

Г.С.Галузо, канд. техн. наук, В.И.Коваженкова,
В.А.Сайганов (БПИ)

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАНИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ "ГЛУШКОВИЧИ" (БССР)

Граниты по своим технологическим свойствам относятся к твердокаменным породам (ТКП), они – одна из самых распространенных в земной коре горных пород. На территории нашей страны месторождения гранитов имеются на Урале, в Сибири, Средней Азии, Украине, в Крыму, на Кавказе, в КАССР. На территории Белоруссии залежи их расположены в южной части республики, промышленная добыча которых начата с 1970 г.

Наряду с широким применением гранитов в строительстве в качестве облицовочного материала или крупного заполнителя в тяжелых бетонах в нашей стране и за рубежом известен опыт использования ТКП в точном машино- и приборостроении для изготовления базовых деталей (оснований, плит, траверс и др.) [1]. С этой целью выполнен комплекс исследований физико-механических, тепло- и электрофизических свойств гранита месторождения "Глушковичи". Указанные характеристики по гранитам БССР в технической литературе отсутствуют.

Упомянутые свойства изучались на образцах, выпиленных из массивов гранита. Среднюю плотность, водопоглощение, влажность, предел прочности при сжатии определяли на образцах-кубах с ребром 50 мм, предел прочности на изгиб, растяжение и деформативные характеристики – на образцах-призмах размерами 50 x 50 x 200 мм, ударную прочность – на образцах-цилиндрах диаметром и высотой 25 мм, коэффициент линейного температурного расширения – на образцах длиной 50 мм и сечением 4 x 4 мм. Теплопроводность и теплоемкость определяли на образцах размерами 200 x 200 x 50 мм. Электротехнические свойства гранитов изучали согласно методикам, принятым для материалов, получаемых из минеральных расплавов [2].

Для сопоставления свойств исследованы также граниты двух месторождений УССР – "Головинское" и "Капустинское".

Образцы гранита месторождения "Глушковичи" имели следующий химический состав: SiO_2 – 72,3%; Al_2O_3 – 14,81%; Fe_2O_3 – 1,8%; TiO_2 – 0,26%; CaO – 2,94%; MgO –

0,3%; Na₂O - 4,27%; K₂O - 2,67%. Минералогический состав гранитов приведен в табл. 1.

В зависимости от глубины залегания указанная порода имеет серый, светло-серый или черный цвет с серовато-зеленоватым оттенком. Порода мелко- и среднезернистая, однородная, крепкая с полураковистым изломом.

Физические свойства изученных гранитов приведены в табл.2.

Из ее данных следует, что пористость гранита находится в пределах 1,1%, следовательно, водопоглощение его очень малое (0,09% по объему).

Таблица 1
Минералогический состав гранитов

Минералы	Содержание минералов в гранитах, %		
	"Глушковичи" (Гр.-1)	"Головин- ское" (Гр.-2)	"Капустин- ское" (Гр.-3)
Кварц	20 - 32	38	35
Плагиоклаз (полевоы шпат)	40 - 58	49	53
Биотит	8	10	7
Рудные минералы	2	2	5
Прочие	-	1	-

Таблица 2
Физические свойства гранитов

Свойства	Единицы	Шифр гранитов		
		Гр.-1	Гр.-2	Гр.-3
Истинная плотность	кг/м ³	2720	2940	2680
Объемная масса	кг/м ³	2690	2925	2640
Пористость	%	1,1	0,51	1,49
Водопоглощение				
по массе	%	0,03	0,02	0,09
по объему	%	0,09	0,05	0,24
Коэффициент насыщения пор		0,08	0,09	0,16
Коэффициент вариации по объемной массе	%	0,85	0,16	0,69
Скорость прохождения ультразвукового сигнала при частотах				
60 кГц	м/с	5650	6750	4820
200 кГц	м/с	5920	6940	5360

Прочностные и деформативные свойства исследованных ТКП приведены в табл. 3.

Анализ данных, представленных в табл. 3, показывает: из трех испытанных ТКП наибольший предел прочности при сжатии, изгибе, растяжении, а также ударную прочность имеет гранит месторождения "Глушковичи". При прочности на сжатие 202,5 МПа предел прочности на изгиб и растяжение составляет соответственно 13,1 и 6,6% от прочности на сжатие. Относительный уровень границы начала микроразрушения структуры материала при действии сжимающей нагрузки составляет 0,4 от предела прочности при сжатии, что соответствует 81 МПа. Напряжения, соответствующие этому уровню, можно принимать за предел выносливости материала при действии многократно повторных нагрузок [3, 4].

При эксплуатации конструкционного материала под нагрузкой, не превышающей нижнюю границу микроразрушений, материал не знает усталости и может загружаться без каких-либо структурных изменений практически бесконечно. Для других испытанных гранитов этот параметр значительно меньше (на 25 и 43% соответственно для гранитов месторождений "Головинское" и "Капустинское").

Таблица 3
Прочностные и деформативные характеристики ТКП

Показатели	Единицы	Шифр гранитов		
		Гр.-1	Гр.-2	Гр.-3
Предел прочности при осевом сжатии	МПа	202,5	160	128
То же на изгиб	МПа	26,5	24,5	10,6
То же на растяжение	МПа	13,4	12,3	7,7
Ударная прочность	Дж/см ³	1,12	0,85	0,45
Истираемость	г/см ²	0,373	0,475	0,354
Граница начала микроразрушений	МПа	81	60,8	46,1
Модуль упругости	МПа	57000	93500	39300
Динамический модуль упругости	МПа	77700	114100	53900
Модуль сдвига	МПа	30500	36900	23800
Коэффициент Пуассона		0,23	0,29	0,16
Предельные деформации				
продольные	мм/м	3,42	2,085	2,66
поперечные	мм/м	2,45	0,75	1,0

Значение модуля упругости гранитов достаточно высокое и по сравнению с высокопрочными обычными бетонами оно соответствует бетонам марок 700–800, а для гранита "Головинское" значительно выше. Динамический модуль упругости, определенный по частоте собственных изгибных колебаний, превышает модуль упругости, вычисленный по деформациям при статическом нагружении, в среднем на 30%.

Модуль сдвига, рассчитанный по резонансной частоте крутильных колебаний, составляет 32,3–44,5% от динамического модуля упругости.

Величина коэффициента Пуассона для гранитов "Глушковичи" и "Головинское" больше, чем для высокопрочных бетонов, стали и чугуна.

Термические свойства гранитов характеризуют изменения, претерпеваемые гранитом в результате его нагревания или охлаждения, и учитываются в инженерных расчетах. Результаты определения теплопроводности, удельной теплоемкости, температуропроводности и коэффициента температурного расширения испытанных гранитов приведены в табл. 4.

Анализ данных табл. 4 показывает, что температуропроводность трех испытанных гранитов практически одинакова: в среднем в 20 раз меньше, чем для стали. Это термическое свойство характеризует скорость распространения (выравнивания) температуры в различных точках материала при его нагревании. Чем больше значение температуропроводности, тем быстрее все точки материала достигнут одинаковой температу-

Таблица 4

Термические и электротехнические свойства гранитов

Свойства	Единицы	Шифр гранитов		
		Гр.-1	Гр.-2	Гр.-3
Теплопроводность	Вт/(м·К)	2,80	3,31	2,76
Удельная теплоемкость	Дж/(кг·К)	879	916	924
Температуропроводность $a \cdot 10^{-5}$	m^2/c	0,119	0,124	0,112
Коэффициент температурного расширения	K^{-1}	47	69	57
Удельное объемное сопротивление $\rho \cdot 10^{-7}$	Ом·см	2	3	10
Пробивная напряженность	кВ/см	26,9	9,2	25,2
Диэлектрическая проницаемость		8,0	12,8	8,3

ры. Коэффициент термического расширения гранита месторождения "Глушковичи" в 2,5 раза меньше, чем для стали. Этот показатель имеет существенное значение при использовании гранита в качестве базовых элементов для прецизионного оптико-механического и контрольно-измерительного оборудования.

Удельная теплоемкость испытанных гранитов изменяется в небольших пределах и зависит, очевидно, лишь от минералогического состава породы.

Так как граниты по своему составу и структуре - сложные многокомпонентные системы, то их электротехнические свойства зависят от многих факторов, основными из которых являются: электрические свойства отдельных минералов, слагающих твердый скелет пород; их пористость; размеры; форма и взаимное расположение пор; структура минерального скелета; влажность и др. [5].

Диэлектрическая проницаемость гранита месторождений "Глушковичи" и "Капустинское" одинакова и превышает в среднем на 25% этот показатель для радиофарфора и стекла обычного состава. Пробивная напряженность (электрическая прочность) указанных гранитов достаточно высока.

Таким образом, комплексные исследования позволили получить физические, прочностные, деформативные, тепло- и электрофизические характеристики гранита месторождения "Глушковичи", который может быть использован как конструкционный и отделочный материал в строительстве, а также и как материал со стабильными свойствами для изготовления базовых элементов оптико-механического и контрольно-программного оборудования.

Л и т е р а т у р а

1. Лурье Г.Б. Координатно-размерочная машина сокращает ручной труд. - Машиностроитель, 1980, № 12, с. 14-15.
2. Павлушин Н.М., Сентюрин Г.Г., Ходаковская Р.Я. Практикум по технологии стекла и ситаллов. - М.: Стройиздат, 1977. - 509 с.
3. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. - М.: Госстройиздат, 1961. - 96 с.
4. Галузо Г.С., Израелит М.М. Исследование физического процесса разрушения высокопрочного легкого бетона. - Бетон и железобетон, 1967, № 3, с. 11-13.
5. Пархоменко Э.И. Электрические свойства горных пород. - М.: Наука, 1965. - 506 с.