

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 02.06.2022 15:53:17
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ee538f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 1 » 02 2022г.



ГЕОМЕХАНИКА

Методические указания по выполнению практических работ для
студентов специальности
«Открытые горные работы»
«Обогащение полезных ископаемых»

УДК 622

Составитель: Л.А. Семенова

Рецензент

Кандидат географических наук, доцент Р.А. Попков

Геомеханика: Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности «Обогащение полезных ископаемых», «Открытые горные работы»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.А. Семенова.- Курск, 2022.- 24с.: рис. 5.- Библиогр.: с. 24.

Содержит основные сведения о правилах выполнения и оформления практических работ по дисциплине «Геомеханика». В работе даны рекомендации по построению полной диаграммы деформирования горной породы при одноосном сжатии в режиме заданных деформаций и т.п..

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной на заседании кафедры Э и УН, ГД протокол № 6 от «27» 12 2016 года.

Предназначены для студентов направления подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело для специализации «Обогащение полезных ископаемых», «Открытые горные работы».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист 1,3 Уч.-изд.л. 1,26 Тираж 100экз. Заказ Бесплатно 1023

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

кровли камер, горных ударов и выбросов), проектирование грузонесущих элементов породных массивов (целиков, откосов и др.), а также для расчетов процессов разрушения, дробления и измельчения пород на открытых и подземных горных работах.

Для подготовки и проведения расчета применяют оборудование, инструменты и материалы по ГОСТ 21153.2 (раздел 1). Экспериментальная установка содержит пресс 1 (УМЭ - 10ТМ), индикатор часового типа 2, стойки 3 для установки индикаторов, измеряющих поперечные деформации (рис. 1.2).

Принцип работы заключается в последовательном продольном деформировании образца 4 и одновременном измерении соответствующей нагрузки и поперечных деформаций индикатором часового типа.

Для эксперимента могут быть использованы цилиндрические или призматические образцы. Обязательным условием является высокая точность обработки торцов и их параллельность.

Размеры образцов должны соответствовать указанным в табл. 1.1.

Измерения образцов проводят штангенциркулем с погрешностью не более $\pm 0,1$ мм. Диаметр (сторону квадрата) измеряют в средней части образца в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Допускается разность диаметров (сторона квадрата) по этим измерениям не более 1,0 мм.

Рис. 1 Схема установки образца породы на прессе:
1-пресс; 2-индикатор часового типа;
3- стойка; 4- образец породы.

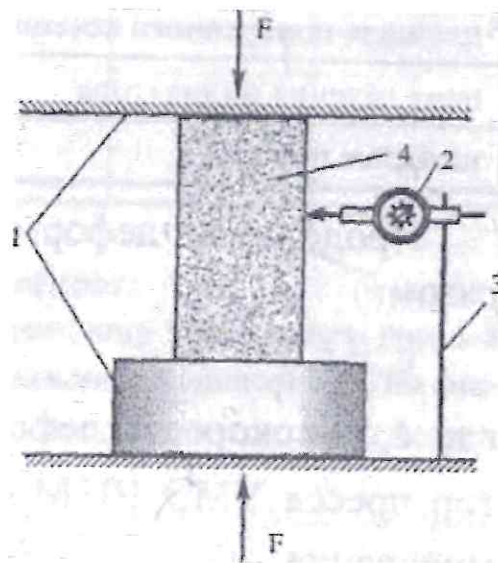


рис. 1.3) находят нагрузки на образец P и рассчитывают механические напряжения в образце σ_1 . Регистрацию показаний (50 — 60 отсчетов) ведут не только до разрушения образца, но и после разрушения. Завершение регистрации показаний определяется преподавателем.

Результаты измерений заносят в журнал испытаний (табл. 2).

Форма журнала испытаний

п/п	$V \rightarrow P \rightarrow \sigma_1$ мкВ \rightarrow кН \rightarrow МПа	Показания датчиков поперечных деформаций			
		ϵ_l	$\Delta\epsilon_l$	ϵ_{II}	$\Delta\epsilon_{II}$

Расчеты по завершению испытаний:

1. Из показаний вольтметра (V) по тарировочному графику (см. рис. 1.3) находят P (или по таблице) и переходят к нахождению значений σ_1 по формуле

$$\sigma_1 = P/S,$$

где S — площадь поперечного сечения образца, m^2 .

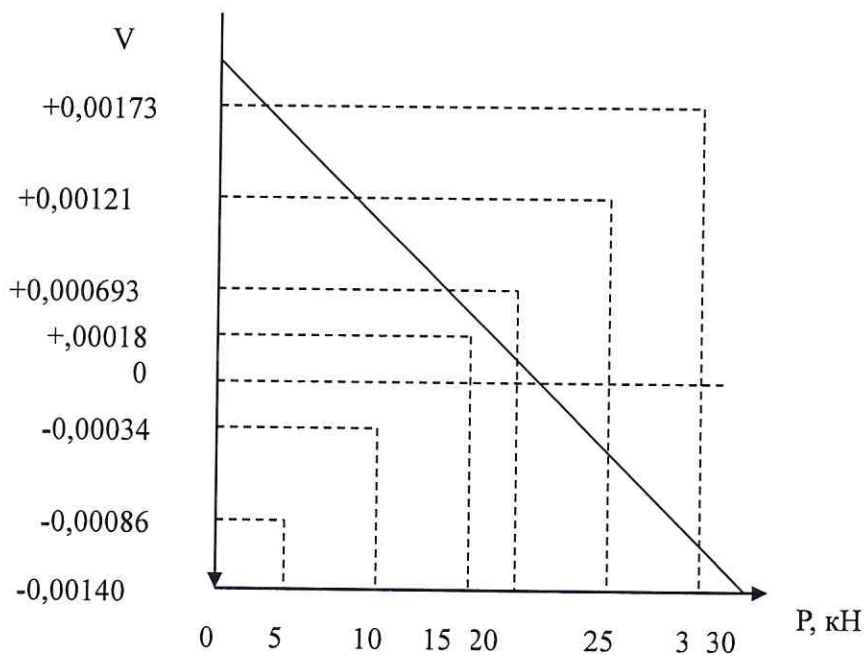
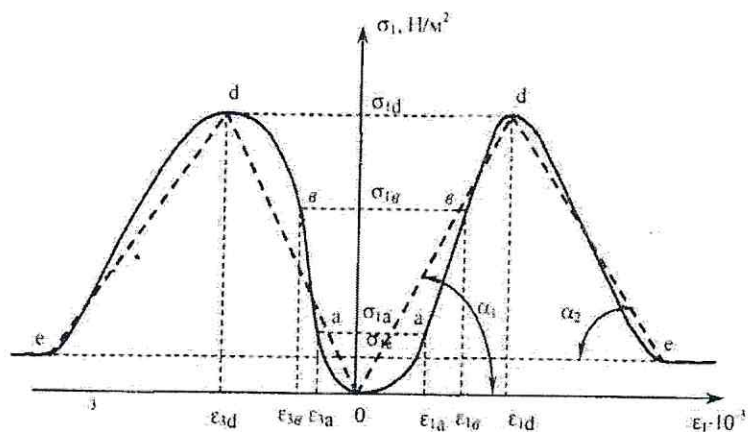


Рис. 3. Тарировочный график



• Рис.4. Построение кусочно-линейной аппроксимации полной диаграммы деформирования породы. модуль деформации (на допредельной стадии деформирования)

$$E = \operatorname{tg} \alpha_1$$

• модуль спада (модуль деформации на запредельной стадии деформирования)

$$M = \operatorname{tg} \alpha_2;$$

• остаточная прочность $\sigma_0 = \sigma_{1e}$.

3. Контрольные вопросы

1. Укажите предельные интервалы изменения коэффициента Пуассона μ .
2. Чем объяснить нелинейность кривой $\sigma = f(\varepsilon_1)$ на начальном и предельном участках?
3. Какие свойства горной породы определяются отношением модуля деформации на запредельном участке деформирования к модулю деформации на допредельном участке?

4. Какая разница между «мягким» и «жестким» нагружением образца?

4. Список литературы

ГОСТ 28985—91. Породы горные. Метод определения деформационных характеристик при одноосном сжатии. — М.: Изд. стандартов, 1991.— 15 с.

ГОСТ 21153.1-7—75. Породы горные. Методы физических испытаний. — М.: Изд. стандартов, 1975.

ГОСТ Р 50544—93. Породы горные. Термины и определения.— М.: Изд. стандартов, 1993. — 47 с.

сцеплением K (величиной предельных касательных напряжений τ при нормальных напряжениях $\sigma = 0$) и углом внутреннего трения ρ (углом наклона начального участка кривой $\tau = f(\sigma)$ к оси абсцисс).

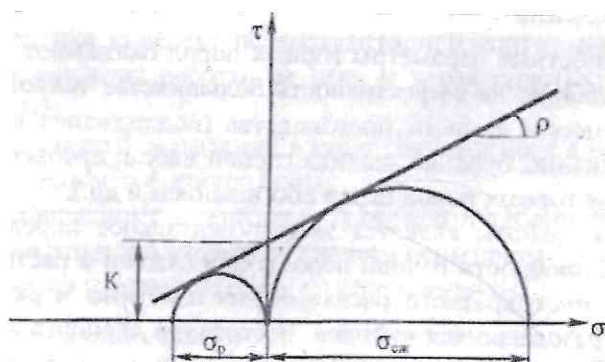


Рис. 2.1. Паспорт прочности горной породы

Эти параметры также относятся к прочностным характеристикам горных пород. Паспорт прочности может быть представлен в виде прямолинейной, параболической или гиперболической огибающих. Для случая прямолинейной формы паспорта прочности (рис. 2.1) справедливы соотношения:

$$(2.1)$$

$$(2.2)$$

Экспериментальная установка состоит из пресса и набора приспособлений для разрушения образцов путем сжатия и растяжения.

Приспособление для определения прочности при одноосном сжатии $\sigma_{ож}$ состоит из двух плит с плоскими основаниями, одна из которых соединена с плитой пресса посредством шарового шарнира, что обеспечивает вертикальность нагрузки при раздавливании образцов. Приспособление для определения σ_p выполнено в виде стальных клиньев 1, между которыми помещают образец породы пластинчатой формы 2 (рис. 2.2, б). Длина лезвий клиньев должна превышать наибольший линейный размер образца породы. Угол заточки клиньев составляет 90° , радиус закругления лезвий $R = 5 \pm 1$ мм.

При этом на пластине, выпиленной вдоль слоистости, все определения $\sigma_{сж}$ и σ_p будут относиться к параметрам, определенным поперек слоистости, а на пластине, выпиленной поперек слоистости, все значения $\sigma_{сж}$ будут относиться к параметрам, определенным вдоль слоистости, а σ_p — частично к параметрам поперек слоистости, а частично — к параметрам вдоль слоистости. При обработке экспериментальных данных усредняют только однотипные показания.

Отметим, что толщина образцов для проведения эксперимента в некоторых случаях может превышать 20 мм. Например, в соответствии с ГОСТ 22450-77 для углей крепких и средней крепости толщина пластин составляет 30 — 40 мм, а для слабых и хрупких — 40 — 80 мм. Расстояние между линиями раскола в этих случаях принимают равным толщине пластины.

Испытания могут вестись на сухих образцах или на влажных, что отмечают при проведении работы.

3. Порядок выполнения работы

При определении предела прочности при растяжении a_p пластину породы располагают между клиньями так, чтобы лезвия клиньев были строго ориентированы в одной плоскости и параллельны друг другу. Плоскости поверхностей образца породы должны быть строго перпендикулярны направлению приложения раскалывающей силы P_p (см. рис. 2.2, б).

Скорость нагружения поддерживают в пределах $(5 — 10)10^5$ Па/с. Раскол производят поочередно по всем продольным линиям. Затем получившиеся бруски раскалывают по поперечным линиям.

Вычисляют для каждого образца значение предела прочности при растяжении σ_p :

где P_p — максимальная разрушающая нагрузка при раскалывании образца между клиньями, Н; d — толщина пластины, м; l — длина линии раскола, м.

3.				
....				
n				

Таблица 2. 2. --Результаты определения предела прочности при одноосном сжатии Наименование породы.....

Номер опыта	Площадь нагружения $S, \text{ м}^2$	Разрушающее усилие $P_{сж}, \text{ Н}$	$\sigma_{сж},$ МПа	Примечание
1.				
2.				
3.				
....				
n				

Для этого на миллиметровке в одном и том же масштабе откладывают по оси абсцисс нормальные напряжения σ , а по оси ординат - касательные напряжения τ . От начала координат (см. рис. 2.1) вправо откладывают среднюю величину $\sigma_{сж}$, полученную по данным эксперимента. Из центра полученного отрезка радиусом $0,5\sigma_{сж}$ чертят полуокружность, представляющую собой предельный круг напряжений при сжимающей одноосной нагрузке для данной горной породы.

Точно так же слева от начала координат строят предельный круг напряжений для σ_p . После этого проводят касательную к обоим кругам напряжений. Это и есть прямолинейный участок паспорта прочности изучаемой горной породы.

Практическая работа №3

Тема: Расчет устойчивости уступа борта карьера, нагруженного весом горного оборудования

1. Цель работы: получение навыка расчета устойчивости уступа сложенного рыхлыми породами с учетом веса горного оборудования.
2. Основы теории расчета устойчивости уступа борта карьера.

При проектировании, строительстве и для эффективной и безопасной эксплуатации карьеров важное значение имеет устойчивость уступов и бортов карьеров, которое обеспечивается соответствующим расчетом углов наклона бортов.

В основу расчетного метода устойчивости борта карьера положен баланс сумм удерживающих и сдвигающих сил оползневого клина. В качестве показателя устойчивости используют коэффициент устойчивости

$$K_{yc} = \frac{\sum S}{\sum T}, \quad (1)$$

где $\sum S$ — сумма сил сцепления;
 $\sum T$ — сумма сил, сдвигающих оползневой клин.

В развернутом виде формула (1) определения коэффициента устойчивости имеет следующий вид:

$$K_{yc} = \frac{\sum c + \sum W \cdot \tan \varphi}{\sum W \cdot \sin \alpha}, \quad (2)$$

где α — угол внутреннего трения, град; c — коэффициент сцепления породы в элементарном блоке, МПа; l — длина поверхности скольжения в элементарном блоке, м; $\sum c \cdot l$ — сумма касательных, составляющих веса оползневого клина; $\sum W \cdot \cos \alpha$ — сумма нормальных составляющих веса оползневого клина.

Условием возникновения деформации откосов служит нарушение равновесия породного массива, т.е. дисбаланс сил удерживающих и сдвигающих:

$$\sum S < \sum T$$

Коэффициент устойчивости становится меньше 1,0.

4) На линии МК от точки М откладывают равные отрезки $MP, PP', P'P''$, а на линии DC от точки С вниз отрезки $CC', C'C''$ и $C''C_0$.

5) Из точек Р, Р', Р'' проводят прямые линии, параллельные линии откоса МА, а из точек С', С'' и C_0 — линии, параллельные ВС. Пересечение этих линий даст точки F, F_1, F_2, F_3 . Через полученные точки проводится прямая FO до пересечения с линией МК.

6) Из точки О проводят прямую, параллельную DC, до пересечения с линией BD в точке Е.

7) Из точки N восстанавливают перпендикуляр к линии OE, а из точки М — перпендикуляр к линии МК. Пересечение перпендикуляров даст положение центра окружности, проходящей через точки М и Е.

8) Полученная кривая LENM является искомой расчетной поверхностью скольжения.

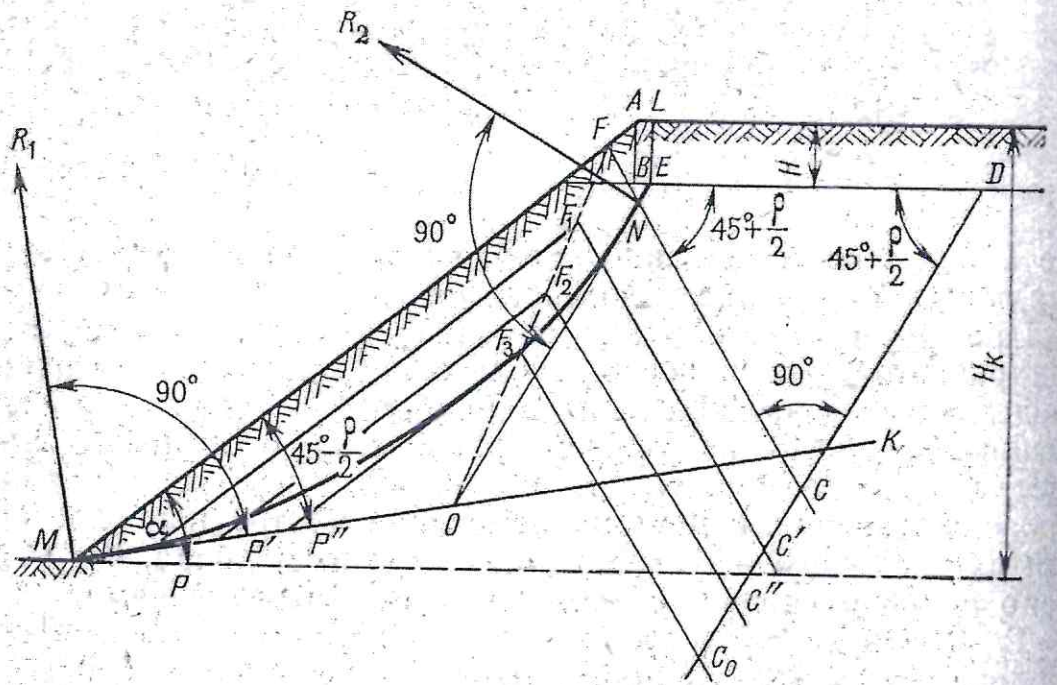


Рис. 9.7. Определение положения поверхности скольжения по Г. Л. Фисенко

оползневого клина; сумма нормальных составляющих веса оползневого клина.

Если полученный коэффициент устойчивости больше или равен заданному, то построенный борт считается устойчивым, если меньше неустойчивым.

Данные измерения и результаты расчетов заносятся в таблицу.

Расчет производится в следующем порядке.

Первоначально допускаемое напряжение в массиве уступа:

$$\sigma_0 = 2 C \quad , \text{Па} \quad \text{где:}$$

коэффициент сцепления породы в элементарном блоке, МПа;

— угол внутреннего трения, град.;

При пользовании справочным материалом иметь в виду, что $1 \text{ кг/см}^2 = 0,1 \text{ МПа}$.

Поверхность скольжения строится по методике изложенной выше.

Необходимо иметь в виду, что поверхность скольжения строится с глубины H_{90} , если $g < \sigma_0$, и ПС строится непосредственно с опорной части оборудования, если $g > \sigma_0$.

$$H_{90} = \quad , \text{м} \quad \text{где:}$$

g -удельное давление горного оборудования на породу МПА

γ - плотность породы, кг/см^3 .

Призма возможного обрушения ограниченная откосом уступа ПС разбивается на вертикальные участки равной ширины d . Для каждого участка определяются значения:

вес элементарного участка $P_i = 10^6 h \quad d \quad \gamma. \text{кг}$;

где h — средняя высота элементарного участка, м

d — ширина элементарного участка, м

1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
Итого				Ni	T _i	ℓ _i	ℓ _i

Определить коэффициент запаса устойчивости уступа по формуле. Принять вариант бермы при котором значение $K_y = 1,5$.