

Лабораторные работы будут проведены в онлайн режиме.

Лабораторная работа №1

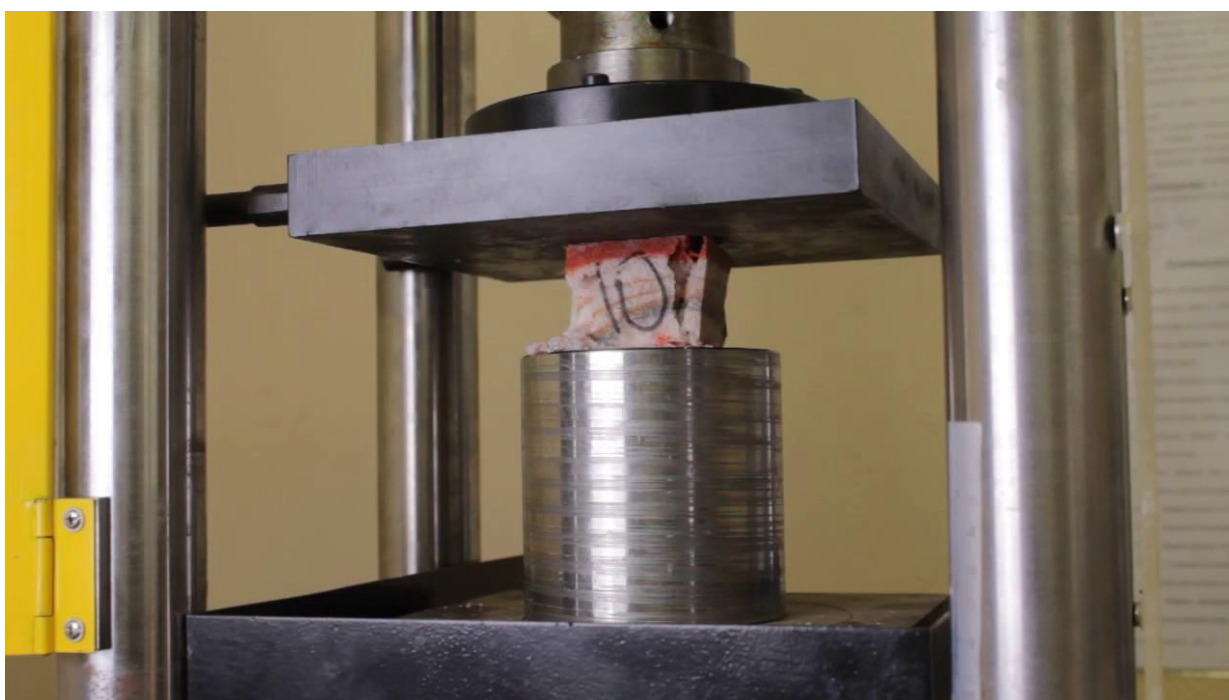
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ ОДНООСНОМ СЖАТИИ

Цель работы: познакомиться с методиками определения предела прочности на одноосное сжатие.

Работа выполняется в соответствии с ГОСТ 21153.2-84 «Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии»

1. Метод одноосного сжатия образцов правильной формы плоскими плитами.

Методика распространяется на твердые (скальные и полускальные) горные породы с пределом прочности при одноосном сжатии не менее 5 МПа. Сущность метода заключается в измерении максимального значения разрушающего давления, приложенного к плоским торцам правильного цилиндрического образца через плоские стальные плиты.



1.1. Оборудование, инструменты и материалы.

- испытательная установка ИП-1-1000ПК
- штангенциркуль ШЦЭ-150

1.2. Подготовка к испытанию.

Для испытания изготавливают цилиндрические или призматические (с квадратным поперечным сечением) образцы. Образцы изготавливают выбуриванием или выпиливанием на камнерезной машине из штуфов и кернов, их торцевые поверхности шлифуют на шлифовальном станке. Размеры образцов должны соответствовать указанным в таблице.

Параметр образца	Размеры, мм, при испытаниях		
	массовых		сравнительных
	предпочтительные	допускаемые	
Диаметр (сторона квадрата)	42 ± 2	От 30 до 80 включ.	42 ± 2
Отношение высоты образца к его диаметру	От 1,0 до 2,0	От 0,7 до 2,0	2 ± 0,05

Измерения производят штангенциркулем с погрешностью ±0,1 мм. Диаметр измеряют в трех местах по высоте (в середине и у торцов) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Допускается разность диаметров по всем измерениям не более 0,5 мм. За расчетный диаметр принимают среднее арифметическое результатов всех измерений. Количество образцов при массовых испытаниях должно обеспечивать относительную погрешность результатов их испытаний не более 20 % при надежности не ниже 0,8 и быть не менее 6.

1.3. Проведение испытания.

Образец размещают между стальными плитами, совмещая ось образца с центром нижней опорной плиты испытательной машины, нагружают равномерно до разрушения со скоростью 1-5 МПа/с.

Записывают максимальную величину разрушающей образец силы P в килоньютонах, зафиксированную силоизмерителем испытательной машины, с указанием отношения $m = h/d$ для образца.

1.4. Обработка результатов

Значение предела прочности при одноосном сжатии $\sigma_{сж}$ в МПа для каждого i -го образца выборки вычисляют по формуле

$$\sigma_{сжi} = K_e \cdot \frac{P}{S} \cdot 10,$$

где P - разрушающая образец сила, кН;

S - площадь поперечного сечения образца, см²;

K_e - безразмерный коэффициент высоты образца, равный 1,00 при отношении высоты к диаметру $m = 2 \pm 0,05$. Для других значений отношения m коэффициент K_e устанавливают по таблице.

m	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00
K_e	0,68	0,72	0,76	0,80	0,86	0,90	0,94	0,97	1,00

Результаты испытания заносятся в таблицу.

№	Высота образца, см	Диаметр образца, см	Коэффициент K_e	Площадь поперечного сечения образца, см ²	Разрушающая образец сила, кН;	Предел прочности при одноосном сжатии, МПа
1						
2						
3						
4						
5						
6						

За окончательный результат принимается среднее арифметическое по 6 испытаниям.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Определение акустических свойств горной породы

Цель работы: ознакомиться с методикой определения акустических параметров горных пород

Оборудование и материалы:

- прибор для определения скорости прохождения упругих акустических волн «Ультразвук»;
- штангенциркуль ШЦЭ-150



Подготовка к испытанию.

Запустить прибор и произвести его калибровку в соответствии с инструкции по эксплуатации.

Определить время задержки импульса по следующей методике. Измеряют высоту L_1 и ширину L_2 стандартного образца СО. Образец устанавливается в кернодержатель стороной L_1 и замеряется время прохождения волны T_1 .



Образец устанавливается в кернодержатель стороной L2 и замеряется время прохождения волны T2. Время задержки T1 и T2 замеряется для продольной P и поперечной S волн и записывается в таблицу.

Время задержки определяется по формуле:

$$T_{31} = T1 - \frac{L1 * (|T1 - T2|)}{|L1 - L2|}; \text{мкс}$$

$$T_{32} = T2 - \frac{L2 * (|T1 - T2|)}{|L1 - L2|}; \text{мкс}$$

Где

T1, T2 – общее время образца в мкс

L1, L2 – длина образца в мм.

Времена задержек должны совпадать, при небольшом разбросе в 0,4 мкс взять среднее значение.

Результаты расчета занести в таблицу.

Продольная волна P				Поперечная волна S			
L1, мм	T1, мкс	L2, мм	T2, мкс	L1, мм	T1, мкс	L2, мм	T2, мкс
T ₃₁ =				T ₃₁ =			
T ₃₂ =				T ₃₂ =			

Проведение испытания.

Испытание проводим на 5 цилиндрических образцах с отношением длины к диаметру равном 2:1. Измеряем высоту образца. Образец помещаем в кернодержатель, запускаем прибор в режиме генерации сначала продольной, а затем поперечной волны, каждый раз фиксируем время прохождения импульса от излучателя до приемника T_p и T_s и записываем в таблицу. Повторяем испытание для всех образцов.

Обработка результатов.

Скорость прохождения продольных волн P определяется по формуле

$$V_p = \frac{L}{t_p}. \text{ м/с}$$

Скорость прохождения поперечных волн S определяется по формуле

$$V_s = \frac{L}{t_s} \text{ м/с}$$

Где L – высота образца, м

t_p и t_s – время прохождения продольной и поперечной через образец (с), которые определяются по формулам:

$$t_p = T_p - T_3, \text{ мкс}$$

$$t_s = T_s - T_3, \text{ мкс}$$

Результаты измерений и вычислений заносим в таблицу.

№ образца	Высота образца, см	Продольная волна P			Поперечная волна S		
		T_p , мкс	t_p , мкс	V_p , мкс	T_s , мкс	t_s , мкс	V_s , мкс
1							
2							
3							
4							
5							

За конечный результат принимаем среднее арифметическое 5 испытаний.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Определение коэффициента крепости горной породы по Протодяконову

Цель работы: ознакомится с методикой определения коэффициента крепости горной породы по Протодяконову

Работа проводится в соответствии с ГОСТ 21153.1-75 «Породы горные. Метод определения коэффициента крепости по Протодяконову». Сущность метода заключается в определении коэффициента крепости, который пропорционален отношению работы, затраченной на дробление горной породы, к вновь образованной при дроблении поверхности, оцениваемой суммарным объемом частиц размером менее 0,5 мм.

В зависимости от полученного значения коэффициента крепости горные породы классифицируют следующим образом.

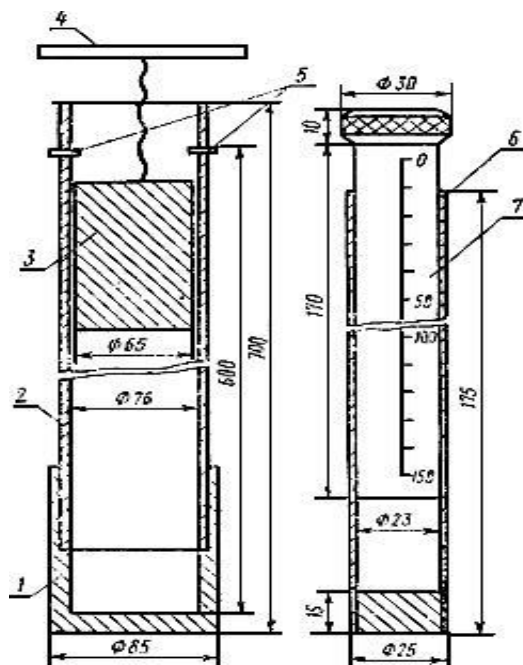
Категория	Степень крепости породы	Породы	Коэффициент крепости $f = 0,01G_{сж}$
I	В высшей степени крепкие	Наиболее крепкие, плотные и вязкие кварциты и базальты. Исключительные по крепости другие породы	20
II	Очень крепкие	Очень крепкие гранитовые породы. Кварцевый порфир, кремнистый сланец, менее крепкие кварциты. Самые крепкие песчаники и известняки	15
III	Крепкие	Гранит (плотный) и гранитовые породы. Очень крепкие песчаники и известняки. Кварцевые рудные жилы. Крепкий конгломерат. Очень крепкие железные руды	10
III _A	Крепкие	Известняки (крепкие). Некрепкий гранит. Крепкие песчаники, крепкий мрамор, доломит, колчеданы	8
IV	Довольно крепкие	Обыкновенный песчаник. Железные руды	6
IV _A	Довольно крепкие	Песчанистые сланцы. Сланцевые песчаники	5
V	Средние	Крепкий глинистый сланец. Некрепкий песчаник и известняк, мягкий конгломерат	4
V _A	Средние	Некрепкий глинистый сланец, разнообразный сланец. Плотный мергель	3
VI	Довольно мягкие	Мягкий сланец. Очень мягкий известняк, мел, каменная соль, гипс, мерзлый грунт, антрацит. Обыкновенный мергель. Разрушенный песчаник, цементированная галька, каменистый грунт	2
VI _A	Довольно мягкие	Щебенистый грунт. Разрушенный сланец, слежавшаяся галька и щебень, крепкий каменный уголь, отвердевшая глина	1,5
VII	Мягкие	Глина (плотная). Мягкий каменный уголь, крепкий насос, глинистый грунт	1
VII _A	Мягкие	Мягкая песчанистая глина, лесс, гравий	0,8
VIII	Землистые	Растительная земля, торф, мягкий суглинок, сырой песок	0,6
IX	Сыпучие	Песок, осыпи, мягкий гравий, насыпная земля, добытый уголь	0,5
X	Плывучие	Плывуны, болотистый грунт, разжиженный лесс и др. разжиженные грунты	0,3

Оборудование и материалы:

- прибор определения крепости ПОК;
- сито с сеткой №05 для просеивания породы после дробления.

Подготовка к испытанию.

Прибор определения крепости ПОК, состоит из стакана 1, вставленного в него трубчатого копра 2, внутри которого свободно помещается гиря 3 массой $2,4 \pm 0,01$ кг с ручкой 4, привязанной к гире шнуром. Трубчатый копер имеет в верхней части отверстия, в которые вставляются штифты 5, ограничивающие подъем гири. В комплект прибора входит объемомер, состоящий из стакана 6 и плунжера 7 со шкалой измерений с диапазоном показаний от 0 до 150 мм вдоль его продольной оси.



Отобранную пробу горной породы раскалывают молотком на твердом основании до получения кусков размером 20-40 мм. Из измельченного материала пробы отбирают двадцать навесок массой 40-60 г каждая.

Число сбрасывания гири на каждую навеску устанавливают при дроблении первых пяти навесок. Каждую навеску отдельно дробят в стакане гирей, падающей с высоты 60 см. Число сбрасываний гири принимают в зависимости от ожидаемой крепости породы, обычно от 5 до 15 сбрасываний на каждую навеску. При очень мягких породах число сбрасываний может быть сокращено до 1, а при очень крепких - увеличено до 30.

При дроблении стакан с вставленным в него трубчатым копром обязательно устанавливают на жесткое массивное основание: железобетонный или асфальтированный пол, стальную плиту (массой не менее 20 кг, толщиной около 10 см).

Правильность выбранного режима испытания контролируют после просеивания первых пяти раздробленных навесок на сите до прекращения выделения подрешетного продукта и замера его объема в объемомере. При получении столбика мелочи высотой 20-100 мм по шкале плунжера число сбрасываний на каждую навеску сохраняют для оставшихся пятнадцати

навесок. При меньшей или большей высоте столбика мелочи в объемомере число сбрасываний корректируют соответственно в большую или меньшую сторону.

Проведение испытания.

Оставшиеся пятнадцать навесок дробят в приборе последовательно в установленном режиме испытания: при постоянном числе сбрасываний гири и высоте подъема гири 60 см. После дробления каждых пяти навесок их просеивают на сите, подрешетный продукт сита ссыпают в объемомер, измеряют плунжером высоту столбика мелочи и записывают ее в таблицу.

Обработка результатов.

Коэффициент крепости горной породы вычисляют по формуле:

$$f = \frac{20 \cdot n}{h}$$

где: 20 - эмпирический числовой коэффициент, обеспечивающий получение общепринятых значений коэффициента крепости и учитывающий затраченную на дробление работу;

n - число сбрасываний гири при испытании одной навески;

h - высота столбика мелкой фракции в объемомере после испытания пяти навесок, мм.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов четырех определений.

Результаты измерений и вычислений заносим в таблицу.

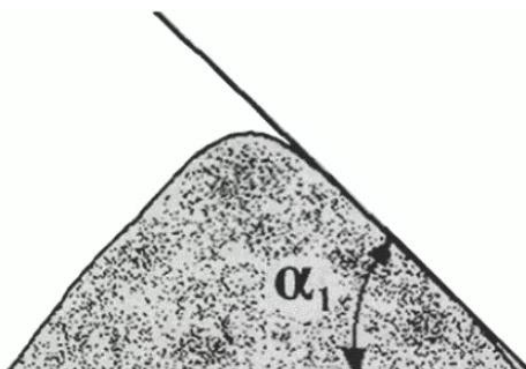
Номер навески	Число сбрасываний гири	Высота столбика мелкой фракции	Коэффициент крепости
1			
2			
3			
4			
5			

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Определение угла естественного откоса сыпучих грунтов

Цель работы: определить угол естественного откоса песчаного грунта в воздушно-сухом и водонасыщенном состоянии.

Угол естественного откоса – это наибольший угол, который может быть образован откосом свободно насыпанного грунта в состоянии равновесия с горизонтальной плоскостью.



Угол естественного откоса зависит от гранулометрического состава и формы частиц. С уменьшением размера зерен угол естественного откоса становится положе. В воздушно-сухом состоянии угол естественного откоса песчаного грунта равен 30 – 40°, под водой – 24 – 33°.

Значение угла естественного откоса для сухих и водонасыщенных песчаных грунтов в рыхлом состоянии практически совпадает с углом внутреннего трения, но определяется значительно проще последнего.

Для несвязных грунтов при некоторой влажности, примерно равной капиллярной влагоемкости (5 – 15% в зависимости от дисперсности), угол откоса увеличивается на 10 – 15%. Основной причиной в этом случае является действие капиллярных сил, обуславливающих кажущуюся связность грунта. При полном затоплении откоса из несвязного грунта или при влажности, равной примерно полной влагоемкости, угол откоса уменьшается.

Уменьшение угла естественного откоса несвязного грунта под водой можно объяснить действием двух основных факторов: уменьшением веса частиц в воде в результате взвешивания, что облегчает их выход из зацепления и скатывание и смазочным действием воды. Последний фактор особенно ощутим для грунтов, обогащенных мусковитом, и грунтов, частицы которых покрыты пленками органических коллоидов.

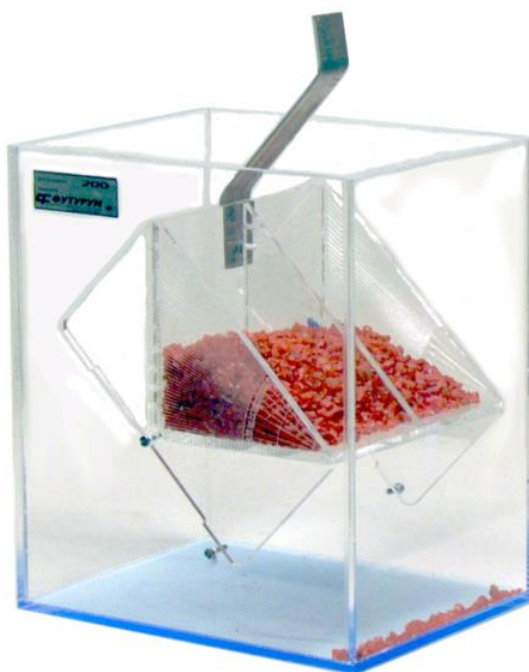
Сотрясения, которым подвергается водонасыщенный песчаный откос, приводят к разжижению и перемещению подчас огромных масс грунта, в

результате чего откос становится положе (угол откоса в тонких песках часто не превышает 5°). Причиной разжижения и оплывания откоса при динамическом воздействии на него является уплотнение песка и, как результат, увеличение гидродинамического давления воды, взвешивающей песчинки и увлекающей их в сторону понижений.

Общими чертами всех аварий, связанных с нарушением устойчивости затопленных откосов, являются: малая плотность песка, подводное его залегание, динамические воздействия. Дренажная пригрузка откоса значительно повышает его динамическую устойчивость. Понижению динамической устойчивости песков способствуют следующие факторы: мелкозернистость и тонкозернистость, пылеватость и однородность, окатанность частиц, наличие слюдистых частиц и органических коллоидов.

Для определения угла естественного откоса песчаного грунта в воздушно-сухом состоянии применяют приборы различной конструкции.

В лабораторной работе используем прибор УВТ-3М.



Оборудование и материалы:

- прибор для определения угла естественного откоса, состоящий из прямоугольной банки и вкладыша, внутренняя часть которого разделена перегородкой на 2 части, на сторонах вкладыша имеются измерительные сетки.

Подготовка к испытанию:

Образец грунта в воздушно-сухом состоянии размельчают в фарфоровой ступке и просеивают сквозь сито с сеткой №2, остаток на сите растирают в ступке и просеивают сквозь то же сито.

Проведение испытаний:

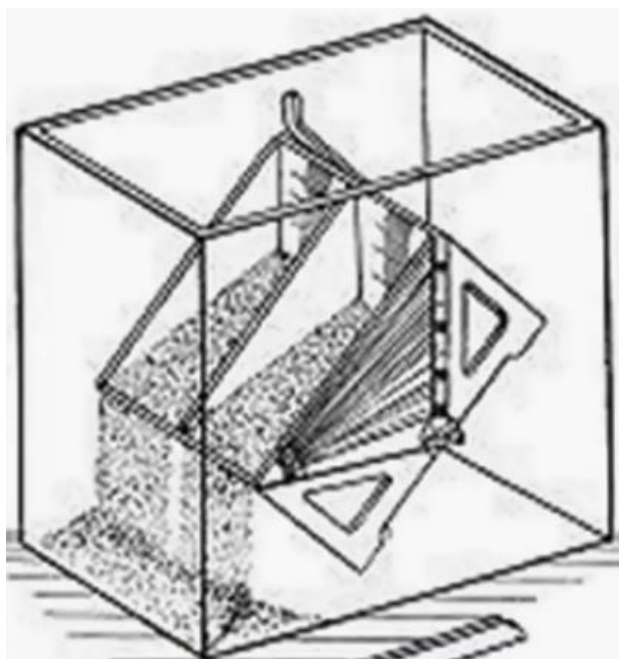
Грунт испытывается в сухом и водонасыщенном состоянии.

Из банки вынимают вкладыш и ставят на ровную поверхность, в обе части вкладыша насыпают песок и придают ему ровную горизонтальную поверхность с помощью линейки.

Осторожно устанавливают вкладыш с песком в горизонтальное положение внутри банки.

Плавно, без толчков вкладыш разворачивают на оси при помощи ручки на угол 45 градусов до упора за 5-7 секунд. При поворачивании вкладыша песок высыпается в банку, а оставшаяся во вкладыше часть песка образует с нижней гранью вкладыша угол, который и будет углом естественного откоса.

Вкладыш позволяет одновременно получить результаты двух определений.



Для определения угла естественного откоса песка в водонасыщенном состоянии, после засыпки песка во вкладыш и установки его в банку, банку с помощью резинового шланга, заливают водой, опустив его со стороны свободного пространства.

По мере заполнения вкладыша водой, за счет отверстий во вкладыше, воздух из песка вытесняется снизу вверх. Когда вода поднимается до верхней

метки, расположенной на боковой поверхности банки, наполнение прекращают и дают в течении 10 минут песку насытится водой.

Плавно, без толчков вкладыш разворачивают на оси при помощи ручки на угол 45 градусов до упора за 5-7 секунд и замеряют угол естественного откоса под водой.

Опыт повторяют для сухого и водонасыщенного песка, после чего берут среднее арифметическое значение 2 измерений. Допустимые расхождения между повторными определениями не должны превышать 1 градус.

Результаты заносят в таблицу.

№ опыта	Отсек во вкладыше	Сухой песок		Водонасыщенный песок	
		Угол естественного откоса	Средний угол естественного откоса	Угол естественного откоса	Средний угол естественного откоса
1	1				
	2				
2	1				
	2				