

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Остапчука Алексея Андреевича «**Режимы межблокового скольжения: условия формирования и трансформации**», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Диссертация А.А. Остапчука посвящена актуальным вопросам исследования особенностей деформационных процессов в земной коре – изучению закономерностей развития деформации и эволюции режимов смещений в разломных зонах. Основная цель исследования состояла в разработке модели, описывающей закономерности смещений в межблочном пространстве и в разломах, условий реализации и эволюции различных режимов. С этой целью был рассмотрен ряд задач, включающий анализ накопленных на данный момент сведений, проведение лабораторных и полевых экспериментов, обобщение и интерпретация полученных данных в виде геомеханической модели, описывающей условия реализации и трансформации режимов межблокового скольжения.

Основная часть исследования сосредоточена на анализе доступных данных по сейсмичности разломных зон и степени локализации сейсмического процесса, инструментальных измерений режимов смещений, проведении и интерпретации экспериментов по изучению межблокового скольжения в различных, имитирующих реальные, условиях, а также теоретическом анализе процессов деформации в межблочном пространстве на мезо и макро-уровнях.

Актуальность диссертационного исследования обусловлена необходимостью объяснения причин и условий реализации разных режимов смещений в разломах, от критически быстрых, сопровождающихся резким сбросом напряжений с проявлением соответствующей сейсмичности, до медленного асейсмического скольжения. Первостепенное значение имеет разработка методики прогнозирования режимов развития разломных зон в конкретных условиях. Таким образом, работа имеет важную фундаментальную составляющую по изучению природы явлений, а также большую практическую ценность при оценке рисков сейсмоопасных явлений. Особую важность такой прогноз имеет при проведении горных работ, а также техногенной деятельности вблизи разломных зон в сейсмоактивных регионах.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во введении сформулированы цели и задачи исследования, обозначены актуальность и новизна работы, приведены защищаемые положения и описана структура диссертации.

В первой главе представлен обзор имеющихся данных о режимах высвобождения энергии при разных типах деформационных процессах в разломных зонах, выполнен анализ современного состояния исследований в области изучения их закономерностей на разных участках разломов, а также моделей объяснения возникновения разных режимов смещений. Представлены сведения о структуре разломных зон в контексте проявлений разных режимов их развития и соотношений между параметрами. Фактически на основе анализа указанных сведений показано многообразие наблюдаемых явлений, обосновываются и формулируются последующие задачи исследования.

В качестве результатов первой главы следует выделить обобщение данных о связи между параметрами разломов, в частности показано, что интенсивность деформационного процесса возрастает по мере сужения активной зоны, увеличения степени его локализации.

Вторая глава посвящена экспериментальному исследованию закономерностей межблокового скольжения и выявлению условий реализации разных режимов смещений и их эволюции. Рассмотрено влияние состава и структуры заполнителя в зоне контакта на

характер смещения и сдвиговые напряжения. В качестве параметров, характеризующих наблюдаемые события, были использованы максимальная скорость смещения, длительность и перемещения.

В ходе экспериментов с разными заполнителями были получены разные режимы скольжения, которые по своим характеристикам соответствуют наблюдаемым в природе. В качестве параметра, характеризующего состояние зоны активного протекания процесса использована сдвиговая жесткость. Выполнен анализ энергетических характеристик событий, в том числе эффективности излучения сейсмической энергии в зависимости от свойств заполнителя. Рассмотрено влияние вибрации на смещения блоков. Наряду с лабораторными экспериментами, выполнена серия измерений в полевых условиях при помощи бетонного блока лежащего на наклонной плоскости.

Таким образом, в главе выполнено всестороннее исследование влияния различных факторов на процесс развития деформации межблокового пространства и смещений бортов модельного разлома. Важными результатами являются вывод об основной роли соотношений жесткости межблокового пространства и окружающей среды, отмеченные стадии смещений и закономерности изменения сдвиговой жесткости.

В третьей главе рассмотрено смещение бортов ряда природных разломов на обнажениях и в выработках с помощью пугангового деформографа, с фиксацией по нормальной и сдвиговой компоненты. Измерения осуществлялись на ангарском и приморском разломах Байкальской рифтовой зоны, а также в штольне сейсмостанции главного Саянского сейсмоактивного разлома. Регистрация смещений проводилась в течение длительного периода времени. Наряду с естественным процессом изучалось влияние специальных воздействий в виде взрывов малой мощности и при помощи домкратов. В качестве основных триггеров были выделены атмосферные осадки и взрывы.

Результатами данных исследований является выделение фаз нарастания скорости смещений, торможения и покоя. Сделано предположение, что интегральный режим деформирования определяется состоянием жесткости межблоковых контактов различных областей разлома.

Четвертая глава является обобщающей, где рассматриваются механизмы деформирования межблокового пространства и предложена схема реализации различных режимов межблокового скольжения. В главе формулируются положения модели возникновения и трансформации смещений в разломе. Основная роль отводится сдвиговой жесткости, как фактору, учитывающему все характеристики мезоструктуры и деформационные свойства зоны нарушения сплошности, включают свойства и состояние среды в зоне максимальных смещений. Режим деформирования и энергия излучения определяются отношением жесткости разломной зоны и окружающего массива. В качестве факторов, которые могут оказать влияние на изменение данного параметра, выделено условие хрупко-пластичного перехода и скоростного разупрочнения.

Для обоснования данной модели и защищаемого положения рассмотрено образование и разрушение силовой цепочки и контактных пятен вследствие самоорганизации частиц заполнителя. Выполнен теоретический анализ процессов на мезоуровне, протекающих между блоками с учетом их шероховатости и структуры заполнителя. Изучены условия возникновения и особенности реализации разных режимов смещений границ блоков. Получены оценки эффективности излучения очага, в том числе, в зависимости от жесткости разлома. Основным результатом главы является сформулированная модель межблокового взаимодействия.

В качестве основных результатов диссертационного исследования следует выделить:

- Полученные оценки связи сдвиговой жесткости разлома со стадией его развития, в том числе показано что, снижение жесткости говорит о переходе в метастабильное состояние

- Предложенная модель развития межблокового скольжения, основным параметром которой является сдвиговая жесткость разлома.
- Выделенные вероятные механизмы, определяющие режим деформации и высвобождаемую энергию, которые связаны с вариацией сдвиговой жесткости разных участков разломов вследствие различных геомеханических условий.

Главным результатом является вывод о единой природе различных режимов смещений, которые регулируются изменяющейся в ходе процесса сдвиговой жесткостью разных участков разломной зоны.

Выводы диссертации основаны на полученных результатах и являются новыми. Обоснованность защищаемых положений и выводов обеспечивается результатами анализа природных данных и результатами проведенных экспериментальных исследований с теоретическими оценками.

Ряд результатов работы дают новые представления и сведения о протекании процессов разломных зонах и зонах межблочного взаимодействия при наличии заполнителя, некоторые результаты подтверждают имеющиеся представления о процессе. Все это дает основу для формулировки новых задач теоретических и экспериментальных исследований

Практическое применение

Результаты работы могут быть использованы при оценке устойчивости состояния зон нарушений при разработке полезных ископаемых и в зонах строительства ответственных сооружений.

Вопросы и замечания

Не везде дается описание используемых обозначений и понятий, например уравнения (4.5, 4.11a) и соответствующее (4) в автореферате, где используется некорректное использование термина деформации. Дается определение жесткости разлома, но нет определения жесткости окружающей среды. Некоторые из обозначений и понятий могут казаться очевидными, но учитывая неудачное использование термина деформации в качестве смещения, это становится важным. Предпочтительно использовать терминологию соответствующую общепринятым понятиям.

Вывод о том, что меньшая ширина сейсмогенной зоны, или другими словами степень локализации процесса, соответствует более высокой интенсивности деформационных процессов, кажется довольно очевидным. Хотя тот факт, что это подтверждается достаточно сложными данными о природном процессе, является положительным моментом.

Рассмотрение процессов деформации в заполненной частицами межблоковой зоне следовало выполнить также в терминах углов внутреннего трения и дилатансии, т.к. именно эти параметры являются интегральными характеристиками взаимодействия сыпучей среды.

Указанные замечания не снижает ценности и высокой оценки выполненного исследования. Наряду с высоким уровнем работы и качеством полученных результатов хочется отметить хороший стиль изложения

Результаты работы достаточно **полно представлены** в печати, они опубликованы в 9 статьях в изданиях, включенных в список ВАК, а также докладывались на множестве конференций, в том числе международного уровня.

Автореферат и научные публикации в полной мере отражают ее содержание.

Диссертация Остапчука Алексея Андреевича «Разработка методов определения физических параметров, характеризующих разрушение горных пород» соответствует требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Остапчук Алексей Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Подтверждаю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и дальнейшую их обработку.

Официальный оппонент
Стефанов Юрий Павлович
доктор физико-математических наук
в.н.с. Института нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука Сибирского Отделения
Российской академии наук (ИНГГ СО РАН)

630090, г. Новосибирск,
проспект Академика Коптюга, д. 3
yu_st@mail.ru;
StefanovYP@ipgg.sbras.ru
тел. +7 903 950 38 69

Ю.П. Стефанов

31.05.2016 г.

Подпись Ю.П. Стефанова заверяю:

Учёный секретарь ИНГГ СО РАН

А.М. Сагчаа

