

**А.М. МОЧАЛОВ
В.Н. ПОПОВ
Г.М. ЕРЕМИН**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ
КАРЬЕРОВ
И ПОДДЕРЖАНИЕ ИХ
В УСТОЙЧИВОМ
СОСТОЯНИИ**



**А.М. МОЧАЛОВ
В.Н. ПОПОВ
Г.М. ЕРЕМИН**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ
КАРЬЕРОВ
И ПОДДЕРЖАНИЕ ИХ
В УСТОЙЧИВОМ
СОСТОЯНИИ**



**МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»
2014**

УДК 622.271.333

ББК 33.2

М74

Книга соответствует «Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых. СанПиН 1.2.1253—03», утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г. (ОСТ 29.124—94). Санитарно-эпидемиологическое заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей № 77.99.60.953.Д.014367.12.13

**Работа выполнена в Московском горном институте
НИТУ МИСИС, Научно-исследовательском институте
горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ)
и Горном институте КНЦ РАН**

Мочалов А.М., Попов В.Н., Еремин Г.М.

М74 Определенные параметры бортов карьеров и поддержание их в устойчивом состоянии. — М.: Издательство «Горная книга», 2014. — 224 с.: ил.

ISBN 978-5-98672-369-3

Рассмотрены основные существующие инженерные и аналитические способы расчета параметров бортов карьеров. Выявлено, что для обоснованного определения параметров устойчивых бортов карьеров необходимо устанавливать комплекс исходной информации, связанной как с особенностью геолого-структурного состояния массивов пород по высоте разреза, определения и учета изменения свойств пород во времени по мере увеличения карьерной выемки, применения геофизических методов определения упругих свойств массивов пород и их контроля за состоянием прибортового массива, применения методов укрепления бортов при создании суперглубоких карьеров, а также осушения отдельных участков уступов или бортов в целом для длительного поддержания крутых бортов в устойчивом состоянии, особенно технологических, где размещено оборудование или конвейерные комплексы. На основе такой методологии предложен новый способ определения параметров бортов глубоких карьеров и их поддержания в устойчивом состоянии.

Книга может быть полезна для научных и инженерно-технических работников, а также для проектировщиков и студентов, горных и технических вузов.

УДК 622.271.333

ББК 33.2

ISBN 978-5-98672-369-3 © А.М. Мочалов, В.Н. Попов, Г.М. Еремин, 2014

© Издательство «Горная книга», 2014

© Дизайн книги. Издательство «Горная книга», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ КАРЬЕРА	7
1.1. Оценка устойчивости откоса при плоской поверхности скольжения (метод П.М. Цимбаревича)	7
1.2. Расчет откосов выпуклого профиля	8
1.3. Расчет устойчивости откосов при наличии поверхностей ослабления	15
1.4. Определение параметров устойчивых бортов карьеров по методу ВНИМИ	18
1.4.1. Схемы расчета устойчивости протяженных прямолинейных участков бортов карьеров, откосов уступов и отвалов для различных геологических условий	23
2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ	36
2.1. Общая информация об устойчивости бортов	36
2.2. Обоснование параметров бортов карьера в конечном положении ...	39
2.2.1. Физико-механические свойства горных пород и руд	39
2.2.2. Методика расчётов по обоснованию максимально допустимых параметров бортов карьера	42
2.2.3. Величина коэффициента запаса устойчивости бортов карьера в конечном положении	45
2.2.4. Расчётные значения показателей физико-механических свойств пород в массиве	46
2.2.5. Результаты расчётов по оценке устойчивости бортов карьера и предварительные рекомендации по их параметрам в конечном положении	47
2.2.6. Расчёт устойчивости бортов карьера с учётом действия горизонтальных тектонических напряжений	54
2.2.7. Рекомендации по углам откоса бортов карьера	57
3. ИСХОДНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРНЫХ ПОРОД И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ПРОЕКТАХ	62
3.1. Физико-механические свойства пород на карьерах региона	62
3.2. Изучение особенностей и закономерностей изменения свойств пород от генезиса до разработки месторождения и техногенного складирования пород (отходов)	67
4. МЕТОД И СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БОРТА ГЛУБОКОГО КАРЬЕРА ПО ДАННЫМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКИ И ЭКСПЕРИМЕНТА	76
4.1. Определение размера структурного блока по данным натурно- экспериментальных (керн) определений. Характеристика нарушенности массивов пород и их прочностного состояния	76

4.2. Исходные данные для определения расчетных прочностных характеристик пород и определение параметров бортов карьера	83
5. РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БОРТОВ ГЛУБОКИХ И СУПЕРГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ	92
5.1. Выявление взаимосвязей прочностных характеристик пород (угла ϕ и сцепления) при определении параметров бортов карьеров	92
5.2. Учёт криволинейности борта карьера	104
6. ПЕРСПЕКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ГОРНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРЕ (ВАРИАНТ КОМБИНАТА ОАО «КОВДОРСКИЙ ГОК»)	105
6.1. Основные особенности развития горных работ по варианту ОАО «Ковдорский ГОК»	105
6.2. Основные положения варианта развития горных работ при разработке Ковдорского месторождения комплексных железных руд открытым и подземным способами в глубоких зонах	111
6.3. Методы и способ повышения устойчивости бортов суперглубокого карьера (на примере Ковдорского карьера комплексных железных руд)	117
7. ПОДДЕРЖАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ УСТУПОВ И БОРТОВ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ ПРИ ИХ ФОРМИРОВАНИИ	130
7.1. Экспериментальное изучение свойства горных пород на ползучесть	131
7.2. Выявление особенностей и закономерностей деформации пород под действием нагрузок	138
7.3. Определение и учёт упругих характеристик пород при прогнозировании устойчивости горных объектов (борта карьеров)	144
7.3.1. Статические и динамические показатели деформируемости	151
7.4. Определение обобщенных показателей деформируемости для квазиоднородных элементов массива	159
7.5. Устройство устойчивого профиля борта	161
7.5.1. Влияние взрывов на устойчивость откосов уступов и бортов карьеров	162
7.6. Искусственное укрепление откосов	165
7.6.1. Механические способы укрепления откосов	165
7.6.2. Изучение влияния горно-геологических и горнотехнических факторов при выборе метода укрепления откосов уступов и бортов в карьерах	170
7.6.2.1. Учёт горно-геологических факторов при построении моделей массивов горных пород прибортовых зон карьеров	170
7.6.2.2. Заоткоска уступов и бортов карьеров	173
7.6.2.3. Выбор метода крепления ослабленных участков уступов и бортов карьеров	177

7.6.2.4. Опыт укрепления откосов уступов и участков борта в карьерах	177
7.6.2.5. Определение параметров разрушения берм и их укрепление	179
7.6.2.6. Решение проблем и способы постановки уступов и бортов карьеров ОАО «Апатит» под предельно устойчивыми углами откосов	184
7.6.2.7. Отстройка и поддержание в устойчивом состоянии высоких и крутонаклонных участков бортов для размещения на них комплексов циклично-поточной технологии	189
7.7. Изменение коэффициента запаса устойчивости во времени и оценка возможности деформации (обрушения) уступа (борта)	196
7.8. Повышение устойчивости обводненных откосов	201
7.9. Особенности ведения мониторинга техногенных процессов (горнодобычных) при создании бортов глубокого карьера	205
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	208
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	211