



1 Цели освоения дисциплины

Целями изучения дисциплины «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива» являются:

- приобретение теоретических и практических навыков разработки мероприятий по управлению геомеханическими процессами в прибортовом массиве и обеспечению устойчивости бортов карьеров и откосов отвалов;

- развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

**2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки специалиста**

Дисциплина «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как: «Математика», «Физика», «Геология», «Геомеханика»: физико-механические свойства пород, условия равновесия и устойчивости откосов горных пород, роль структурного состояния пород на их прочность; основные закономерности развития деформаций откосов открытых выработок.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при освоение дисциплин: «Планирование открытых горных работ», «Проектирование карьеров».

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
| --- | --- |
| **ОПК-9** владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений |
| Знать: | - физико-механические свойства и классификации горных пород и характеристики породных массивов- методы испытаний горных пород и строительных материалов- основные закономерности развития деформаций откосов открытых выработок |
| Уметь: | - Использовать справочную литературу для определения свойств горных пород и устойчивых параметров выработок- проводить испытания горных пород и строительных материалов при исследовании их физико-механических свойств, обосновывать параметры устойчивых выработок;-анализировать инженерно-геологические условия разработки месторождений, обосновывать параметры устойчивых откосов бортов и уступов карьеров, определять запас устойчивости откосов открытых горных выработок и отвалов |
| Владеть: | - современными методами исследования физико-механических свойств горных пород и строительных материалов;- геомеханическими методами обоснования высоты и угла откосов- современными методами оценки устойчивости откосов уступов и бортов карьеров; |
| **ПК-7**умением определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты |
| Знать: | - условия применения известных способов проектирования карьеров, обеспечивающих их безопасную эксплуатацию при минимуме вскрышных работ- условия использования инженерных способов укрепления уступов и упрочнения их пород- основные способы и дренажные схемы предохранения массива бортов от воды |
| Уметь: | - выполнять расчеты по укреплению уступов;- выполнять расчеты и обоснование схем укрепления уступов;- выполнять расчеты и обоснование схем укрепления уступов; параметров дренажных схем; |
| Владеть: | - методиками расчета укрепления уступов;- современными методами управления состоянием массива горных пород;- Навыками использования специализированных программных комплексов по управлению состоянием массива горных пород. |

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 91,9 акад. часов;

 – аудиторная – 90 акад. часов;

 – внеаудиторная - 1,9

– самостоятельная работа – 16,1 акад. часов.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | Самостоятельнаяраб. (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | Лаборат. занятия | практич. занятия |
| 1. Раздел Введение.
 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.1. Цели и задачи дисциплины, связь со смежными дисциплинами | 5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование | ОПК-9; |
| 1.2. Современные тенденции развития отрасли | 5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование) | ПК-7; |
| Итоги по разделу |  | **1** | **1** | **1** | **2** |  |  |  |
| 1. Виды деформаций прибортового массива
 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.1 Оползни бортов и отвалов | 5 | 4 | 4/4 | 2/1 | 1 | Подготовка к тестированию | Тестирование | ОПК-9;ПК-7 |
| 2.2 Деформации бортов под влиянием воды | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | Подготовка к тестированию | Тестирование | ОПК-9;ПК-7 |
| 2.3 Осыпи, просадки, осадки | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | Подготовка к тестированию | Тестирование | ОПК-9;ПК-7 |
| Итоги по разделу |  | **8** | **8/4** | **4/1** | **3** |  |  |  |
| 1. Конструкция бортов карьеров
 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3.1 Профиль и конструкция борта | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование) | ПК-7; |
| 3.2 Устойчивость бортов с учетом их криволинейности в плане | 5 | 4 | 4/4 | 2/1 | 1 | Подготовка к тестированию | Тестирование | ПК-7; |
| Итоги по разделу |  | **6** | **6/4** | **3/1** | **2** |  |  |  |
| 1. Обеспечение устойчивости прибортового массива и отвалов
 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.1 Обеспечение устойчивости при ведении буровзрывных работ | 5 | 2 | 2/2 | 1/1 | 1 | Подготовка к тестированию | Тестирование | ОПК-9;ПК-7; |
| 4.2 Механические способы укрепления откосов | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | Подготовка к тестированию | Тестирование | ОПК-8;ОПК-9; |
| 4.3 Упрочнение массива | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование) | ОПК-9;ПК-7; |
| 4.4 Способы обеспечения устойчивости отвалов | 5 | 2 | 2 | 1/1 | 1 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование) | ОПК-9;ПК-7; |
| Итоги по разделу |  | **8** | **8/2** | **4/2** | **4** |  |  |  |
| 1. Гидрогеологические факторы устойчивости прибортового массива
 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.1 Виды воды в горных породах | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование) | ОПК-9;ПК-7; |
| 5.2 Основные представления о движении подземных вод | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование) | ОПК-9;ПК-7; |
| 5.3 Расчеты водопритоков к карьерам и дренажным системам | 5 | 2 | 2/1 | 1/1 | 1 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование) | ОПК-9;ПК-7; |
| 5.4 Технические средства осушения прибортового массива | 5 | 2 | 2 | 1/1 | 1 | Подготовка к семинарскому занятию | Устный опрос (собеседование) | ОПК-9;ПК-7; |
| Итоги по разделу |  | **8** | **8/1** | **4/2** | **4** |  |  |  |
| 6. Оформление разделов проектной документации по обоснованию устойчивости прибортового массива |  |  |  |  |  |  |  | ОПК-9;ПК-7; |
| 6.1 Состав раздела обоснования устойчивости. Примеры оформления. | **5** | 4 | 4/4 | 1/1 | 0,5 |  |  |  |
| 6.2 Мероприятия по обеспечению устойчивости прибортового массива | **5** | 1 | 1/1 | 1/1 | 0,6 |  |  |  |
| Итоги по разделу |  | **5** | **5/5** | **2/2** | **1,1** |  |  |  |
| **Итого по дисциплине** | **5** | **36** | **36/16** | **18/8** | **16,1** | **Подготовка к зачету** | **Зачет** |  |

1 – *Занятия проводятся в интерактивных формах (т.е. из 36 часов практических занятий 24 часа проводятся с использованием интерактивных методов)*

**5 Образовательные и информационные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных предоставлений по курсу «Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-информация, лекций-конференций, лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал изложенный и объясненный студентам на лекциях-информациях, подлежит самостоятельному осмыслению и запоминанию. Совокупность докладов по предварительно подготовленной проблематике сделанных на лекции-конференции обеспечивает всестороннее освещение проблемы за счет дополнения и уточнения преподавателем, а также подведением итогов в конце лекции с формулированием основных выводов. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используются работа в команде и традиционный семинар.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, и докладов для практических занятий, при подготовке к итоговой аттестации.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:

1. Виды деформаций прибортового массива

2. Конструкция бортов карьеров

3. Обеспечение устойчивости прибортового массива и отвалов

4. Гидрогеологические факторы устойчивости прибортового массива

5. Оформление разделов проектной документации по обоснованию устойчивости прибортового массива

**Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:**

1. Оползни бортов карьевов

2. Деформация бортов карьеров под влиянием воды

3. Осыпи, просадки, осадки

4. Оползни отвалов

5. Конструкция борта карьера

6. Расчет параметров устойчивых бортов с учетом их криволинейности в плане

7. Обеспечение устойчивости при ведении БВР

8. Механические способы укрепления откосов

9. Упрочнение массива горных пород и изоляция пород откосов

10. Методы обеспечения устойчивости отвалов

11. Виды воды в горных породах

12. Основные представления о движении подземных вод

13. Расчеты водопритоков к карьерам и дренажным системам

14. Технические средства осушения

Задания для самостоятельной работы

Тест № 1

**1 В течении какого времени может протекать оползень:**

а) несколько минут

б) несколько часов

в) несколько суток

в) несколько лет

**2 При контактных оползнях поверхность скольжения на большей части проходит по:**

а) ослабленным контактам, представленным трещинами большого протяжения;

б) поверхностям древних оползней;

в) контактам слоев, имеющих меньшие значения сцепления и угла внутреннего трения чем породы, слагающие откос

**3 Деформации обрушения характерны для:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) сыпучих пород;б) мягких связных пород; | в) скальных и полускальных трещиноватых пород. |

**4 Основной причиной деформации оползня откосов является:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) наличие крупных тектонических трещин в скальных и полускальных породах; | б) увлажнение массива, сложенного мягкими связными породами;в) интенсивная трещиноватость. |

**5 Интенсивность деформации осыпания уступа- это:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) скорость заполнения нижней площадки уступа продуктами осыпания; | б) скорость уменьшения ширины верхней площадки уступа за счет осыпания. |

**6 Вынос частиц пород из приоткосного массива подземными водами – это деформация:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) фильтрационного оползня;б) оплывания; | в) механической суффозии. |

**7 Отметье, что не является причиной деформации суффозии в откосах:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) несоответствие угла устойчивого откоса его высоте;б) трещиноватость пород; | в) трещинные подземные воды в скальных породах;г) подземные воды в слабо связных породах. |

**8 Поверхность скольжения в откосе отвала при подошвенном оползне:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) частично проходит по телу отвала; | б) частично захватывает подошву отвала;в) не достигает подошвы отвала. |

**9 Деформация «надподошвенного оползня» характерна для откосов:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) отвалов;б) бортов карьера; | в) уступов борта карьера. |

**10 Деформация подошвенного оползня характерна для внешних отвалов:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) на глинистом основании;б) на слоистом наклонном основании; | в) на скальном наклонном основании. |

**11 Возможной деформацией откоса отвала скальных пород на глинистом основании является:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) подошвенный оползень;б) подподошвенный оползень; | в) надподошвенный оползень. |

**12 Какой вид деформаций характерен для открытого способа разработки**

а) глубинный оползень

б) оползень изотропного массива

в) оплывина

г) поверхностная эрозия

**Ключ к тестам**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | а, б, в, г |  |
| 2 | а, б, в |  |
| 3 | в |  |
| 4 | б |  |
| 5 | б |  |
| 6 | в |  |
| 7 | а, б, в |  |
| 8 | б |  |
| 9 | а |  |
| 10 | б |  |
| 11 | б |  |
| 12 | а, б, в, г |  |

**Тест № 2**

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

1. Результирующий угол откоса выпуклого профиля борта карьера и угол устойчивого плоского откоса для одних и тех же инженерно-геологических условий:

|  |  |
| --- | --- |
| а) равны;б) угол плоского откоса больше; | в) угол плоского откоса меньше. |

**2. Причинами деформации суффозии в откосах являются:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) несоответствие угла устойчивого откоса его высоте;б) трещиноватость пород; | в) трещинные подземные воды в скальных породах;г) подземные воды в слабо связных породах. |

**3. Деформации обрушения характерны для:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) сыпучих пород;б) мягких связных пород; | в) скальных и полускальных трещиноватых пород. |

**4. Свайное укрепление уступов используют:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) для укрепления откосов глинистых пород; | б) для укрепления отдельных структурных блоков;в) для укрепления рыхлых пород. |

**5. Необходимая дополнительная удерживающая сила , создаваемая механическим креплением откосов, определяется:**

|  |  |
| --- | --- |
| а)  ;б)  ; | в)  . |

**6. Анкерное укрепление уступов нельзя использовать для:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) мягких и рыхлых пород;б) скальных средне трещиноватых пород; | в) полускальных слабо трещиноватых пород. |

**7. Устойчивость вогнутых в плане бортов карьера по сравнению с устойчивостью прямолинейных в плане бортов:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) выше;б) одинаковая | в) ниже; |

**8. Материалом для контрфорса служит:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) бетон;б) щебень' | в) галька;г) песок;д) глина. |

**9. Снижение неблагоприятного воздействия взрыва на массив может достигатся:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| а)увеличением массы одновременно взрываемого заряда; | б) применением контурного взрывания наклонных скважин; | в) исключением замедлителей в схеме коммутации зарядов вв; |

**10. Быстросхватывающие цементы используется для упрочнения:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) сыпучих пород;б) мягких глинистых пород; | в) трещиноватых скальных пород. |

**11. Пъезометрический уровень поверхности воды в скважинах характерен для:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) напорного пласта;б) безнапорного пласта; | в) напорного и безнапорного пластов. |

**12. Силы сопротивления, возникающие при движении воды через горную породу характеризует:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) коэффициент водопроводимости;б) коэффициент уровнепроводности; | в) коэффициент фильтрации. |

**13. Скважины пройденные из карьера для снятия высоких напоров в подошве карьера и в прибортовой зоне называются:**

|  |  |
| --- | --- |
| а)самоизливающимися скважинами; | б) поглощающими скважинами. |

**14. Для предохранения рабочего уступа и призабойного пространства от подземных вод используются:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) прибортовая дренажная траншея;б) контрфорс; |  в) открытый водоотлив. |

**Ключ к тестам**

# **Тест № 2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номервопроса | Номер верного ответа | Расшифровка обозначений в формуле |
| 1 | а |  |
| 2 | г |  |
| 3 | в |  |
| 4 | б |  |
| 5 | б | , - принятый и фактич. коэффициент запаса устойчивости откоса,  - сумма действующих сдвигающих сил |
| 6 | а |  |
| 7 | а |  |
| 8 | б |  |
| 9 | б |  |
| 10 | в |  |
| 11 | а |  |
| 12 | в |  |
| 13 | а |  |
| 14 | а |  |

**Тест № 3**

Указать верный ответ и дать расшифровку обозначений в нем.

**1.**  **Деформация «надподошвенного оползня» характерна для откосов:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) отвалов;б) бортов карьера; | в) уступов борта карьера. |

**2. Вынос частиц пород из приоткосного массива подземными водами – это деформация:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) фильтрационного оползня;б) оплывания; | в) механической суффозии. |

**3. Поверхность скольжения в откосе отвала при подошвенном оползне:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) частично проходит ниже подошвы отвала; | б) частично захватывает подошву отвала;в) не достигает подошвы отвала. |

**4. Возможной деформацией откоса отвала скальных пород на глинистом основании является:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) подошвенный оползень;б) подподошвенный оползень; | в) надподошвенный оползень. |

**5. Основной причиной деформации оползня откосов является:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) наличие крупных тектонических трещин в скальных и полускальных породах; | б) увлажнение массива, сложенного мягкими связными породами;в) интенсивная трещиноватость. |

**6. Наиболее выгодным с экономической точки зрения является борт с:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) прямолинейным профилем;б) вогнутым профилем. | в) выпуклым профилем; |

**7. В большинстве случаев углы погашения борта карьера из условия размещения берм составляет:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) 30-40 градусов;б) 50-60 градусов; | в) 60-70 градусов. |

**8. Свайное укрепление уступов используют для:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) чрезвычайно трещиноватых скальных пород; | б) слабо трещиноватых скальныхпород;в) мягких связных пород. |

**9. Анкерное укрепление уступов применяют для:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) слабо трещиноватых скальных пород с падением трещин в выработанное пространство;б) сыпучих пород; | в) сильно трещиноватых полускальных пород с падением трещин в выработанное пространство. |

**10. Искуственные улавливающие бермы на бортах карьера используются для предотвращения:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| а) осадок; | б) оползней; | в) осыпания. |

**11. Контрфорсы используются для предохранения уступов от:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| а) оползания; | б) просадки; | в) осыпания. |

**12. Прочность чрезвычайно трещиноватых скальных пород можно увеличить за счет:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| а) битумизации; | б) силикатизации; | в) цементации. |

**13. Депрессионный уровень поверхности воды в скважинах характерен для:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) напорного пласта;б) безнапорного пласта; | в) напорного и безнапорного пластов. |

**14. Силы сопротивления, возникающие при движении воды через горную породу характеризует:**

|  |  |
| --- | --- |
| а) коэффициент водопроводимости;б) коэффициент уровнепроводности; | в) коэффициент фильтрации. |

**Ключ к тестам**

# **Тест № 3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | а |  |
| 2 | в |  |
| 3 | б |  |
| 4 | б |  |
| 5 | б |  |
| 6 | в |  |
| 7 | а |  |
| 8 | б |  |
| 9 | а |  |
| 10 | в |  |
| 11 | а |  |
| 12 | б |  |
| 13 | б |  |
| 14 | в |  |

**Задания и исходные данные для выполнения практических работ** по дисциплине «**Геомеханическое обоснование устойчивости прибортового массива**».

Задача №1

Рассчитать параметры и составить паспорт свайного укрепления на участке уступа длиной 120 м. Длина укрепляемого участка 150 м. Прочность бетона на срез 5 МПа. Прочностные свойства поверхности ослабления и плотность пород уточнить у преподавателя. Параметры уступа и поверхности ослабления показаны на рис.1.

|  |
| --- |
| $ 8 м$1 2β=35020 м700 |

Рис.1. Схема поперечного сечения уступа: 1- откос; 2 - поверхность ослабления

Задача №2

Рассчитать параметры и составить паспорт укрепления уступа контрфорсом. Высота уступа 10 м, угол откоса уступа 55°. Длина укрепляемого участка 250 м. Остальные исходные данные у преподавателя.

a

h

1/2h

d

b

QК

φА

3

1

2

Рис.2. Поперечное сечение уступа, укрепленного контрфорсом: 1 - линия скольжения в уступе; 2 - центр тяжести контрфорса; 3 - средняя ширина контрфорса

Задача №3

Рассчитать параметры контурной (кольцевой) дренажной завесы из вертикальных совершенных скважин, обеспечивающих достаточное понижение уровня грунтовых вод в центре системы до конца строительства карьера.

Начертить схему завесы в масштабе 1:2000.

Определить время от начала дренажа до достижения расчетного понижения.

Скважины расположены по контуру карьера на расстоянии 40 м от контура карьера. Осушенный водоносный пласт имеет вертикальную мощность 42 м. Исходные параметры для расчетов задаются преподавателем.

L

1

2

1

S

S0

R0

R

СУГВ

h0

a

н

Ву1

Ву2

L

1

2

1

S

S0

R0

R

СУГВ

h0

б

m

r0

h

H

HК

Рис.3. Схема кольцевой дренажной завесы

 а) в безнапорных условиях; б) в напорных условиях: СУГВ -статический уровень подземных вод; 1 - диаметрально расположенные дренажные скважины кольцевой завесы; 2 - карьер на момент сдачи его в эксплуатацию

Задача №4

На обводненном рабочем уступе глинистых песков пройдена опережающая дренажная траншея. Требуется построить на поперечном сечении уступа конечное и промежуточные положения депрессионных кривых через время t, t1 и t2. Расчетные точки депрессионных кривых принять на расстоянии X1 от траншеи: Х1 = 0,3\*Rt; Х2 = 0,5Rt; X = Rt

где Rt - расчетный радиус депрессионной воронки, м. Определить притоки воды на t1 -е, t2-e и t3-e сутки. Исходные условия задаются преподавателем.

Опережающая дренажная траншея на рабочем уступе предотвращает попадание подземных вод в область призмы скольжения уступа.

Наибольшая эффективность осушения достигается заглублением дна траншеи в подошву водоносного пласта (рис.4).

m

X

1

4

5

2

3

SX

hX

R

h

УГВ

Н

Рис.4. Схема осушения дренажной траншеей: 1 - опережающая дренажная траншея; 2,3 - депрессионные кривые до и после осушения;4- подошва водоносного пласта; 5 - кровля водоносного пласта в напорных условиях

**7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства |
| --- | --- | --- |
| **ОПК-9** владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений |
| Знать | - физико-механические свойства и классификации горных пород и характеристики породных массивов- методы испытаний горных пород и строительных материалов- основные закономерности развития деформаций откосов открытых выработок | ***Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:***1. Оползни бортов карьевов2. Деформация бортов карьеров под влиянием воды3. Осыпи, просадки, осадки4. Оползни отвалов**Выполнение теста №1** |
| Уметь: | - Использовать справочную литературу для определения свойств горных пород и устойчивых параметров выработок- проводить испытания горных пород и строительных материалов при исследовании их физико-механических свойств, обосновывать параметры устойчивых выработок;-анализировать инженерно-геологические условия разработки месторождений, обосновывать параметры устойчивых откосов бортов и уступов карьеров, определять запас устойчивости откосов открытых горных выработок и отвалов | Рассчитать параметры и составить паспорт укрепления уступа контрфорсом. Высота уступа 10 м, угол откоса уступа 55°. Длина укрепляемого участка 250 м. Остальные исходные данные у преподавателя. Рис.1. Поперечное сечение уступа, укрепленного контрфорсом: 1 - линия скольжения в уступе; 2 - центр тяжести контрфорса; 3 - средняя ширина контрфорсаah1/2hdbQКφА312 |
| Владеть: | - современными методами исследования физико-механических свойств горных пород и строительных материалов;- геомеханическими методами обоснования высоты и угла откосов- современными методами оценки устойчивости откосов уступов и бортов карьеров; | Усреднение свойств пород в массивеИнженерные методы расчетов устойчивости откосов ориентированы на однородный массив пород. Поэтому для массива борта с различными литологическими разностями пород требуется определение средневзвешенных характеристик$\overbar{C}$, $\overbar{φ}$,$\overbar{γ}$.Для усреднения используют ориентировочно построенные откос борта и линию скольжения. Для этого принимают угол откоса борта αₒ= 35-45° [2, с. 61] и строят линию результирующего откоса ОА (рис. 2). 2018-12-02_235350От точки А откладывают горизонтальное расстояние от верхней бровки, примерно равное 0,25Н (точка В), и проводят плавную дугу ВО таким образом, чтобы касательные к ней в точках О и В составляли угол, равный величине.ʘ’=45°-$ \frac{φ}{2}$ (5)где φ- угол внутреннего трения тех пород, которые составляют большую часть массива, град.Для этого строят лучи Оо и Вв и восстанавливают к ним в точках О и В перпендикуляры. Точка пересечения перпендикуляров является центром дуги ОВ.Усредненное удельное сцеплениегде $C\_{I}$- удельное сцепление в массиве тех пород, которые соответствуют 1-м отрезкам построенной линии скольжения, МПа; $l\_{I}$- длина i-го участка линии скольжения, который соответствует 1-му типу пород, м; n - число разностей пород, пересекаемых линией скольжения.Удельный вес пород при горизонтальном и пологом залегании слоев усредняется в соответствии с их мощностью$\overbar{γ}$$\frac{\sum\_{i=1}^{n}m\_{i}\*γ\_{i}}{\sum\_{i=1}^{n}m\_{i}}$где m ͥ - вертикальная мощность i-гo слоя пород, м; $\overbar{γ}$- удельный вес пород i-гo слоя, Н/м3;n - число слоев пород, попавших в призму скольжения ОАВ.Для усреднения угла внутреннего трения требуется призму ОАВ разделить вертикальными линиями, выходящими из точек пересечения кривой ОВ с контактами слоев пород (линии Сс и Dd). В результате ориентировочная призма скольжения разделена’ на вертикальные блоки: 1- DdB; 2 - CcDd; 3 - ОасС. Для каждого блока находят центр тяжести (точки 1,2,3) и проектируют их вертикально на линию скольжения (точки 1',2',3'). Для этих точек рассчитывают нормальные напряжения$σ\_{i}=\overbar{γ\_{i}}\*h\_{i}\*cos^{2}β\_{i}$ (8)где $\overbar{γ}\_{i}$средний удельный вес пород i-го блока H/м³$ h\_{i}$-высота i-го блока, замеренная по вертикале,проходящей через проекции центров тяжести 1’,2’,3’ м;βᵢ-угол наклона линии скольжения в i-й точке i-го блокаУдельный вес пород в каждом блоке должен быть усреднённым, если в него поподают различные слои$\overbar{γ\_{i }}=\sum\_{\dot{γ}=1^{}}^{m}\frac{f\_{\dot{γ}}}{f\_{i}}\*γ\_{\dot{γ}}$(9)где fᵢ, - площадь i-ro блока в поперечном сечении, м2;$f\_{\dot{γ}}$- площадь, занимаемая у -й породой в i-м блоке, м2;$γ\_{\dot{γ}}$- удельный вес у-й породы, Н/м3;m m - число слоев пород, входящих в вертикальный i-й блок. Например, для второго блока$\overbar{γ}=\frac{f\_{cCdD}}{f\_{CDE}}\*γ\_{2}+\frac{f\_{cCdD}}{f\_{cEDd}}\*γ\_{1}$ (10)где $γ\_{1}$⁬⁬- глинистые породы, Н/м3;$γ\_{2}$- песчано-глинистые породы, Н/м3.Величина усредненного угла внутреннего трения$\overbar{φ}=acrtg\frac{\sum\_{i=1}^{n}l\_{i}\*σ\_{i}\*tgφ\_{i}}{\sum\_{i=1}^{n}l\_{i}\*σ\_{i}}$ (10) |
| **ПК-7**умением определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты |
| Знать: | - условия применения известных способов проектирования карьеров, обеспечивающих их безопасную эксплуатацию при минимуме вскрышных работ- условия использования инженерных способов укрепления уступов и упрочнения их пород- основные способы и дренажные схемы предохранения массива бортов от воды | ***Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:***1. Конструкция борта карьера2. Расчет параметров устойчивых бортов с учетом их криволинейности в плане**Выполнение теста №2** |
| Уметь: | - выполнять расчеты по укреплению уступов;- выполнять расчеты и обоснование схем укрепления уступов;- выполнять расчеты и обоснование схем укрепления уступов; параметров дренажных схем; | Рассчитать параметры и составить паспорт свайного укрепления на участке уступа длиной 120 м. Длина укрепляемого участка 150 м. Прочность бетона на срез 5 МПа. Прочностные свойства поверхности ослабления и плотность пород уточнить у преподавателя. Параметры уступа и поверхности ослабления показаны на рис.2.

|  |
| --- |
| $ 8 м$1 2β=35020 м700 |

Рис.2. Схема поперечного сечения уступа: 1- откос; 2 - поверхность ослабления |
| Владеть: | - методиками расчета укрепления уступов;- современными методами управления состоянием массива горных пород;- Навыками использования специализированных программных комплексов по управлению состоянием массива горных пород. | Определение оптимального угларезультирующего откоса бортаМежду высотой откоса и его углом наклона к горизонтали существует связь, зависящая от свойств пород массива α=f $\left(\overbar{H},\overbar{C},\overbar{γ},\overbar{φ}\right)$ Эта зависимость представлена графически в нормативной документации.Для определения оптимального угла откоса требуется определить масштаб графика (относительную высоту откоса)$\grave{H}=\frac{H}{H\_{90(p)}}$ где Н - высота откоса проектируемого борта, м;$H\_{90(p)}$- высота вертикального обнажения пород с учетом необходимого запаса устойчивости, м.Величина Н90(p) определяется расчетными свойствами усредненных пород $C\_{p}$ и$ φ\_{p}$:где $K\_{ЗУ}$- коэффициент запаса устойчивости, принятый в соответствии со сроком службы откоса$H\_{90(p)}=\frac{2C\_{p}}{γ}\*ctg(45°-\frac{φ}{2})$ (14)  |
| **ПСК-3.4**способностью разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ, проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности |
| Знать: | - Перечень нормативной документации по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ- Нормативную документации по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ;- Особенности оформления технической документации в соответствии с требованиями нормативной документации. | ***Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену:***1. Обеспечение устойчивости при ведении БВР2. Механические способы укрепления откосов3. Упрочнение массива горных пород и изоляция пород откосов4. Методы обеспечения устойчивости отвалов5. Виды воды в горных породах6. Основные представления о движении подземных вод7. Расчеты водопритоков к карьерам и дренажным системам8. Технические средства осушения**Выполнение теста №3** |
| Уметь: | - Выбрать необходимый нормативный документ соответствующий разрабатываемой части проекта;- Разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ;- Разрабатывать отдельные части проектов строительства, реконструкции и перевооружения объектов открытых горных работ, проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности. | Рассчитать параметры контурной (кольцевой) дренажной завесы из вертикальных совершенных скважин, обеспечивающих достаточное понижение уровня грунтовых вод в центре системы до конца строительства карьера.Начертить схему завесы в масштабе 1:2000.Определить время от начала дренажа до достижения расчетного понижения.Скважины расположены по контуру карьера на расстоянии 40 м от контура карьера. Осушенный водоносный пласт имеет вертикальную мощность 42 м. Исходные параметры для расчетов задаются преподавателем.L121SS0R0RСУГВh0aнВу1Ву2L121SS0R0RСУГВh0бmr0hHHКРис.3. Схема кольцевой дренажной завесы а) в безнапорных условиях; б) в напорных условиях: СУГВ -статический уровень подземных вод; 1 - диаметрально расположенные дренажные скважины кольцевой завесы; 2 - карьер на момент сдачи его в эксплуатациюНа обводненном рабочем уступе глинистых песков пройдена опережающая дренажная траншея. Требуется построить на поперечном сечении уступа конечное и промежуточные положения депрессионных кривых через время t, t1 и t2. Расчетные точки депрессионных кривых принять на расстоянии X1 от траншеи: Х1 = 0,3\*Rt; Х2 = 0,5Rt; X = Rt где Rt - расчетный радиус депрессионной воронки, м. Определить притоки воды на t1 -е, t2-e и t3-e сутки. Исходные условия задаются преподавателем.Опережающая дренажная траншея на рабочем уступе предотвращает попадание подземных вод в область призмы скольжения уступа.Наибольшая эффективность осушения достигается заглублением дна траншеи в подошву водоносного пласта (рис.4).mX14523SXhXRhУГВНРис.4. Схема осушения дренажной траншеей: 1 - опережающая дренажная траншея; 2,3 - депрессионные кривые до и после осушения;4- подошва водоносного пласта; 5 - кровля водоносного пласта в напорных условиях |
| Владеть: | - Базой нормативной документации по строительству, реконструкции и перевооружению объектов открытых горных работ;- Навыками оформления отдельных частей проектной документации;- Навыками использования специализированных программных комплексов автоматизированного проектирования. | Расчёт сумм сдвигающих и удерживающих сил по наиболее вероятной линии скольжения:Удельный вес пород в вертикальном блоке определяется как средневзвешенная величинагде $γ\_{1}$- и $γ\_{2}$- удельный вес пород, слагающих вертикальный блок призмы скольжения, МН/м3;S1 и S2 - площадь сечения блока, занимаемая соответствующими породами, м2;S - общая площадь сечения блока.Упрощенно можно определить$γ\_{бл}=q\_{1}\*γ\_{1}+q\_{2}\*γ\_{2}$(21)где q1 и q2 - приблизительная доля площади блока, занимаемая соответствующим типом пород, доли ед.Сила тяжести, МН$P\_{i}=b\_{i}\*h\_{i}\*γ\_{i}$ (22)Угол сдвига β определяют замером угла между касательной в средней точке основания блока и горизонталью (см. рис. 8)Касательная сила является составляющей силы тяжести (см. рис. 8) и определяется$T\_{i}=P\_{i}\*sinβ\_{i}$ (23)Нормальная составляющая силы тяжести$N\_{i}=P\_{i}\*cosβ\_{i}$ (24)Сила трения$F\_{ri}=N\_{i}\*tgφ\_{i}$ (25)Угол внутреннего трения принимают тот, который соответствует породам в основании вертикального блока.Длина линии скольжения ℓ равна длине основания блока (см. рис. 8).Удельное сцепление, МПа, в каждом блоке определяют породы основания блока.Сила сцепления$F\_{ci}=l\_{i}\*C\_{i}$ (26) Удерживающими силами являются силы трения и сцепления$\sum\_{i-1}^{n}F\_{уд}=\sum\_{i=1}^{n}F\_{T}+\sum\_{i-1}^{n}F\_{c}$ (27) Сдвигающими силами являются касательные Т. Суммы сил определяют суммированием расчётных величин соответствующих граф табл. 4. Тогда коэффициент запаса устойчивости борта $K\_{зу}=\frac{\sum\_{i=1}^{n}F\_{T}+\sum\_{i=1}^{n}F\_{с}}{\sum\_{i=1}^{n}T\_{i}}$ (28)Где n-число расчётных вертикальных блоков в призме скольжения (n=10-12). |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 3 теоретических вопроса.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**(модуля)**

а) Основная **литература:**

1. [Казикаев, Д.М., Козырев, А.А., Каспарьян, Э.В., Иофис, М.А.](https://e.lanbook.com/book/101757) [Управление геомеханическими процессами при разработке месторождений полезных ископаемых](https://e.lanbook.com/book/101757) [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - М.: Издательство «Горная книга», 2016. - 490 с.: ил. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/101757/#1> — Загл. с экрана.

2. Кириченко, Ю.В. Геомеханика: инженерно-геологическое обеспечение управления состоянием массивов горных пород [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.В. Кириченко, В.В. Ческидов, С.А. Пуневский. - М.: Изд. Дом МИСиС, 2017. - 90 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/105287/#2> — Загл. с экрана.

**б) Дополнительная литература:**

1 Боровков, Ю.А. Управление состоянием массива пород при подземной геотехнологии [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2018. - 240 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/103066/#2> — Загл. с экрана.

в) **Методические указания:**

1. К.В. Бурмистров, В.Ю. Заляднов Управление состоянием массива: методические указания к практической работе по дисциплине «Управление состоянием массива» для студентов специальности 130400 «Горное дело», специализации №3 «Открытые горные работы». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013, 18 с.

2. Кузнецова Т.С. Основы геомеханики. Метод. указания по выполнению расчетно-графической работы по дисциплинам «Геомеханика», «Основы геомеханики». Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 29 с.

г) **Программное обеспечение** и **Интернет-ресурсы:**

Програмное обеспечение:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
| MS Windows 7 | Д-1227 от 08.10.2018Д-757-17 от 27.06.2017Д-593-16 от 20.05.2016Д-1421-15 от 13.07.2015 | 11.10.202127.07.201820.05.201713.07.2016 |
| MS Office 2007 | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| Kaspersky Endpoind Security для бизнеса-Стандартный | Д-300-18 от 21.03.2018Д-1347-17 от 20.12.2017Д-1481-16 от 25.11.2016Д-2026-15 от 11.12.2015 | 28.01.202021.03.201825.12.201711.12.2016 |
| 7 Zip  | свободно распространяемое | бессрочно |

Интернет-ресурсы:

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) [Электронный ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> – Загл. с экрана.

Поисковая система Академия Google (Google Scholar) [Электронный ресурс]. – URL: <https://scholar.google.ru/> – Загл. с экрана.

Моделирование деформаций бортов и уступов карьеров методом конечно-дискретных элементов реализованным в компьютерной программе [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=WtVo1Uvl6lE&feature=youtu.be> – Загл. с экрана.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории  | Оснащение аудитории |
| --- | --- |
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации |
| Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория геомеханики и технологии ОГР | Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:Динамометр электронный сжатияДСМ-1/4-1МГ4 до 1 кН;Прибор компрессионный для испытания грунтов ПКГ-Ф;Прибор для определения сопротивления грунтов сдвигу ГГП-30;Шкаф сушильный ШС-0,25-20;Весы лабораторные электронные ARC120 Adventure кл. точности ΙΙ( гос. реестр № 18785-00); |
| Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория геомеханики и физики горных пород | Пресс гидравлический ПСУ-125Измеритель времени и скорости распространения ультразвука Пульсар-2.1;Каппаметр КМ-7 карманный измеритель магнитной восприимчивости;Весы лабораторные ВК-3000кл. точности высокий ΙΙ( гос. реестр РФ№ 48026-11);Весы неавтоматического действия МП-150 (МП ВДА «Гулливер 06») кл. точности ΙΙΙ;Стенд для моделирования на эквивалентных материалах;Лаборатория полевая ПЛЛ-10; |
| Макет для определения трещиноватости горных пород. |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Доска, мультимедийный проектор, экран |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудованияИнструменты для ремонта лабораторного оборудования |