

О Т З Ы В

официального оппонента Рассказова Игоря Юрьевича на диссертацию КРИНИЦЫНА Романа Владимировича «Разработка методики оценки влияния тектонического нарушения на вторичное поле напряжений в приконтурном массиве горизонтальной выработки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Оценка актуальности темы диссертации

В теории и практике горной геомеханики и технологии разработки месторождений полезных ископаемых давно замечено и утвердилось понимание особых условий ведения горных работ, в том числе – проведения и поддержания горных выработок, вблизи (в зоне влияния) геологических (тектонических) нарушений. В определённых горно-геологических условиях разработки, не вполне пока ясных и научно мало формализованных, наличие тектонических нарушений приводит к проблеме опасных проявлений горного давления – от статических разрушений массива горных пород до горных ударов. Поэтому возникает объективная необходимость привлечения научного метода как для изучения самого механизма явления – закономерностей изменения поля механических напряжений в тектонически сложном массиве горных пород под влиянием проведения горной выработки, так и для получения необходимых для практики численных характеристик геосреды. Важным обстоятельством целесообразности постановки подобных исследований является понимание неизбежности присутствия разнообразных проявлений тектонических деформаций в рудничных полях практически всех разрабатываемых месторождений. Массив горных пород оправданно представляется в виде включений в него структурных неоднородностей различных порядков, в том числе – тектонических нарушений. С учётом этих современных отправных научных позиций, в том числе принятых и в диссертации, актуальность данной темы диссертационного исследования отвечает, как текущим, так и перспективным научным потребностям горной геомеханики.

Проведённый автором диссертации комплекс исследований и математического моделирования, направленный на изучение закономерностей изменения поля напряжений в массиве горных пород, вызываемых проведением горизонтальной горной выработки вблизи тектонического нарушения, даёт возможность получить качественную и количественную оценки происходящих при этом геомеханических процессов, что представляет научный интерес и имеет практическое значение для горной науки и практики.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертантом сформулированы три научных положения, выносимые на защиту.

Первым научным положением определено, что существенное влияние тектонического нарушения на распределение напряжений в приконтурном массиве начинается с расстояния не более чем $1/3$ диаметра выработки от её контура до тектонического нарушения. Данную формулировку, по нашему мнению, во избежание её недооценки, необходимо сразу же уточнить: не «существенное влияние», а «практически значимое влияние», что вытекает и из содержания диссертации, подраздел 3.2 и др. Как установлено исследованиями, напряжения здесь могут в несколько раз превышать исходные значения, а их уровень сопоставим с прочностью горных пород.

Значения коэффициентов концентрации напряжений на контуре горной выработки вблизи тектонического нарушения определены в зависимости от действующих геомеханических и горнотехнических факторов (угла падения тектонического нарушения, расстояния от выработки, параметров первоначального напряжённого состояния массива, упругих характеристик массива и заполнителя тектонического нарушения). Диссертантом достаточно подробно рассмотрены взаимосвязи этих факторов в разработанной геомеханической модели, оценены применительно к горной практике значения основных расчётных параметров и установлены закономерности геомеханических процессов, происходящих при проведении горной выработки вблизи тектонического нарушения. Численные расчёты напряжённо-деформированного состояния массива, выполненные методом конечных элементов с помощью апробированного пакета программ FEM, обеспечили высокую степень обоснованности первого научного положения.

Из второго научного положения следует, что с приближением контура выработки к тектоническому нарушению степень геомеханического его влияния на выработку возрастает и достигает максимума при ориентировке нарушения параллельно максимальному сжимающему напряжению; в дальней же зоне (на расстоянии более $1/3$ диаметра выработки) максимальное влияние тектонического нарушения происходит при его ориентировке к направлению максимального сжимающего напряжения под углом 45° .

Обоснованность второго научного положения подтверждается результатами численного моделирования с расчётом коэффициентов концентрации напряжений в массиве горных пород применительно к возможным реальным вариантам геомеханической модели приконтурного массива вблизи тектонических нарушений с различными параметрами их залегания.

Третьим научным положением определено, что влияние упругих свойств минерального заполнителя тектонического нарушения на концентрацию напряжений на контуре выработки не существенно – оно не превышает 10-15 % от максимально возможного уровня.

Важное в научно-практическом отношении данное научное положение подтверждается комплексом выполненных численным моделированием решений применительно к известным из науки и практики геомеханическим характеристикам тектонических нарушений. Методическая основа научного положения равнозначна предыдущим и является вполне обоснованной.

Высокая степень обоснованности научных положений, а также связанных с ними выводов и рекомендаций, сформулированных соискателем в результате решения поставленных в диссертации задач, подтверждается использованием актуальных и современных научных методов исследования, достаточным объёмом математического моделирования методом конечных элементов и численных расчётов по апробированным и общепринятым методикам, анализом теоретических представлений и отдельными сопоставлениями с натурными данными в производственных условиях.

Оценка научной новизны, достоверности результатов и практической значимости диссертации

Выполненная диссертационная работа выступает логическим продолжением проведённых ранее другими авторами исследований, ссылки на которые имеются в списке литературы, в предметной области изучения геомеханических процессов и закономерностей изменения поля механических напряжений, возникающих в массиве горных пород в окрестности тектонического нарушения и близко расположенной горизонтальной горной выработки. Полученные в диссертации результаты согласуются с имеющимися научными знаниями в соответствующих направлениях горной геомеханики, расширяя и дополняя их. Так, впервые в математическую модель массива горных пород введены реальные значения соотношений главных нормальных напряжений и их ориентировки относительно тектонического нарушения; впервые установлено минимально допустимое расстояние между горной выработкой и тектоническим нарушением; также установлено, что упругие свойства минерального заполнителя тектонического нарушения являются несущественным фактором (его влияние не превышает 10 % в возникающем поле напряжений приконтурного массива). Обнаруженные взаимосвязи характеристик поля напряжений с параметрами тектонических нарушений могут быть использованы для

решения целого ряда научных и прикладных задач горной геомеханики. Результаты работы характеризуются новизной и, несомненно, содержат новые научные знания.

Достоверность результатов подтверждается теоретическими расчётами и непротиворечивостью их современным представлениям об основных закономерностях деформирования массивов горных пород вокруг выработок.

Практическая значимость работы заключается в обеспечении практической возможности заранее выявлять и оценивать потенциально аварийные участки на стадии проектирования горных выработок и предусматривать комплекс мер по предотвращению опасных проявлений горного давления.

По теме диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе – 6 в изданиях, рекомендованных ВАК.

В опубликованных работах изложены все основные научные и практические результаты диссертации.

Основные положения диссертационной работы докладывались: на молодёжной научно-практической конференции «Проблемы недропользования» (12–15 февраля 2008 г.); на научном симпозиуме «Неделя горняка», (28 января – 1 февраля) г. Москва, 2008 г.; на конференции «Геодинамика и напряжённое состояние недр Земли» (06–10 июля) г. Новосибирск, 2009 г.; на научном симпозиуме «Неделя горняка» (25-29 января) г. Москва, 2010 г.; на III Всероссийской научно-практической конференции «Золото. Полиметаллы. XXI век», 2–3 марта 2022 г., г. Челябинск, 10-м Китайско-Российском форуме «Проблемы геомеханики и инженерии на больших глубинах», 25-26 июня 2022 г.

Таким образом, работа в достаточной мере прошла научную апробацию.

В целом, диссертация представляет цельное, логичное, технически грамотное изложение результатов исследований. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Используя математическое моделирование, автор правомерно и оправданно оперирует точностью своих результатов, соответствующей десяткам сантиметров (в частности, – параметром влияния тектонического нарушения, равным 0,3 диаметра выработки). В то же время известно, что определённая зона горных пород вокруг контура выработки, проводимой буровзрывным способом, подвергается трещинообразованию, что изменяет физические свойства массива. К сожалению, в тексте диссертации не обнаружено пояснений по этому вопросу.

2. В контексте диссертации понятие «тектоническое нарушение» – одно из основных, и было бы оправданным более полное и концентрированное изложение сведений о видах, параметрах, характеристиках тектонических нарушений, например, в пределах месторождений, применительно к которым выполнено данное исследование (тем более что объём рукописи позволяет).

3. Не рассмотрен вопрос о соответствии результатов математического моделирования натурным данным. Ввиду объективного отсутствия возможности проверки адекватности модели путём прямого сопоставления с результатами наблюдений или с полученными другими методами исследований, следовало бы сконцентрировать имеющиеся и разбросанные по тексту диссертации результаты некоторых косвенных сопоставлений.

4. В текстах автореферата и диссертации, освещающих вклад учёных в решение проблем научного направления, упущена целая плеяда учёных-геомехаников ИГД СО РАН, хотя научные труды некоторых из них в диссертации правомерно использованы.

5. Некоторые неточности и недоработки редакционного характера:

– на с. 9 автореферата не приведены абсолютные значения деформационных характеристик материала тектонических нарушений;

– на рис. 6 автореферата и далее по всему тексту, и в диссертации отсутствует наименование показателя, обозначенного символом λ_x ;

– в разделе Заключение написано «разработана методика», хотя по тексту никаких элементов и описания методики не приводится;

– в п. «Методы исследований» отсутствуют поясняющие сведения об использованном методе и методологии математического моделирования, о натуральных наблюдениях;

– на с. 65 диссертации дана ссылка на устаревшее издание Правил безопасности.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки представленной к защите диссертационной работы.

5. Заключение по работе

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки численной математической модели поля механических напряжений, возникающего в процессе проведения горизонтальной горной выработки вблизи тектонического нарушения, что позволяет оценивать и обеспечивать безопасность подземных горных работ в процессе управления горным давлением и что

имеет важное значение для развития горной геомеханики и горнопромышленного комплекса России.

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям, установленным Положением ВАК РФ о порядке присуждения учёных степеней, а автор диссертации Криницын Роман Владимирович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Официальный оппонент,
Директор Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Хабаровский Федеральный исследовательский
центр Дальневосточного отделения Российской академии наук,
член-корреспондент РАН,
доктор технических наук по специальности 25.00.20

Рассказов Игорь Юрьевич

1 сентября 2022 г.

Адрес учреждения:

680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, д. 54. ХФИЦ ДВО РАН
Телефон: (4212)327927. Электронная почта: adm@khfrc.ru

Я, Рассказов Игорь Юрьевич, автор отзыва, даю свое согласие на обработку персональных данных.

Рассказов Игорь Юрьевич

Подпись Рассказова И.Ю. удостоверяю:
Главный специалист службы кадров Федерального
государственного бюджетного учреждения науки
Хабаровский Федеральный исследовательский центр
Дальневосточного отделения Российской академии наук



Волокжанина Н.В.