защищаемые положения обоснованы теоретически, подтверждены лабораторными экспериментами и сравнением с реальными геофизическими данными. Высказанные комментарии не снижают общей высокой оценки работы.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Дубиня Н.В. заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Отзыв подготовил:

ПОНОМАРЕВ Александр Вениаминович, доктор физико-математических наук, руководитель научного направления «Физика сейсмического процесса и горных пород», главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН).
тел.: +7 (499) 766 26-56,
e-mail: avp@ifz.ru

Подпись Пономарева А.В.
УДОСТОВЕРЯЮ
Зав. канцелярией ИФЗ РАН
07.10.2025