



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК В Г. БИШКЕКЕ (НС РАН)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР -
ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН (МНИЦ - ГП)

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

27 - 28 марта 2017 года
г. Бишкек



УДК 001
ББК 30.6
C56

Ответственные редакторы: Забинякова О.Б., Матюков В.Е.

Редакционная коллегия: Имашев С.А., Лазарева Е.А., Саламатина Ю.М., Асеева А.Н.

C56 Современные техника и технологии в научных исследованиях: Сборник материалов IX Международной конференции молодых ученых и студентов. – Бишкек: НС РАН, 2017. – 426 с.

ISBN 978-9967-12-643-5

В данный сборник включены материалы IX Международной конференции молодых ученых и студентов «Современные техника и технологии в научных исследованиях», которая была проведена ФГБУН Научной станцией РАН и Международным научно-исследовательским центром – геодинамическим полигоном в г. Бишкеке. В сборнике представлены работы молодых ученых и студентов из Кыргызстана, Узбекистана, Казахстана, Таджикистана, России, Украины и других стран, охватывающие исследования в области мониторинга геосреды, физики и механики горных пород, оценки сейсмического и геологического риска, математического моделирования различных процессов и других научных направлений.

Сборник может быть полезен студентам, аспирантам и специалистам, занимающимся исследованиями в области наук о Земле, механики и математики.

Утверждено к печати Ученым советом
ФГБУН НС РАН в г. Бишкеке

УДК 001
ББК 30.6

C 1401030000-17
ISBN 978-9967-12-643-5

©ФГБУН Научная станция РАН в г. Бишкеке

©Международный научно-исследовательский
центр - геодинамический полигон в г. Бишкеке

© Коллектив авторов, 2017

ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОДНООСНОМ СЖАТИИ

THE TENSILE STRENGTH OF ROCKS UNDER UNIAXIAL COMPRESSION

Мамадалиева М.А., Сычев В.Н.

merivanakilbekovna@yandex.ru

Научная станция Российской академии наук, г. Бишкек, Кыргызстан

***Аннотация.** На основе изучения горных пород куска (образца) на одноосное сжатие с электромагнитным воздействием и без него определено значения предела прочности.*

***Ключевые слова:** предел прочности, горная порода, одноосное сжатие, электромагнитное воздействие, мрамор, габбро, гранит.*

Введение. Экспериментальные исследования деформационного поведения горных пород, осуществлённые в лаборатории, ориентированы на проведение расчётов для оценки риска и определения мер по обеспечению безопасности в сейсмоопасной зоне. Для подробного описания разрушений в сейсмоопасной зоне необходимо установить, во-первых, какие горные породы преобладают в этой зоне, во-вторых, характер повреждаемости и разрушения их и, в-третьих, предельные составляющие напряжений от сейсмических воздействий, которые, в принципе, могут превышать прочность горной породы. При этом необходимо учитывать, что в процессе разрушения геоматериалов от воздействия внешней нагрузки происходит генерация акустического (точнее сейсмического) и электромагнитного полей. С другой стороны, наблюдается изменение структуры среды - физических параметров горной породы. Физико-технические свойства горных пород существенно зависят и от внешних условий (полей). Особым механическим полем, оказывающим воздействия на свойства горных пород, является акустическое поле – распространение в горных породах упругих волн, по существу тех же механических нагрузок, быстро меняющихся по направлению, во времени и характеризующихся интенсивностью, амплитудой и частотой колебаний.

Укажем, что широко распространенные исследования, связанные с прогнозом землетрясений в сейсмоактивных регионах, достаточно далеки от получения конкретных результатов. Данная экспериментально-исследовательская работа ориентирована не на прогноз землетрясений, а на описание процессов разрушения вследствие этого явления.

Кроме того, изучая механические свойства горных пород, можно обосновано разработать рекомендации для добычи нефти, создания глубинных скважин, прокладки туннелей, бурения скальных пород и других подобных задач. К этим задачам примыкает определение при проектировании ГЭС (гидроэлектростанций) предельной нагрузки на основание, находящееся под телом плотины, в виде горной породы (скальной, глинистой, песчаной, песчано-глинистой или другой). Как следует из сказанного, рассмотрение процесса разрушения горных пород актуально при решении многих задач.

Механические свойства горных пород [1] характеризуют их поведение в различных силовых полях. Они подразделяются на ряд групп:

- прочностные, характеризующие предельное сопротивление пород под различного рода нагрузками;
- деформационные, характеризующие деформируемость пород под нагрузками;
- акустические, характеризующие условия передачи породами упругих колебаний;

- реологические, характеризующие деформирование пород во времени при заданных условиях нагружения.

Прочностные свойства определяют способность пород сопротивляться разрушению под действием приложенных механических нагрузок. Они характеризуются пределами прочности при сжатии и растяжении, сцеплением и углом внутреннего трения.

Пределом прочности R_c называют максимальное значение напряжения, которое выдерживает образец до разрушения:

$$R_c = \frac{F_c}{A_0},$$

где F_c – разрушающая нагрузка, A_0 – начальная площадь поперечного сечения, на которую действует приложенная нагрузка.

Предел прочности при одноосном сжатии образцов горных пород или, короче, прочность на сжатие R_c – наиболее широко определяемая характеристика прочности. Её наивысшие значения для горных пород достигают 490,33 МПа. Прочность на сжатие пород даже одного петрографического наименования в зависимости от состава и структуры может колебаться в весьма больших пределах. Так, показатель R_c для различных базальтов изменяется в диапазоне 29,42–490,33 МПа, гранитов – 36,28–372,6 МПа. Обычно прочность пород на сжатие тем выше, чем выше их плотность.

Надо отметить, что прочность на растяжение R_p горных пород значительно ниже их прочности на сжатие R_c . Это одна из наиболее характерных особенностей горных пород, определяющих их поведение в поле механических сил. Горные породы плохо сопротивляются растягивающим усилиям, появление которых в тех или иных участках массива при разработке служит критерием опасности обрушений.

Методика исследования предела прочности. При определении предела прочности на сжатие R_c образцов использовался государственный стандарт ГОСТ 21153.2-84 [2]. Он предназначен для установления характеристик горных пород применительно к расчётам и проектированию горных работ, оборудования, проведения исследовательских работ и сравнительных испытаний.

Были проведены серии экспериментов на НС РАН в ЛМЭС г. Бишкек. При одноосном сжатии образцов использовалась рычажная установка для статических и динамических испытаний. На одном конце рычага данного рычажного пресса был подвешен груз в виде наполненной водой бочки, на которую периодически поступает вода, скорость натекания $V_{\text{нат}}$, которой для каждого эксперимента меняется. На другом конце рычага находится образец, который испытывает сжимающую нагрузку, меняющуюся в зависимости от изменения веса бочки. Для испытания изготовлены образцы горных пород мрамора месторождения Ак-Таш (Кыргызстан), гранит Каинды и габбро. Образцы горных пород имели форму параллелепипеда с размерами 80×40×20 мм. Для регистрации деформации горных пород использовались датчики LVDT. Процесс проведения эксперимента и применённое при этом оборудование подробно описано в [3].

Обработка результатов. По ГОСТ 21153.2-84 [2] и ГОСТ 12248-2010 [4] значение предела прочности R_{c_i} в МПа для каждого i -го образца выборки вычисляется по формуле

$$R_{c_i} = K_v \frac{F_{c_i}}{A_0} 10 \quad (1)$$

где F_{c_i} – максимальное усилие, предшествующее разрушению образца, кН;

A_0 – начальная площадь поперечного сечения образца, см²;

K_v – безразмерный коэффициент, который по ГОСТ 21153.2-84 [2] равен 1,000 при отношении высоты к диаметру или стороне квадрата $m=2\pm0,05$. Для других значений отношения m коэффициент K_v устанавливают по таблице 2а ГОСТ 21153.2-84 [2]. Как отмечалось ранее, уже имеется определенный опыт по испытанию образцов горных пород прямоугольного поперечного сечения.

Если приравнять значение отношения m к значению отношения высоты к большей стороне прямоугольного сечения получаем:

$$m = \frac{80}{40} = 2$$

Итак, при $m = 2$ безразмерный коэффициент, K_v , равен 1,000.

Вычислив значения предела прочности R_{ci} в МПа для каждого испытанного образца по формуле (1), вставляем полученные данные в таблицу 1.

Таблица 1

Вид нагружения	Наименования горных пород		$V_{\text{нат}}$, мл/час	F_{ci} , кН	R_{ci} , МПа
Одноосное сжатие	Мрамор Ак-Таш	№1	670	51,871	64,839
		№2	740	90,552	113,19
		№3	780	110,71	138,388
Одноосное сжатие с ЭМВ	Мрамор Ак-Таш	№1	740	83,746	104,683
		№2	840	87,141	108,926
		№3	840-860	73,156	91,445
Одноосное сжатие	Гранит Каинда	№1	740	90,797	113,496
		№2	870	103	128,75
Одноосное сжатие с ЭМВ	Гранит Каинда	№1	640	101,14	126,4
		№2	840-860	93,235	116,544

Размеры образцов габбро (рёбра образца - параллелепипеда) имеют разные значения. С учётом длины образца и его поперечного сечения определен предел прочности (таблица 2).

Таблица 2

Вид нагружения	Наименования горных пород		Размеры образцов в мм	$V_{\text{нат}}$, мл/час	F_{ci} , кН	R_{ci} , МПа
Одноосное сжатие	Габбро	№1	74×40×19	840	127,51	135,26
Одноосное сжатие с ЭМВ	Габбро	№1	76,1×40,2×17,3	660	89,453	137,338
		№2	75×35,2×19	870	124,81	≈167,508

Заметим, что найдены не только значения предела прочности горных пород при испытании образцов на одноосное сжатие, но некоторые образцы были подвержены электромагнитным воздействиям (ЭМВ). На рисунке 1 показана зависимость нагрузки от времени и периоды электромагнитных воздействий на образец при испытании мрамора Ак-Таш №1. Серыми вертикальными линиями показаны области ЭМВ.

Выводы. При практическом применении оценки средней прочности по пробе возникает необходимость определения надёжности и погрешности результатов испытаний. Так как значение скорости нагружения образца меняется, невозможно определить надёжность результатов испытания. Но можно оценивать надёжность по ГОСТ 21153.2-84 [2], учитывая при этом изменчивость скорости нагружения. При этом для первых трёх экспериментов на мраморе месторождения Ак-Таш (Кыргызстан) параметр надёжности составил $\alpha = 44\%$. При расчётах следует принимать во внимание то обстоятельство, что

количество испытанных образцов для сравнительных опытов должно было быть не менее 10, а для массовых испытаний - не менее 6.

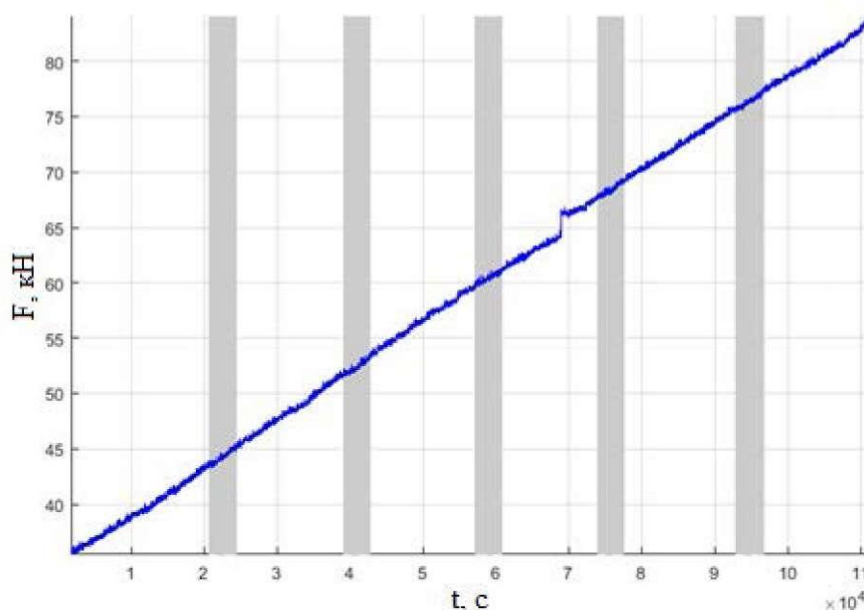


Рисунок 1 – График зависимости нагрузки от времени.

Таким образом, можно сделать следующие заключения:

- значение предела прочности тем больше, чем выше значение скорости нагружения;
- предел прочности мрамора больше чем у мрамора, испытанного на одноосное сжатие с ЭМВ при одинаковых скоростях нагружения.

Литература

1. Плотностные свойства горных пород // Студопедия - Ваша школопедия. Режим доступа http://studopedia.ru/8_18314_plotnostnie-svoystva-gornih-porod.html.
2. ГОСТ 21153.2-84 Методы определения предела прочности при одноосном сжатии. М.: Изд-во стандартов. 1984. 8 с.
3. Мубассарова В.А. Современные решения в задачах акустических и тензометрических измерений при испытании горных пород // Вестник КРСУ. 2014. № 7. С. 73-76.
4. ГОСТ 12248-2010 Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Стандарт информ. 2012.

УДК 621.9.62.52(02)

УНИВЕРСАЛЬНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ИНСТРУМЕНТА ГИДРОСУППОРТА ТОКАРНОГО СТАНКА ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ ЧЕРНОВОЙ И ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТОК ДЕТАЛЕЙ

UNIVERSAL AUTOMATIC FEED CONTROL SYSTEM TOOLS HYDRAULIC CALIPER LATHE DESIGNED FOR ROUGHING AND FINISHING TREATMENT OF DETAILS

Молчанов И.В., Дартаев Б.К.

ivm121@mail.ru

КГТУ им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызская Республика.