

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу **Мельникова Никиты Ярославовича** «ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ КАРЬЕРОВ ПРИ КРУТОМ ПАДЕНИИ СЛОЕВ, НАПРАВЛЕННЫХ В МАССИВ, В УСЛОВИЯХ КРИОЛИТОЗОНЫ», представленной 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

Представленная диссертация включает введение, четыре главы, заключение и список литературы из 93 наименований. Диссертация изложена на 140 страницах машинного текста и содержит 91 рисунок, 13 таблиц и 13 формул.

### 2. Актуальность диссертации

На современном этапе развития открытой геотехнологии наблюдается тенденция к увеличению глубины карьеров, в связи с чем, повышается риск возникновения оползней и обрушений. При этом известно большое число деформаций бортов карьеров, приводящих к значительным экономическим убыткам. В этой связи определение оптимальных параметров, при которых обеспечивается устойчивость бортов с минимальным коэффициентом вскрыши, является весьма важной задачей для безаварийной отработки месторождений полезных ископаемых, большая часть которых сосредоточена в районах с суровыми климатическими условиями и зоне вечной мерзлоты.

Существующие методы оценки устойчивости бортов карьеров не учитывают особенностей криолитозоны. Физико-механические свойства пород отдельных месторождений полезных ископаемых, приведенные в Правилах обеспечения устойчивости, также указаны без учета влияния суровых климатических условий на прочностные характеристики пород.

В диссертационной работе Н. Я. Мельников рассматривал вопросы обеспечения устойчивости бортов карьеров при крутопадающей слоистости, направленной в массив. Приведены также исследования прочностных характеристик пород в условиях криолитозоны, что является не менее актуальным, так как в мерзлом состоянии меняются прочностные характеристики на контактах слоев горных пород, что отражается на характере деформирования таких откосов.

Из вышеизложенного следует актуальность исследований по геомеханическому обоснованию параметров бортов карьеров при крутом падении слоев, направленных в массив, в условиях криолитозоны.

### 3. Научная новизна и практическая значимость работы

Научная новизна исследований заключается в изучении особенностей деформирования откосов с обратным (относительно откоса борта) падением

слоистости с использованием физического и численного методов моделирования откосов. В результате исследований разработан новый подход к оценке устойчивости бортов карьеров при обратном падении слоев, который заключается в определении коэффициента запаса устойчивости и обеспечении допустимых величин деформаций прибортового массива.

Практическая значимость работы заключается в составлении номограмм для определения предельных углов наклона бортов при обратном падении слоистости массива, которые можно использовать при разработке проектной документации для условий криолитозоны.

#### **4. Достоверность и обоснованность научных положений и результатов работы**

Основные научные результаты работы отражены в трех научных положениях, выносимых на защиту.

*1. Процесс разрушения откосов с обратной крутонападающей слоистостью определяется прочностью контактов: с увеличением прочностных свойств контактов слоев горных пород, процесс разрушения, представляющий собой опрокидывание слоев, трансформируется в изгибы с их дальнейшим срезом по плавной криволинейной поверхности аналогично изотропному откосу.*

Первое научное положение представлено в третьей главе диссертации. Научное положение раскрывает особенности деформирования откосов с обратной слоистостью. На данный момент существует небольшое количество исследований, направленных на изучение особенностей поведения прибортовых массивов, в которых слои падают в массив. Среди таких исследований стоит отметить работу Б.Г. Афанасьева, на основе которой была разработана методика оценки устойчивости откосов с обратной слоистостью. Однако данная методика предназначена для карьеров глубиной не более 200 м, в то время как сегодня проектируются карьеры с высотой борта до 1000 м.

По результатам физического моделирования методом эквивалентных материалов автор установил, что для мерзлых пород величина сцепления на контактах слоев оказывает значительное влияние на процесс деформирования и предельный угол бортов карьеров с обратной слоистостью. Достоверность результатов данных исследований определяется принципом механического подобия, который заложен в основу физического моделирования.

*2. Прогноз потери устойчивости откосов с обратной крутонападающей слоистостью должен осуществляться на основе численного моделирования и натурных наблюдений, а критерием смещений, прогнозирующим обрушение, является спад максимальных скоростей смещений в 1,5 раза относительно максимальных скоростей смещений предыдущего этапа ведения горных работ.*

Второе научное положение раскрывается в четвертой главе диссертации. Второе положение основано на сопоставлении результатов

физического и численного моделирования. В ходе данных исследований выявлены особенности деформирования бортов карьеров по мере уменьшения коэффициентов устойчивости. Установлено, что перед разрушением откосов наблюдается снижение скорости смещений в 1,5 раза. На основании выявленных закономерностей с использованием численного моделирования методом конечных элементов были также определены предельные углы наклона бортов с обратной слоистостью ( $\alpha$ ) различной мощности перед разрушением в зависимости от соотношения сцепления по контактам слоев  $S_k$  и сцепления массива горных пород  $S_m$ .

*3. При обосновании параметров бортов карьеров с обратной крутопадающей слоистостью необходимо учитывать как прочностные свойства по контактам горных пород, так и допустимые величины деформаций при различных коэффициентах устойчивости.*

Третье научное положение раскрывается в четвертой главе диссертации и является результатом обобщения всей исследовательской работы. По результатам физического моделирования, а также расчетов устойчивости методом предельного равновесия и конечных элементов, был разработан метод определения устойчивых параметров бортов карьеров с обратной слоистостью. Данный метод заключается в определении не только коэффициента запаса устойчивости, но и смещений, которые наблюдается в откосах с обратной слоистостью в процессе их деформирования. Таким образом, данный метод позволяет установить параметры бортов карьеров с обратной слоистостью до начала процессов образования трещин в прибортовом массиве, которые могут привести к деформациям борта.

Результаты исследований Н. Я. Мельникова могут использоваться проектными и научно-исследовательскими организациями, а также горнодобывающими предприятиями.

### **5. Публикации, язык и стиль диссертации**

Работа изложена грамотным научным языком, основные выводы и результаты носят завершённый характер и естественно вытекают из ее содержания. По тексту диссертации приведены корректные ссылки на исследования других авторов. Оформление диссертации соответствует установленным требованиям и стандартам.

Личное участие автора подтверждается публикациями. Всего опубликовано 5 работ, из них 2 в ведущих рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, 1 – включенная в международную базу цитирования Scopus.

Структура диссертации и автореферата имеют логическую последовательность, ясность и полноту изложений.

### **6. Замечания и вопросы по диссертации**

1. В названии работы акцент сделан на исследования в условиях криолитозоны. Однако, в работе для криолитозоны приведены только лабораторные исследования прочностных характеристик контактов угля в

мерзлом состоянии. При этом ничего не сказано про изменение прочностных характеристик контактов пород и заполнителя трещин при их оттаивании.

В научных положениях также не звучит криолитозона.

2. Не увязаны логически задачи исследования с научными положениями и главами диссертации: задача – глава, в которой показано решение поставленной задачи – научное положение.

3. Цель работы – разработка **методики** оценки устойчивости бортов глубоких карьеров в массивах с крутопадающей несогласной с наклоном откоса слоистостью в условиях криолитозоны. Однако, в оглавлении диссертации нет главы с подобным названием. Глава 4 называется разработка **рекомендаций** по определению параметров бортов карьеров. Непонятна точка зрения автора методики и рекомендации – это синонимы? Если нет, тогда, где в диссертации изложена методика?

4. Идея работы – оценка устойчивости бортов карьера с учетом прочностных свойств и величин допустимых деформаций, наблюдаемых в массиве. При этом нет пояснений, почему в качестве **допустимой** относительной горизонтальной деформации принято значение  $1 \cdot 10^{-3}$  (без указания единиц измерения!) и каким образом перейти от допустимых деформаций к допустимым смещениям в горизонтальной плоскости, так как при инструментальных наблюдениях определяют смещения. Далее приведены рассуждения (автореферат, стр. 18, абзац 3 сверху) в случае применения высокоточных технологий мониторинга (наземных радаров) ...допустимо использовать повышенное значение **критической** величины относительной деформации. Непонятно допустимая деформация и критическая это разные понятия? Скорее всего, да. Тогда нужно пояснение, что понимается под критической величиной и почему она зависит не от прочностных характеристик пород, а от прибора, используемого для наблюдений?

5. В диссертации и автореферате допущены некорректные выражения: *контактные условия* вместо характеристики сопротивления сдвигу по контактам пород; *осадочные месторождения* вместо осадочная толща пород; *наклон откоса борта* вместо наклон борта (говорят откос уступа, но угол наклона борта!); *дисперсионные породы*, вместо дисперсные породы.

Приведенные замечания носят рекомендательный характер не снижают научной ценности работы и направлены на совершенствование будущей научной работы автора.

## 7. Заключение по диссертационной работе

Диссертация Мельникова Никиты Ярославовича Геомеханическое обоснование параметров бортов карьеров при крутом падении слоев, направленных в массив, в условиях криолитозоны является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи, связанной с обеспечением устойчивости бортов карьеров с обратным падением слоев.

Диссертация «Геомеханическое обоснование параметров бортов карьеров при крутом падении слоев, направленных в массив, в условиях криолиты зоны» полностью соответствует предъявляемым требованиям п. 2 «Положение о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 №839 адм, а ее автор **Мельников Никита Ярославович** достоин 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., доцент, профессор кафедры маркшейдерского дела и геологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

*Бахаева*  
*02.12.2019* С.П. Бахаева

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

Бахаева Светлана Петровна

Адрес: 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Тел.: +7(3842) 39-63-85. e-mail: [bsp.mdg@kuzstu.tu](mailto:bsp.mdg@kuzstu.tu)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»



*С.П. Бахаева*  
ЗАВЕРЯЮ  
заместитель отдела управления делами  
*О.С. Карнадуд*  
"02" 12 2019 г.