

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Кафедра горного дела

УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ КАРЬЕРОВ И ОТВАЛОВ

*Методические указания и задания
к контрольной работе для студентов
специальности 130403 "Открытые горные работы"
заочной формы обучения*

Мурманск
2011

УДК 622.3

ББК 33.3

У 79

Составитель – Вадим Вячеславович Рыбин, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник Горного института КНЦ РАН, доцент кафедры горного дела Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой 6 октября 2003 г., протокол № 2

Рецензент – Э. В. Каспарьян, д-р техн. наук, профессор кафедры горного дела МГТУ

Редактор Ю. Н. Еремеева

Корректор Т. А. Пехтерева

Электронная верстка А. С. Плужниковой

© Мурманский государственный
технический университет, 2011

© В. В. Рыбин, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	4
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	5
СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	6
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ К ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ	13
ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ	19
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	21
ПРИЛОЖЕНИЕ	22

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Цель дисциплины – сформировать у студентов знания основ теории и практики методов оценки, контроля и обеспечения устойчивости бортов карьеров и отвалов.

Задачи дисциплины – научить студентов ориентироваться в области определения основных исходных данных, необходимых для оценки устойчивости бортов карьеров и отвалов, составлять расчетные схемы, выбирать методы и средства, необходимые для контроля и обеспечения устойчивости карьерных откосов различного назначения.

В результате изучения курса студенты должны получить представления о геомеханических процессах, происходящих в массивах горных пород, окружающих карьерные выемки, о методах оценки устойчивости бортов карьеров, отдельных уступов и отвалов, а также о методах контроля и обеспечения устойчивого состояния бортов карьерных откосов различного назначения при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Приобретенные знания должны использоваться при курсовом и дипломном проектировании.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование темы	Аудиторные занятия		Работа	
		лекции	практические	индивидуальная	самостоятельная
1	Основные понятия дисциплины "Устойчивость бортов карьеров"	2	–	1	6
2	Основные свойства горных пород с точки зрения их устойчивости в откосах		–	2	5
3	Устойчивость откосов в сыпучих, слабосвязных средах	2	–	2	5
4	Основные принципы расчета устойчивости откосов в сыпучих, слабосвязных средах		–	2	5
5	Расчет устойчивости откосов в сыпучих, слабосвязных средах		2	1	5
6	Расчет устойчивости откосов с учетом нагрузки от технологического оборудования	2	–	1	5
7	Устойчивость откосов в массивах прочных скальных пород		–	2	5
8	Расчет устойчивости откосов в массивах прочных скальных пород		2	2	5
9	Расчет устойчивости бортов карьеров подработанных подземными горными работами	2	–	1	5
10	Специальные мероприятия по обеспечению устойчивости откосов. Методы и средства контроля устойчивости бортов карьеров		–	2	5
11	Системы геомеханического мониторинга устойчивости бортов и уступов карьеров		–	2	5
Всего		8	4	18	56
Итого		86			

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Основные понятия дисциплины "Устойчивость бортов карьеров и отвалов"

Сущность и общая структура курса, его связь с другими предметами. Основные понятия и определения. Влияние изменения угла наклона борта карьера на объем вскрышных работ. Исторический очерк развития представлений об устойчивости бортов карьеров и в целом откосов в различных условиях. Основные научные школы в области устойчивости откосов.

Методические указания

В связи с тем, что дисциплина "Устойчивость бортов карьеров и отвалов" (УБКиО) представляет собой, с одной стороны, составную часть геомеханики, а с другой стороны, тесно связана с технологическими процессами открытых горных работ, необходимо повторить соответствующие учебные курсы. Общие сведения о дисциплине УБКиО изложены в монографии Г. Л. Фисенко [1] и справочнике Э. Л. Галустьяна [2].

Литература: [1]; [2].

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятия "борт карьера". Что такое верхний контур карьера и нижний контур карьера?
2. Дайте определение понятия "устойчивость".
3. От каких факторов зависит изменение объема вскрыши при изменении угла наклона борта карьера?

Тема 2. Основные свойства горных пород с точки зрения их устойчивости в откосах

Классификация горных пород по их устойчивости в откосах. Виды потери устойчивости откосами. Основные факторы, влияющие на устойчивость откосов.

Методические указания

Устойчивость бортов карьеров и отвалов в первую очередь определяется свойствами слагающих их горных пород. Классификация горных пород по их устойчивости в откосах подробно рассмотрена в монографии Г. Л. Фисенко [1] и приведена в справочнике Э. Л. Галустьяна [2].

Особое внимание следует уделить изучению видов потери устойчивости откосов (обрушения, оползни, оплывины и др.), а также факторам, влияющим на их устойчивость, что представляется важным для правильной диагностики видов нарушения откосов и причин, приведших к такому нарушению.

Литература: [1]; [2].

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные природные и техногенные факторы, влияющие на устойчивость карьерных откосов.
2. На какие группы делятся горные породы по их устойчивости в откосах по классификации Г. Л. Фисенко?
3. Какие виды потери устойчивости бортов карьеров и уступов Вы знаете?

Тема 3. Устойчивость откосов в сыпучих, слабосвязных средах

Угол естественного откоса. Связность горных пород. Внутреннее трение. Влияние гидрогеологических условий на устойчивость откосов в сыпучих средах. Оползни и оплывины.

Методические указания

В рамках изучения данной темы рассматриваются наиболее общие вопросы устойчивости откосов в приповерхностной толще, которые, как правило, относятся к категории сыпучих, слабосвязных сред.

При изучении данной темы следует акцентировать внимание на физическом смысле применяемых терминов.

Литература: [1]; [2]; [4]; [8].

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение понятиям "предельное равновесие массива пород", "наиболее напряженная поверхность в массиве горных пород".
2. Что такое связность горных пород?
3. Дайте определение понятиям "оползень" и "оплывина".
4. Какие основные виды дренажа карьерных полей Вы знаете?

Тема 4. Основные принципы расчета устойчивости откосов в сыпучих, слабосвязных средах

Схемы расчета устойчивости бортов карьеров и отвалов (по Г. Л. Фисенко). Потенциальная поверхность скольжения. Прямолинейные и круглоцилиндрические поверхности скольжения. Баланс сдвигающих и удерживающих сил по поверхности скольжения. Критерии потери устойчивости откосом. Коэффициент запаса устойчивости.

Методические указания

В рамках изучения данной темы рассматриваются принципы расчета устойчивости откосов в сыпучих, слабосвязных средах [1], [2]. Особое внимание следует уделить изучению методики построения поверхности скольжения и последовательности выполнения расчета коэффициента запаса устойчивости в сыпучей, слабосвязной среде [4].

Литература: [1]; [2]; [4].

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные положения, к которым сводится классическая концепция оценки устойчивости откосов в массивах слабосвязных пород.
2. Поясните, что означают термины "призма активного давления" и "призма упора".
3. Что такое коэффициент запаса устойчивости?

Тема 5. Расчет устойчивости откосов в сыпучих, слабосвязных средах

Расчет устойчивости отвалов, хвостохранилищ и других насыпных сооружений. Общие сведения об осушении карьерных полей.

Методические указания

Как известно, при ведении горных работ открытым способом с образованием карьерной выемки всегда возникает необходимость формирования отвалов вмещающих пород, временных рудных хранилищ и других насыпных объектов, расчет устойчивости которых имеет большое значение и выполняется на основе принципов расчета устойчивости откосов в сыпучих, слабосвязных средах.

Особое внимание необходимо уделять влиянию на устойчивость карьерных откосов гидрогеологической ситуации на месторождении, а также – возможности осушения карьерного поля.

Литература: [1]; [2]; [4].

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятий "призма возможного обрушения" и "потенциально неустойчивый блок".
2. Перечислите основные факторы, влияющие на устойчивость отвала.
3. Возможно ли существование вертикального откоса в горной породе, сцепление которой больше нуля? Ответ обоснуйте.

Тема 6. Расчет устойчивости откосов с учетом нагрузки от технологического оборудования

Влияние нагрузки технологического оборудования на устойчивость естественных и искусственных массивов пород. Мероприятия по снижению нагрузки от технологического оборудования на породный массив.

Методические указания

Технологическое оборудование может сказаться на устойчивости карьерных откосов, поэтому его наличие на уступах необходимо уметь учитывать. Также необходимо ориентироваться в тех мероприятиях, которые позволяют снизить нагрузки от технологического оборудования на породный массив.

Литература: [4].

Вопросы для самопроверки

1. Как изменится соотношение сдвигающих и удерживающих сил по потенциальной поверхности скольжения при наличии на откосе технологического оборудования?

2. Перечислите основные мероприятия по снижению нагрузки от технологического оборудования на породный массив.

**Тема 7. Устойчивость откосов
в массивах прочных скальных пород**

Устойчивость борта карьера в целом и устойчивость отдельного уступа. Особенности скальных массивов, критерии их прочности. Скальные массивы – иерархично-блочная среда. Понятие об эффективных неоднородностях. Коэффициенты трения по контактам и методы их определения. Инженерно-геологические и геомеханические модели массивов пород в окрестности карьерных выемок.

Методические указания

При изучении данной темы необходимо уяснить существенные различия между устойчивостью бортов карьеров в скальных и сыпучих, слабосвязных массивах.

Особое внимание следует уделить изучению физического смысла используемых терминов.

Литература: [1]–[3]; [5].

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные геомеханические особенности массива скальных пород.

2. Перечислите основные расчетные характеристики массива скальных пород.

3. Дайте определение понятия "эффективная неоднородность".

4. Дайте определение понятия "нарушенная зона".

Тема 8. Расчет устойчивости откосов в массивах прочных скальных пород

Нарушенная зона. Напряженно-деформированное состояние массива скальных пород в окрестности карьерных выемок и методы его определения. Примеры расчета устойчивости отдельных уступов и бортов карьеров в целом. Сейсмостойкость уступов и бортов карьеров. Влияние гидрогеологических условий на устойчивость откосов в условиях ведения открытых горных работ в скальных массивах. Краткие сведения об устойчивости гидротехнических сооружений.

Методические указания

Данная тема является продолжением предыдущей темы. Особое внимание следует уделить различию в оценке устойчивости борта карьера в целом и отдельных уступов в скальных массивах, влиянию параметров напряженно-деформированного состояния на устойчивость скальных откосов [3].

Следует уделить внимание известной аналогии между оценкой устойчивости бортов карьеров в скальных массивах и гидротехническими сооружениями на скальном основании [5].

Литература: [1]–[3]; [5].

Вопросы для самопроверки

1. Как напряженно-деформированное состояние породного массива влияет на устойчивость бортов карьеров и отдельных уступов?
2. Перечислите основные факторы, влияющие на параметры нарушенной зоны.

Тема 9. Расчет устойчивости бортов карьеров, подработанных подземными горными работами

Начало взаимного влияния очистных пространств друг на друга. Подработка борта карьера подземными горными работами. Образование воронок обрушения в пределах карьерного пространства. Примеры расчетов устойчивости бортов карьеров, подработанных подземными горными работами.

Методические указания

В настоящее время широко распространено совмещение открытых и подземных горных работ при разработке одного месторождения полезных ископаемых. Зачастую борта карьеров подработаны подземными горными работами. В связи с этим, особое внимание следует уделить началу взаимного влияния открытых и подземных горных работ друг на друга и четкому их согласованию после начала такого влияния.

Литература: [1]; [2].

Вопросы для самопроверки

1. Как подработка борта карьера подземными работами сказывается на напряженно-деформированном состоянии и устойчивости массива пород?
2. Какие основные особенности расчета устойчивости бортов карьеров, подработанных подземными горными работами?

Тема 10. Специальные мероприятия по обеспечению устойчивости откосов.

Методы и средства контроля устойчивости бортов карьеров

Необходимость снижения динамического влияния на законтурный породный массив. Методы и средства укрепления откосов. Системы контроля деформационных процессов в бортах карьеров.

Методические указания

Необходимо уяснить, что обеспечение устойчивости бортов карьеров и отдельных уступов требует соблюдения ряда специальных технологических мероприятий. Особое внимание следует уделить изучению специальных методов взрывания при подходе к конечному контуру карьера, что позволяет сводить к минимуму разрушение законтурного массива [9]. Также внимание следует уделить изучению методов и средств укрепления карьерных уступов [3], отвалов и хвостохранилищ [1]; [2]; [6]; [8]; [9]. Помимо этого необходимо получить сведения о геолого-маркшейдерском контроле процессов деформирования породных массивов [2].

Литература: [1]–[3]; [6]; [8]; [9].

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные мероприятия по обеспечению устойчивости отдельных уступов в массивах рыхлых, слабосвязных горных пород.
2. Перечислите основные мероприятия по обеспечению устойчивости отдельных уступов в массивах прочных скальных пород.
3. Какие основные методы и средства контроля устойчивости бортов карьеров Вы знаете?

Тема 11. Системы геомеханического мониторинга устойчивости бортов и уступов карьеров

Геодезические и геофизические методы контроля. Системы контроля устойчивости на различных объектах (Центральный рудник ОАО "Апатит", Рудник "Железный" ОАО "Ковдорский ГОК", карьер "Мурунтау" Навоийского ГОКа и др.).

Методические указания

Основной целью изучения данной темы является получение представления о современных комплексных системах геомеханического мониторинга устойчивости бортов и уступов карьеров.

Литература: [1]–[4]; [8].

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоит основное отличие контроля устойчивости бортов карьеров от контроля устойчивости отдельных уступов?
2. Перечислите основные принципы создания систем контроля устойчивости бортов и уступов карьеров.

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ К ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

Выполнение расчетно-графического задания предусмотрено рабочей программой по дисциплине "Устойчивость бортов карьеров" для специальности "Открытые горные работы", одобренной и утвержденной на заседании кафедры горного дела 4 ноября 2002 г., протокол № 2.

Расчетно-графическое задание выполняется для закрепления знаний студента по изучаемому предмету и совершенствования навыков пользования учебной и специальной литературой.

Расчетно-графическое задание заключается в построении расчетной схемы и проведении расчетов одного варианта каждой из трех задач. Результаты расчетов оформляются на стандартных листах бумаги с полями 20 мм с каждой стороны. Расчетная схема строится в масштабе (масштаб выбирает студент) в соответствии с требованиями заданий конкретных задач.

Структурными элементами контрольной работы являются:

- титульный лист;
- содержание (оглавление);
- графическая часть;
- расчетная часть с необходимыми комментариями к расчетам;
- список использованной литературы.

Титульный лист должен содержать:

- полное наименование университета, его филиала, факультета и кафедры;
- название дисциплины, по которой написана работа;
- академические звания, инициалы и фамилию преподавателя – научного руководителя студента;
- фамилию и инициалы студента, номер курса, группы, отделение, на котором учится студент;
- название города, а также год написания работы.

Примеры оформления титульного листа курсовой (контрольной) работы, реферата приведены в Приложении.

Каждый студент выполняет один вариант каждой из трех задач. Вариант определяется по последней цифре номера зачетной книжки студента (табл. 1).

Таблица 1

0–1	2–3	4–5	6–7	8–9
1	2	3	4	5

Задача 1. Расчет изменения объема вскрыши при изменении угла наклона борта карьера

Оборудование: калькулятор, линейка, транспортир, карандаш.

Задание

Рассчитать изменение объема вскрыши при изменении угла наклона борта карьера с α до α' . Длина фронта очистных работ постоянна и составляет L_{1-8} , м. Высота борта постоянна и составляет H_{1-5} , м. Результаты представить в табличной форме. На отдельном листе изобразить схему расчета изменения объема вскрыши с соблюдением масштаба.

Последовательность решения задачи

1. Построить схему расчета изменения объема вскрыши.
2. Произвести расчеты изменения объема вскрыши по формуле

$$V_{\text{ABC}} = 0.5H^2L(\text{ctg } \alpha - \text{ctg } \alpha').$$

3. Результаты расчетов занести в таблицу.

Исходные данные для расчетов изменений объемов вскрышных работ соответственно вариантам приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер варианта	Высота борта карьера	Длина фронта очистных работ	Изменение угла наклона борта карьера
1	$H_1 = 100$ м; шаг 100 м	$L_1 = 50$ м; шаг 50 м	С 39° до 40°
2	$H_1 = 100$ м; шаг 50 м	$L_1 = 1200$ м; шаг 200 м	С 49° до 50°
3	$H_1 = 100$ м; шаг 5 м	$L_1 = 1000$ м; шаг 200 м	С 30° до 50°
4	$H_1 = 200$ м; шаг 20 м	$L_1 = 500$ м; шаг 100 м	С 40° до 60°
5	$H_1 = 150$ м; шаг 50 м	$L_1 = 600$ м; шаг 100 м	С 45° до 60°

Задача 2. Построение круглоцилиндрической потенциальной поверхности скольжения

Оборудование: калькулятор, линейка; циркуль, транспортир, карандаш.

Задание

Графически определить местоположение потенциальной поверхности скольжения в массиве откоса высотой H и углом наклона α , не имеющим природных поверхностей ослабления. Объемный вес горных пород равен γ . Предел прочности при одноосном сжатии в образце – $\sigma_{сж}$; при одноосном растяжении в образце – σ_r . Коэффициент структурного ослабления при переходе от свойств образца к свойствам массива пород принять равным λ .

Последовательность решения задачи.

1. Получить значения сцепления ($C_{обр}$) и угла внутреннего трения (φ) для образцов горных пород, исходя из линейной огибающей паспорта прочности.

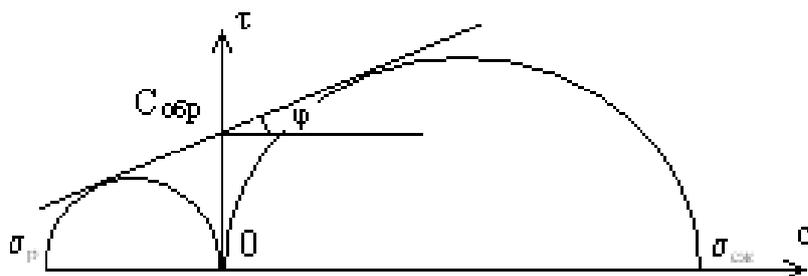


Рис.1. Получение значений сцепления и угла внутреннего трения для образцов горных пород, исходя из линейной огибающей паспорта прочности

2. Получить значения сцепления для массива пород ($C_{массив}$), исходя из значения коэффициента структурного ослабления (λ), по формуле

$$C_{массив} = \lambda C_{обр}.$$

3. Определить глубину вертикальной трещины отрыва (H_{90}) и расстояние от верхней бровки борта до места выхода на поверхность вертикальной трещины отрыва (a) по формулам:

$$H_{90} = \frac{2C_{массив}}{\gamma} \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right),$$

$$a = \frac{2 \cdot \left[H \left(1 - \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha + \varphi}{2} \right) - H_{90} \right]}{\operatorname{ctg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) + \operatorname{tg} \frac{\lambda + \varphi}{2}}$$

4. Построить потенциальную поверхность скольжения.

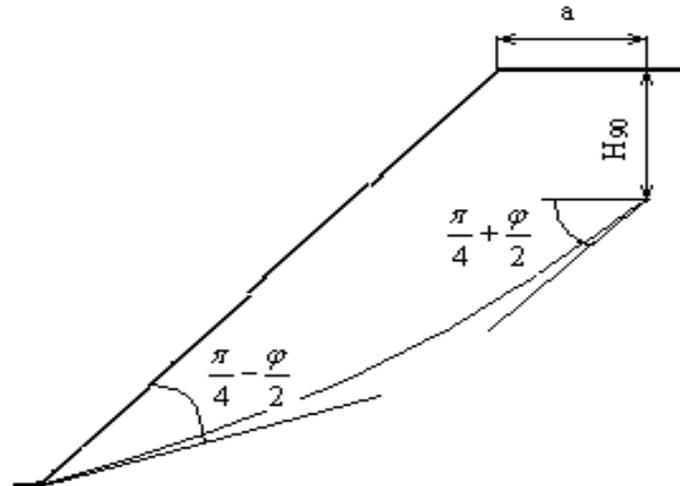


Рис. 2. Построение потенциальной поверхности скольжения

Исходные данные для расчетов соответственно вариантам приведены в табл. 3.

Таблица 3

Номер варианта	Высота откоса, H , м	Угол наклона, α , °	Предел прочности пород		Коэффициент структурного ослабления, λ
			при сжатии, $\sigma_{сж}$	при растяжении, σ_p	
1	100	40	3 МПа	10 кг/см ²	0,1
2	200	45	6 МПа	200 т/м ²	0,2
3	300	50	80 кг/см ²	3 МПа	0,1
4	400	45	10 МПа	40 кг/см ²	0,2
5	500	40	1200 т/м ²	5 МПа	0,1

Задача 3. Расчет коэффициента запаса устойчивости уступа в массиве скальных пород

Оборудование: калькулятор, линейка, транспортир, карандаш.

Задание

Определить коэффициент запаса устойчивости (n) уступа высотой H , отстроенного под углом α в массиве скальных пород (объемный вес $\gamma = 3 \text{ т/м}^3$). Уступ подсекает плоская трещина с углом падения β , имеющая контактные характеристики C и φ . Рассмотреть плоский случай (ширина структурного блока $b = 1 \text{ м}$). На отдельном листе изобразить схему расчета.

Последовательность решения задачи

1. Построить схему уступа и подсекающей его поверхности ослабления с соблюдением масштаба.
2. Показать на схеме силы, действующие на потенциально неустойчивый блок (призму возможного обрушения).

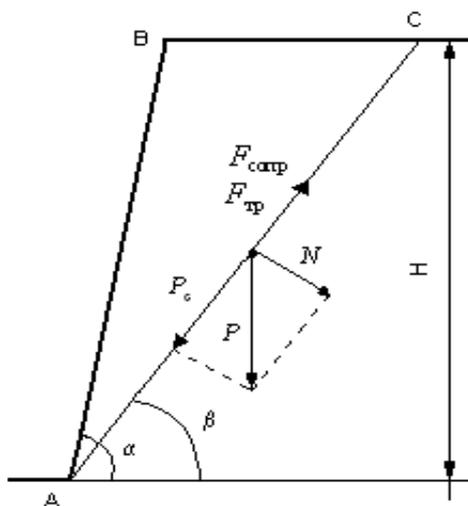


Рис. 3. Силы, действующие на потенциально неустойчивый блок

3. Произвести расчет коэффициента запаса устойчивости по формулам

$$n = \frac{F_{\text{тр}} + F_{\text{сопр}}}{P_c},$$

где P_c – сдвигающая составляющая веса потенциально неустойчивого блока;

$F_{\text{тр}}$ – сила трения;

$F_{\text{сопр}}$ – сила сопротивления скольжению по поверхности L (отрезок AC на рис. 3);

$$P_c = P \cdot \cos(90^\circ - \beta) = S_{ABC} \gamma b \cdot \cos(90^\circ - \beta),$$

$$F_{тр} = N \cdot \operatorname{tg} \varphi = S_{ABC} \gamma b \cdot \sin(90^\circ - \beta) \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

$$F_{сопр} = Lb C.$$

4. Сделать вывод о состоянии уступа (устойчив, неустойчив, недостаточно устойчив, находится в предельном состоянии).

Исходные данные для расчетов соответственно вариантам приведены в табл. 4.

Таблица 4

Номер варианта	Высота уступа, H , м	Угол откоса уступа, α , °	Угол падения трещины, подсекающей уступ, β , °	Контактные характеристики трещины	
				C	φ , °
1	45	45	30	15 т/м ²	28
2	35	75	60	15 т/м ²	28
3	30	90	60	2 кг/см ²	24
4	24	90	50	0,1 МПа	24
5	60	60	45	0	24

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

Основные

1. Предельное состояние горных пород. Потенциальная поверхность скольжения. Коэффициент запаса устойчивости борта карьера и отдельного уступа.

2. Устойчивость бортов и уступов карьеров в сыпучих, слабосвязных средах. Угол естественного откоса. Связность горных пород. Внутреннее трение.

3. Влияние гидрогеологических условий на устойчивость бортов и уступов карьеров в сыпучих средах. Оползни и оплывины. Общие сведения об осушении карьерных полей.

4. Устойчивость бортов и уступов карьеров в массивах прочных скальных пород. Напряженно-деформированное состояние массива скальных пород в окрестности карьерных выемок и методы его определения. Влияние напряженно-деформированного состояния породного массива на устойчивость бортов карьеров и отдельных уступов.

5. Методы и средства укрепления карьерных откосов. Системы контроля устойчивости бортов карьеров и отдельных уступов.

Дополнительные

6. Дать определение понятия "устойчивость борта карьера".

7. Дать определение понятия "коэффициент запаса устойчивости карьерного откоса".

8. Какие виды потери устойчивости бортов карьеров и уступов Вы знаете?

9. Перечислите основные природные и техногенные факторы, влияющие на устойчивость карьерных откосов.

10. Перечислите основные геомеханические особенности массива скальных пород.

11. Какие способы укрепления карьерных уступов Вы знаете? В каких случаях эти способы должны применяться?

12. Перечислите основные мероприятия по обеспечению устойчивости отдельных уступов в массивах рыхлых, слабосвязных горных пород.

13. Перечислите основные мероприятия по обеспечению устойчивости отдельных уступов в массивах прочных скальных пород.

14. Перечислите основные расчетные характеристики массива скальных пород.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Фисенко, Г. Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов / Г. Л. Фисенко. – М. : Недра, 1965. – 379 с.
2. Галустьян, Э. Л. Геомеханика открытых горных работ : справочное пособие / Э. Л. Галустьян. – М. : Недра, 1992. – 272 с.
3. Современные проблемы механики скальных пород в энергетическом строительстве: по материалам IV международного конгресса по механике скальных пород / И. Т. Айтматов, Э. Г. Газиев, В. Г. Лебедев [и др.] ; под ред. Н. М. Иванцова. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.
4. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров / ВНИМИ ; сост. : Г. Л. Фисенко, В. Т. Сапожников, А. М. Мочалов, В. И. Пушкарев, Ю. С. Козлов. – Л., 1972. – 165 с.
5. Рекомендации по расчету устойчивости скальных откосов / ВНИИ-Гидропроект ; сост. : Э. Г. Газиев, В. И. Речицкий, Э. А. Фрейберг. – М., 1986. – 51 с.

Дополнительная

6. Шапарь, А. Г. Механика горных пород и устойчивость бортов карьеров / А. Г. Шапарь. – Киев : Вища шк., 1973. – 120 с.
7. Арсентьев, А. И. Устойчивость бортов и осушение карьеров : учебник для вузов / А. И. Арсентьев, И. Ю. Букин, В. А. Мироненко. – М. : Недра, 1982. – 165 с.
8. Попов, И. И. Устойчивость породных отвалов / И. И. Попов, П. С. Шпаков, Г. Г. Поклад. – Алма-Ата : Наука, 1987. – 224 с.
9. Попов, В. Н. Технология отстройки бортов карьеров / В. Н. Попов, Б. Н. Байков. – М. : Недра, 1991. – 252 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"
Апатитский филиал**

Кафедра горного дела

Контрольная работа

По дисциплине _____

Тема _____

Автор: студент гр. _____ / _____ / _____ /
(шифр) (подпись) (Ф. И. О.)

Оценка: _____

Дата: _____

Проверил

Преподаватель _____ / _____ / _____
(должность) (подпись) (Ф. И. О.)

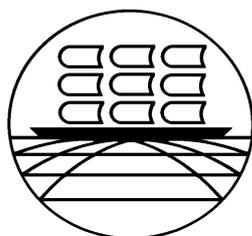
Апатиты
2010

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93,
соответствует коду 95 3000

Издательство МГТУ. 183010 Мурманск, Спортивная, 13.

Сдано в набор 04.05.2011. Подписано в печать 27.05.2011. Формат 60×84¹/₁₆.
Бум. типографская. Усл. печ. л. 1,28. Уч.-изд. л. 0,63. Заказ 203. Тираж 200 экз.

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"**



УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ КАРЬЕРОВ И ОТВАЛОВ

*Методические указания и задания
к контрольной работе для студентов
специальности 130403 "Открытые горные работы"
заочной формы обучения*

Мурманск
2011