

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Вербило Павла Эдуардовича

«Оценка прочности и деформирования междукамерных целиков в блочном горном массиве», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 25.00.20 – «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 162 источников и приложения, изложенных на 150 страницах машинописного текста, включая 132 рисунка и 19 таблиц.

2. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

На современном этапе развития горной промышленности разработка рудных месторождений полезных ископаемых ведется во все более сложных горно-геологических условиях, что объясняется увеличением глубины разработки, проявлениями высокого горного давления, подработкой ранее выработанных горизонтов и другими факторами. При этом в отечественной практике проектирования горных работ и в частности, при определении несущей способности междукамерных целиков используются, как правило, традиционные подходы, основанные на практическом опыте и эмпирических зависимостях. Однако известно, что эмпирические методы не являются универсальными и могут давать некорректные результаты при изменении горно-геологических условий. Существующие эмпирические зависимости не учитывают горно-геологические факторы в комплексе и не позволяют дать оценку степени влияния того или иного параметра на механические характеристики горных пород. В значительной степени вышесказанное касается такой важной особенности горных массивов как их блочное строение. Блочная структура горных массивов оказывает решающее влияние на их механиче-

*№ 101
от 10.09.2018*

ское поведение, проявляется в наличии масштабного эффекта и снижении несущей способности междукамерных целиков. Аналитические и экспериментальные методы исследований масштабного эффекта и других особенностей блочных структур имеют объективные ограничения, однако прогресс вычислительной техники существенно расширяет эти возможности. Развитие вычислительных технологий позволяет решать геомеханические задачи высокого класса сложности, в том числе связанные с моделированием трещиноватых горных массивов. Существующие программные комплексы позволяют в явном виде моделировать блочные массивы произвольного строения для качественной и количественной оценки их напряженно-деформированного состояния.

В связи с вышесказанным, диссертационная работа Вербило П.Э., посвященная численному моделированию деформирования блочного горного массива и междукамерных целиков, формируемых при камерно-столбовой системе разработке рудных месторождений, несомненно, выполнена на актуальную и практически важную тему. Исследования, направленные на вычисление анизотропии механических характеристик блочного массива, масштабного эффекта, несущей способности междукамерных целиков являются весьма важными с практической точки зрения, так как именно подобные теоретические разработки используются при проектировании рудных месторождений полезных ископаемых.

3. НАУЧНАЯ НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ

Рассматриваемая диссертация направлена на разработку методик расчета напряженно-деформированного состояния горных пород блочного строения для оценки их прочности, проявлений масштабного эффекта и других особенностей.

Научная новизна исследований связана с разработкой обоснованных теоретических подходов к численному математическому моделированию изменения напряженно-деформированного состояния блочного горного массива и сформированных в нем междукамерных целиков. Предлагаемая автором методика основана на моделировании блочной среды в явном виде как суммы отдельных структурных элементов с учетом их контактного взаимодействия. Как показано в работе, такой подход позволяет воспроизвести нелинейную связь напряжений и деформаций и другие особенности деформирования горных пород. Проведенные в диссертационном исследовании численные эксперименты позволили установить количественные закономерности изменения прочностных и деформационных характеристик блочного горного массива в зависимости от строения последнего, установить параметры анизотропии механических характеристик и масштабного эффекта, несущей способности междукамерных целиков, формируемых при камерно-столбовой системе разработки рудных месторождений. Полученные количественные зависимости относятся прежде всего к породам месторождения Плато Расвумчорр, но при помощи разработанной методики легко могут быть актуализированы для горных массивов другого строения. Совокупность научно-обоснованной методики численного моделирования напряженно-деформированного состояния блочных сред и вышеперечисленных количественных зависимостей составляет научную новизну представленной диссертационной работы.

Практическая ценность работы заключается прежде всего в повышении безопасности горных работ, т.к. разработанные методики позволяют максимально подробно учитывать геологические и горнотехнические особенности горного массива конкретного месторождения, что повышает надежность оценки несущей способности междукамерных целиков.

4. ДОСТОВЕРНОСТЬ И ОБОСНОВАННОСТЬ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Представленные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации достаточно аргументированы и подтверждены проведенными исследованиями. Соискатель проанализировал и обобщил большое количество литературных данных и выполнил значительный объем численных экспериментов. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния блочного породного массива выполнено в широко известном программном комплексе SIMULIA Abaqus с использованием общепризнанных механических моделей контактов горных пород, что говорит в пользу их обоснованности. Также достоверность выводов подтверждается корректным использованием математического аппарата механики твердого деформируемого тела и качественной сопоставимостью результатов расчета с натурными данными.

Выдвигаемые автором защищаемые научные положения в целом не вызывают возражений. Они обосновываются подробными многовариантными расчетами и в своей основе соответствуют общепринятым представлениям о деформировании блочных горных массивов.

Т.о., достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается представительным объемом проанализированных данных и разработанных расчетных моделей, использованием сертифицированного программного обеспечения, а также сходимостью результатов расчетов с натурными данными.

5. ПУБЛИКАЦИИ, ЯЗЫК И СТИЛЬ ДИССЕРТАЦИИ

Материал диссертационной работы в достаточной степени логично выстроен, четко сформулированы цель и задачи работы. Содержание диссертации включает весь опубликованный материал по исследованиям автора. Диссертация написана грамотным техническим языком, текстовая часть в доста-

точной степени иллюстрирована рисунками и таблицами, а стиль изложения соответствует современному уровню научных работ.

6. ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАБОТЕ

1. Из формулировки 1-ого и 3-его защищаемых положений можно заключить, что прогноз процессов деформирования блочного массива и определение параметров междукамерных целиков следует выполнять только теми методами, которые предлагает автор. Очевидно, эти формулировки следовало откорректировать.

2. При разработке методики определения несущей способности целиков автор в численных расчетах воспроизводит условия лабораторных экспериментов на одноосное и псевдо-трехосное сжатие. При этом не учитываются условия деформирования реальных целиков в системе "кровля камеры - целик - почва камеры". Это может сказаться на результате расчета несущей способности, если отношение высоты целика к его ширине достаточно мало. Возможно, следовало учесть данное обстоятельство, так как разработанный автором подход позволяет это сделать.

3. При построении численных геомеханических моделей блочной или трещиноватой среды автору рекомендуется учитывать наличие подземных вод, так как данный параметр может оказывать существенное влияние на механическое поведение горного массива.

4. В диссертации не приведено примеров практического применения результатов исследований.

Следует отметить, что высказанные замечания не являются принципиальными, частично имеют характер пожеланий по дальнейшему развитию и применению работы и не снижают ее общую положительную оценку.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Диссертация Вербило Павла Эдуардовича «Оценка прочности и деформирования междукамерных целиков в блочном горном массиве» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной задачи оценки несущей способности междукамерных целиков при камерно-столбовой системе разработке рудных месторождений в блочном горном массиве. Научные результаты, полученные автором, своевременно апробированы и опубликованы в изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

Диссертационная работа Вербило П.Э. соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Минобрнауки РФ (утверждено постановлением Правительства РФ от 24.09.13 г. N842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Официальный оппонент,
д.т.н., профессор кафедры
"Маркшейдерское дело, геодезия и
геоинформационные системы",
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования "Пермский
национальный исследовательский
политехнический университет"

Подпись С.Г. Ашихмина
Ученый секретарь



614990, г. Пермь,
Комсомольский пр., д. 29
тел: (342) 2198-424, e-mail: geotech@pstu.ac.ru

Ашихмин
Сергей Геннадьевич

В.И.Макаревич

04.09.2018