

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Франца Владимира Владимировича

«Моделирование и исследование фрактальных характеристик трещиноватости для прогноза прочности и устойчивости породного массива при сдвиге», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрология и горная теплофизика

Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения, изложенных на 156 страницах машинописного текста, включая 96 рисунков и 13 таблиц. По содержанию диссертации, автореферата и публикаций автора можно сделать следующее заключение.

### **1. Актуальность работы.**

Увеличение глубины ведения горных работ, вовлечение в разработку месторождений полезных ископаемых, находящихся в сложных горно-геологических условиях, предъявляет более высокие требования к геомеханическому обеспечению безопасности функционирования горнотехнических объектов. В этой связи разработка новых подходов к оценке устойчивости трещиноватых породных массивов представляется актуальной задачей для теории и практики разработки месторождений полезных ископаемых.

Диссертационная работа В.В.Франца посвящена одному из важнейших аспектов этой проблемы, связанным с исследованием фрактальных характеристик трещиноватости и прогнозом несущей способности породных массивов. Необходимо отметить, что в своей работе автору удалось преодолеть значительные сложности, обусловленные трудоемкостью и недоопределенностью экспериментального изучения процесса сдвига по поверхностям ослабления, и посредством полновесного использования имитационного моделирования довести элементы фрактального описания

трещиноватости до конкретных геомеханических расчетов устойчивости бортов карьера.

Таким образом, с уверенностью можно констатировать, что представленная диссертационная работа выполнена на актуальную тему, логично выстроена с точки зрения постановки исследований и завершена получением конечного, востребованного горной практикой. результата.

**2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций** базируется на:

- корректной постановке цели и задач исследования;
- плодотворной идее использования фрактальных характеристик для описания траектории и поверхности трещин;
- экспериментальных и теоретических исследованиях процесса сдвига горных пород по трещине.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций основана на комплексном исследовании проблемы, включающем: анализ теорий прочности и устойчивости горных пород; лабораторные эксперименты на горных породах; статистические модели трещин и процесса сдвига; анализ результатов с позиции физики горных пород и фрактальной геометрии.

**3. Достоверность научных положений, выводов и результатов** подтверждается: достаточным (при принятом уровне надежности 95 %) объемом экспериментальных исследований; соответствием (в пределах естественного разброса данных) результатов экспериментов и прогнозных оценок прочности горных пород при сдвиге; непротиворечивостью полученных результатов фундаментальным положениям механики разрушения горных пород.

**4. Новизна научных положений и результатов** не вызывает сомнений и состоит в следующем:

- впервые предложен применяющийся в аэрокосмической съемке местности метод спектрального анализа для разделения характеристик шероховатости и извилистости природных трещин;

- обоснована новая методика оценки шероховатости трещин по фрактальной размерности их траектории;

- разработана методика анализа природных трещин, отличающаяся использованием фрактальных представлений их траектории и поверхности;

- сформированы статистические модели трещин, основанные на их описании как фрактальных объектов и учитывающие вероятностные аспекты динамики трещин;

- обоснована методика прогноза прочности и устойчивости горных пород по результатам имитационного моделирования процесса сдвига, отличающегося учетом фрактальных характеристик природных трещин.

**5. Практическая значимость результатов исследований** заключается в обосновании:

- методики комплексного исследования геометрии трещин, позволяющей выделять и оценивать характеристики шероховатости и извилистости трещин, что создает необходимую информационную базу для построения паспорта прочности горных пород;

- методики прогноза прочности и устойчивости горных пород в выработке, основанной на имитационной модели процесса сдвига, что повышает надежность и оперативность оценки обнажений трещиноватых пород.

**6. Личный вклад автора** оценивался по степени реализации задач исследования и содержанию опубликованных статей. Он состоит в следующем: совершенствование лабораторной базы и проведении экспериментальных исследований свойств горных пород и процесса сдвига их по трещинам; исследование факторов, определяющих процесс сдвига; формирование статистических моделей трещин на базе компьютерной техники; разработка имитационной модели сдвига пород по трещине;



формулирование методики прогноза прочности и устойчивости горных пород на обнажениях трещиноватого массива.

В целом диссертационную работу отличает достоверность, научная новизна и практическая значимость основных положений, выводов и рекомендаций.

**7. По представленной диссертационной работе имеются следующие замечания:**

1. В задачах исследований указано «Исследование комплекса свойств ... горных пород». Однако результатов таких исследований в диссертации не приводится. Спорным представляется оценка, так называемой прочности берегов трещины методом индентирования (слишком много структурных факторов оказывают влияние на этот показатель). Не ясна также необходимость определения этого параметра: при имитационном описании сдвига он, по крайней мере, в явном виде не используется.

2. В разделе 1.2 диссертации дается детальный анализ физических теорий прочности (теория Гриффитса, кинетическая теория). Однако эти материалы в диссертационном исследовании дальнейшего обсуждения и сравнительного анализа не получили. Отсутствует также сопоставление результатов имитационного моделирования с прямыми испытаниями на сдвиг горных пород.

3. В разделе 2.3.1 указано, что фрактальная размерность траектории трещин определялась методом «покрытия». Неясно, в чем суть метода и как он реализовывался.

4. В разделе 4.1 теоретически рассмотрены условия устойчивости при разрушении породы с несколькими трещинами. Однако развитие таких исследований в диссертации не приводится. Не оговаривается также приложение фрактальных подходов к оценке устойчивости породных массивов с выраженными системами трещин.

Еще несколько замечаний, относящихся скорее к пожеланиям при проведении дальнейших исследований:

1. В диссертационной работе рассматривается трещиноватый породный массив. Вместе с тем, на наш взгляд, результаты диссертационной работы могут быть непосредственно использованы для описания контактов в слоистых породных толщах. Причем, данный тип ослаблений является более "простым" с точки зрения проведения лабораторных испытаний, что, априори, повысит качество параметрического обеспечения имитационных моделей. В рамках диссертационной работы лабораторные испытания контактов представляли одну из возможностей реальной проверки адекватности разработанных автором фрактальных моделей сдвига.

2. В рамках приложения автором рассматриваются только инженерные подходы к расчету устойчивости некоторых горнотехнических объектов. Более интересным является включение разработанных автором критериальных условий в полновесную схему математического моделирования напряженно-деформированного состояния трещиноватого массива.

**8. Оценка языка, стиль диссертации.** Диссертация и автореферат написаны технически грамотным языком и оформлены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам. Автореферат достаточно полно отражает содержание работы. Качество оформления работы хорошее.

Результаты исследований опубликованы в 9 научных работах, в том числе 5 статей в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

#### **9. Рекомендации по использованию результатов диссертации.**

Результаты исследований, изложенные в работе, рекомендуется использовать в учебном процессе при курсовом и дипломном проектировании, а также в учебных курсах «Физика горных пород», «Моделирование физических процессов в горном деле», регламентируемым Федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС-3). Разработанные модели и методики рекомендуются для использования в

научных и проектных организациях горного профиля, связанных с геомеханическим обеспечением безопасности горных работ.

#### 10. Заключение и выводы по диссертации.

Диссертационная работа Франца В. В. является законченной научно-квалификационной работой, свидетельствующей о личном вкладе автора в науку, в которой дано решение важной научно-практической задачи прогноза устойчивости трещиноватых горных пород и массивов, имеющее существенное значение для теории и практики проектирования технологии горного производства.

В целом считаю, что диссертационная работа «Моделирование и исследование фрактальных характеристик трещиноватости для прогноза прочности и устойчивости породного массива при сдвиге» выполнена в соответствии с требованиями ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Франц Владимир Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрология и горная теплофизика».

Директор ФГБУН Горный институт  
Уральского отделения Российской академии наук,  
доктор технических наук, член-корреспондент РАН

Барях Александр Абрамович

Шифр и наименование научной специальности,  
по которой защищена диссертация:

01.02.07 - «Механика сыпучих тел, грунтов и горных пород»

ФГБУН Горный институт Уральского отделения РАН

614007, г. Пермь, ул. Сибирская, дом 78а, тел. (342) 216-75-02, E-mail:

bar@mi-perm.ru

*Людмила Баряхина*

*Абрамовича удовлетворен*  
Главный специалист по кадрам  
Еремина Л.А.

