

8. Кононов М.Е. Огнеупоры из минерального сырья Карело-Кольского региона. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1994. 180 с.
9. Bechtold B.C., Culter I.B. Reaction of clay and carbon to form and separate Al_2O_3 and SiC // J. Am. Ceram. Soc. 1980. N 5-6. P 71-275.
10. Глиноземный завод // Экономическая энциклопедия. Промышленность и строительство. М.: Изд-во Энциклопедия, 1962. С. 299-306.
11. Бельков И.В. Кианитовые сланцы свиты Кейв. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 321с.
12. Войтеховский Ю.Л., Нерадовский Ю.Н. Кианитовые сланцы кейвской свиты – уникальные комплексные руды (Кольский п-ов) // Тр. III Межд. конф. «Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов». Сыктывкар, 25-27 сент. 2007 г. Сыктывкар: Геопринт, 2007.

МИКРОТВЕРДОСТЬ ГРАНАТА

Бубнова Т.П.

Учреждение Российской академии наук Институт геологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск

Широко распространено определение твердости минералов с использованием десятибальной шкалы Мооса. Этот метод позволяет проводить быструю диагностику минералов, но при этом твердость имеет относительные значения. Одной из величин, характеризующих количественную оценку твердости минерала, является микротвердость, определяемая методом Виккерса [1]. В отличие от показателя твердости по шкале Мооса (где относительная твердость определяется путем царапания эталонное поверхности испытываемого объекта), микротвердость, отражает способность того или иного материала сопротивляться постоянно вдавливаемой нагрузке. Сущность метода заключается во вдавливании в испытуемый материал правильной четырехгранной пирамиды (с углом 136 град. между противоположными гранями) на определенное время и измерении оставленного отпечатка. Микротвердость по Виккерсу вычисляется по формуле:

$$H = \frac{1.8544 \cdot 9.81 \cdot P}{d^2}, \text{ кгс/мм}^2$$

где: P – нагрузка, кгс;

d^2 – площадь поверхности полученного пирамидального отпечатка, мм²

Немаловажно, что метод Виккерса позволяет также проводить диагностику различных минералов, детальные исследования свойств отдельных монокристаллов (анизотропия твердости, хрупкость, микроразнональность). Одним из минералов, для которого проведен анализ показателей микротвердости с целью дальнейшего определения корреляции с физико-механическими показателями, является гранат. Массовые замеры микротвердости зерен граната на плоскополированных аншлифах выполнены по стандартной методике на приборе ПТМ-3.

Обобщающие результаты по замерам микротвердости граната ряда месторождений и проявлений гранатовых руд Карелии представлены в табл. 1. С целью статистического анализа значений микротвердости проведено вычисление математических характеристик, отражающих меру рассеяния значений случайной величины около среднего значения.

Разброс данных невелик, что отражает коэффициент вариации (V), имеющий значения в пределах 0,10-0,16. Показатели асимметрии (A) и эксцесса (E), находятся в пределах диапазона от -2 до +2, что указывает на незначительные отклонения от нормального распределения данных. То есть можно говорить об определенной достоверности выборки данных и вероятности попадания случайной величины в заданном интервале.

Таблица 3. Результаты исследования микротвёрдости гранатов различных объектов Карелии

Месторождение, проявление	Образец	Порода	Статистические характеристики микротвердости			
			Разброс значений Среднее, кгс/мм ² (кол-во замеров)	Коэффициент вариации, V	Асимметрия, А	Экссесс, Е
Шуерецкое (Тербеостров)	Шу	гранат- мусковитовая порода	$\frac{1098 - 1716}{1456 (19)}$	0.11	-0.269	0.723
Западная Плотина	Зап. Пл.	гранат- биотитовый гнейс	$\frac{1208 - 2006}{1551 (26)}$	0.13	1.113	-0.079
Энгозеро (участок Гранатовый)	№69	биотит- гранатовый амфиболит	$\frac{1261 - 1902}{1576 (25)}$	0.13	0.326	-1.066
	Энг	метасоматит	$\frac{941 - 1607}{1192 (47)}$	0.11	-0.264	0.728
Левин Бор	Л. Б.	биотит- мусковит- гранатовый гнейс	$\frac{1002 - 1508}{1220 (19)}$	0.13	0.675	-1.053
Нигрозеро	№ 27	гранатовый амфиболит	$\frac{1226 - 1805}{1485 (19)}$	0.11	1.453	-0.322
Высота-181	В-5	кианит-гранат- слюдистый сланец	$\frac{1243 - 1688}{1417 (26)}$	0.09	0.779	-0.637
	В-6	биотит- гранатовый гнейс	$\frac{1208 - 2119}{1522 (29)}$	0.16	1.744	0.021
	В-14	гранат- биотитовый гнейс	$\frac{1208 - 2119}{1614 (33)}$	0.16	0.687	-0.887
	В-16	серицит-гранат- плагиоклазовый гнейс	$\frac{1203 - 1751}{1447(21)}$	0.10	0.558	0.322
	В-17	гранат- мусковит- биотитовый гнейс	$\frac{1279 - 2081}{1528 (38)}$	0.14	1.512	0.649

Группировка данных в виде гистограмм (рис. 1), наглядно представляет размах и частоту измеренных значений, а также подтверждает асимметричность распределения, определенную значениями асимметрии и эксцесса. На показателях микротвердости гранатов может сказываться состав собственно минерала, содержание в нем посторонних включений, а также трещиноватость, играющая заметную роль при оценке крепости породы в целом.

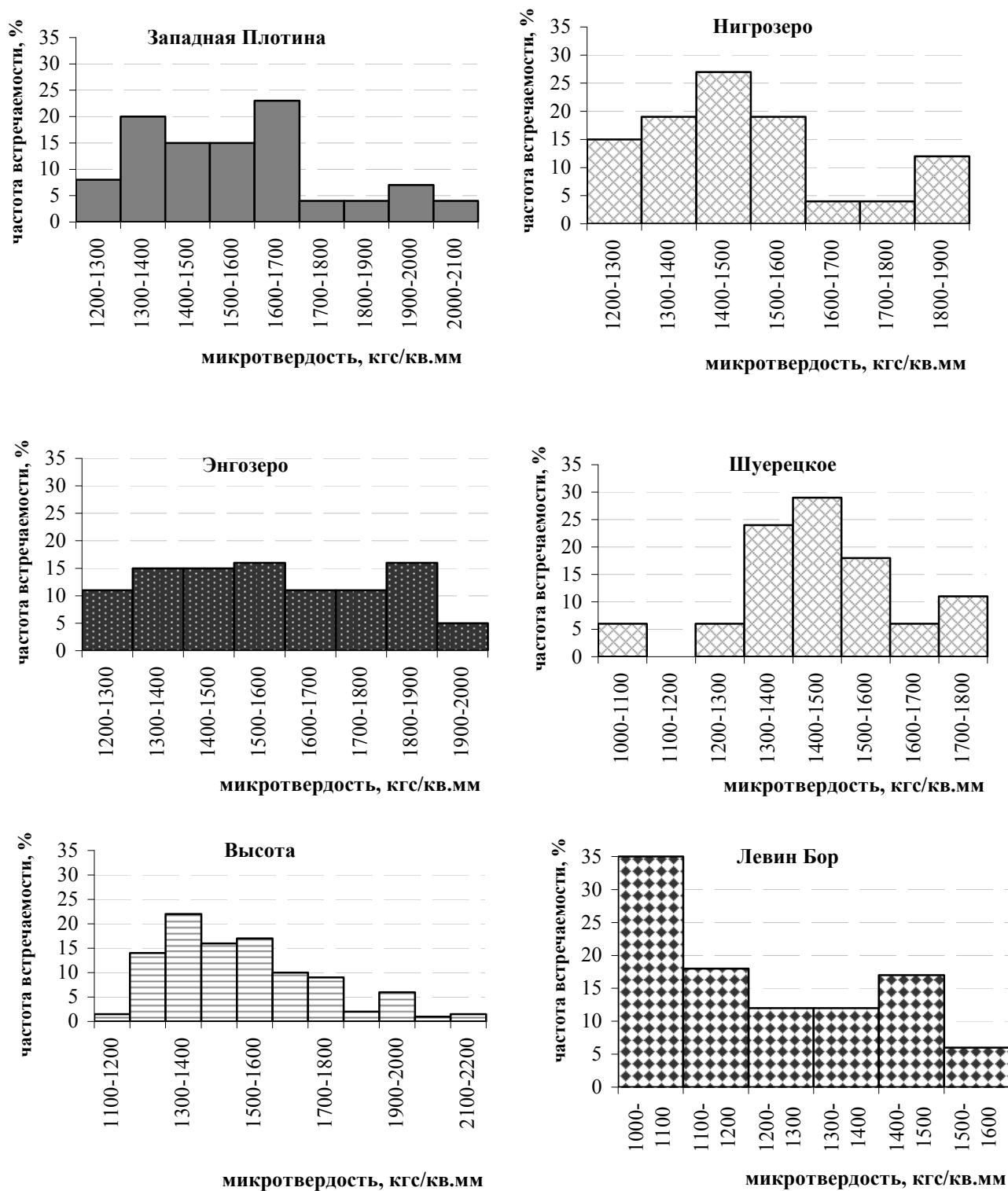


Рис. 8. Гистограммы распределения микротвердости граната различных месторождений и проявлений Карелии

Для отдельных образцов зерен граната проанализированы значения содержаний некоторых компонентов, выполненные по профилям (от краевых точек через центр зерна). Изучение особенностей химического состава гранатов проводилось на сканирующем электронном микроскопе VEGA II LMU.

На графиках рис. 2, 3 просматривается корреляционная зависимость микротвердости и содержания FeO в гранате – немонотонное изменение этих показателей выражается в виде параболической ветви графика от центра зерна (с) к периферии (г).

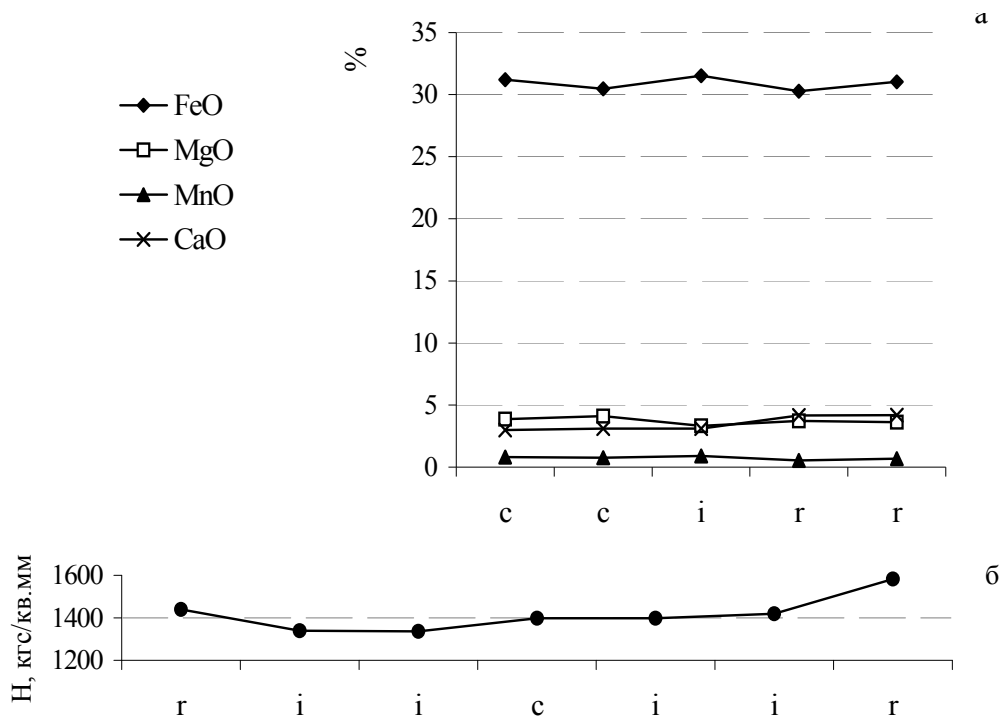


Рис. 9. Графики изменения показателей состава (а) и микротвердости (б) граната, выполненные по профилю зерна, образец В-5

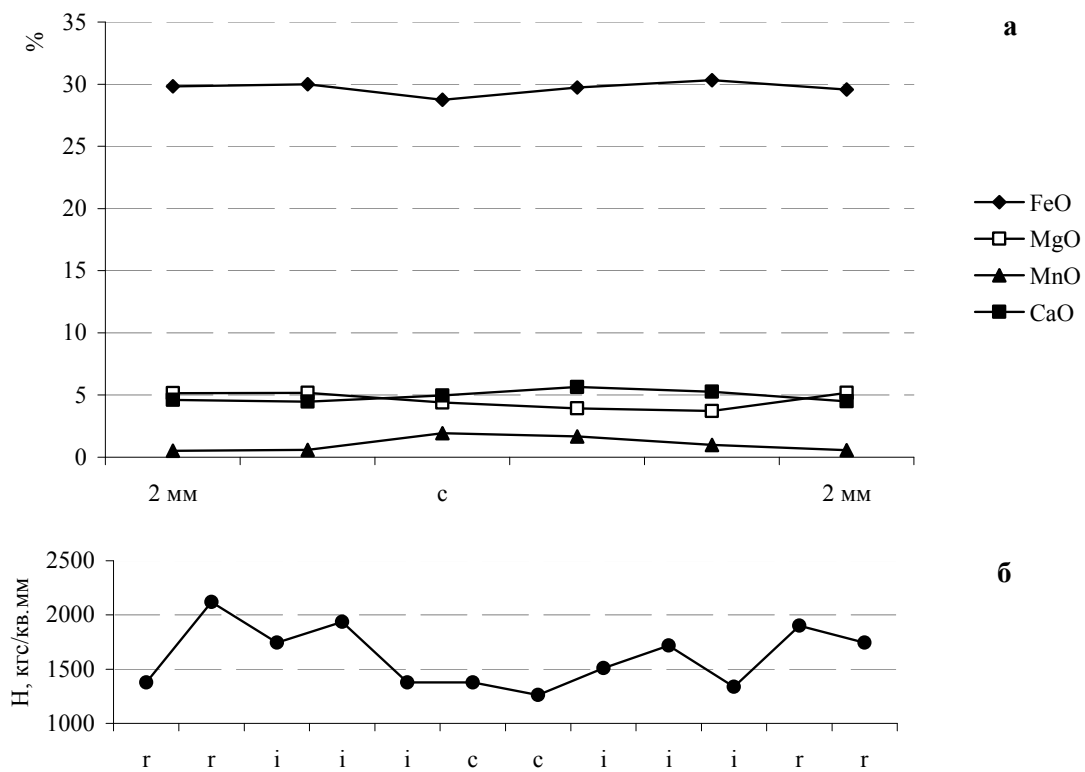


Рис. 10. Графики изменения показателей состава (а) и микротвердости (б) граната, выполненные по профилю зерна, образец В-6

Если учесть, что зональность состава граната связана с условиями образования (РТ-условия), можно предположить, что и прочностные его характеристики так же зависят от этих параметров. Для более уверенного подтверждения необходимо проведение многофакторного статистического анализа при увеличении матрицы исходных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедева С.И. Микротвердость минералов. М., 1977. 118 с.