

УДК 549.903.54

ШКАЛЫ ТВЕРДОСТИ МИНЕРАЛОВ

*Мартьянов К.К., Ильинский В.И., студенты 3 курса факультета информационных систем и технологий
Научный руководитель – Горбоконенко В.Д., доцент
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»*

Ключевые слова: *Шкала порядка, твердость, измерение, минерал.*

Работа посвящена определению твердости минералов и результатам измерения по шкале порядка. При проведении измерительных исследований авторами установлено, что свойства всех изученных минералов представлены по шкалам твердости Мооса и Розиваля.

Одним из центральных понятий метрологии является понятие шкалы. Шкала – это отображение множества различных проявлений количественного или качественного свойства на принятое упорядоченное множество чисел или другую систему логически связанных знаков. В настоящее время известно пять основных типов шкал: шкала наименований (классификаций), шкала порядка (рангов), шкала разностей (интервалов), шкала отношений и абсолютная шкала [1].

Шкалы наименований и порядка, не имеющие единиц измерений, называют неметрическими шкалами, но некоторые из них опираются на единицы SI. Так, например, при измерении твердости используются единицы длины, давления, времени. Многие неметрические шкалы появились в связи с потребностью измерения свойств материалов и явлений [3]. Существуют определения шкал измерений и шкал величин, в соответствии с нормативным документом РМГ 83–2007. Шкала порядка – это шкала измерений количественного свойства (величины), характеризующаяся соотношениями эквивалентности и порядка по возрастанию (убыванию) различных проявлений свойства. Результат измерения по шкале порядка выражается в условных числах, баллах. В шкалах порядка нельзя ввести единицы измерения, так как для них не установлено отношение пропорциональности.

Эти шкалы принципиально нелинейны, поскольку логически невозможно установить равенство интервалов на различных участках

шкалы. Результаты измерений приводятся в числах, степенях, уровнях и баллах, а не в единицах измерений. Также они выражаются дискретными рядами натуральных чисел. Шкалы порядка допускают монотонные преобразования, и в них может присутствовать или отсутствовать нуль шкалы [4].

Примерами шкал порядка являются шкалы твердости материалов: металлов, резины, пластмассы и минералов. К ним также относят: шкалы силы ветра и состояния поверхности моря (шкала Бофорта), шкалы и уровни громкости и др.

Минерал идентифицируют по его физическим свойствам. Твердость здесь является сопротивлением механическому воздействию более твердого тела, обусловленного прочностью кристаллической структуры минерала. Твердый минерал всегда воздействует на мягкий. У большинства минералов твердость анизотропна, т.е. зависит от направления и типа грани, к которой применяется сила.

Немецкий минералог Фридрих Моос разработал сравнительную шкалу твердости в 1811 году. Он использовал твердость известных минералов в качестве отправной точки, присваивая им значение от 1 до 10. В таблице 1 отображены твердости минералов по шкале Мооса. Получилось, что минерал с твердостью 2 царапает минерал с твердостью 1 (а не наоборот) и так далее. Промежуточные значения оценивались приблизительно и показывались не десятичными, а обыкновенными дробями.

Таблица 1 – Шкала Мооса

Твёрдость	1	2	3	4	5
Минерал	Тальк	Гипс	Кальцит	Флюорит	Апатит
Твёрдость	6	7	8	9	10
Минерал	Ортоклаз	Кварц	Топаз	Корунд	Алмаз

Позже были изобретены твердомеры. Это устройства, использующие абразивные вещества для измерения твердости. Вслед за Моосом шкалу твердости создал австрийский минералог Август Розиваль. Эта шкала учитывала твердость шлифования, содержала более точные значения, но следовала принципам Мооса. В таблице 2 приведены твердости минералов по шкале Розиваля.

Таблица 2 – Шкала Розиваля

Твёрдость	0,003	0,125	0,34	0,50	0,65
Минерал	Тальк	Гипс	Кальцит	Флюорит	Апатит
Твёрдость	3,7	12,7	17,5	100	14 000
Минерал	Ортоклаз	Кварц	Топаз	Корунд	Алмаз

Физическое измерение твердости производится с помощью специальных твердомерных стержней – карандашей, где вместо грифеля установлен один из минералов шкалы Мооса. Минералы с самой низкой твердостью царапаются ногтем (твердость ногтя $2^{1/2}$). Минералы с низкой твердостью не царапаются ногтем, но можно воспользоваться медной монетой (твердость $3^{1/2}$). Минералы средней твердости царапаются осколком стекла или ножом (твердость $5^{1/2}$).

В таблице 3 приведены твердости некоторых минералов.

Таблица 3 – Твердости некоторых минералов

Минерал	Твердость	Минерал	Твердость
Пустынная роза	1,5 – 2	Опал	5,5 – 6,5
Красный гипс	2	Розовый кварц	7
Галит	2 – 2,5	Черный турмалин (Шерл)	7 – 7,5
Оранжевый кальцит	3 – 4	Берилл (Аквамарин)	7,5 – 8
Флюорит	4	Александрит	8,5
Диопсид хромдиопсид	5 – 6	Алмаз	10

«Роза пустыни» состоит из гипса, в осадочных породах, образовавшихся на дне водоемов при испарении воды. Греческое название «гипсос» относилось как к гипсу, так и к мелу, а потом закрепилось за минералом гипсом. Под именем «галит» скрывается обычная каменная соль, минерал бывает бесцветным и даже пурпурным. Кальцит – это самый распространенный минерал, твердость которого колеблется от 3 до 4 по шкале Мооса. Флюорит – главный минерал фтора на Земле, ценное сырье для химической промышленности и металлургии. Хромдиопсид – разновидность диопсида с высоким содержанием хрома, который придает изумрудно-зеленый цвет.

Римский историк Плиний Старший писал, что опал соединяет в себе свойства других камней, поскольку обладает огнем рубина, блеском аметиста и зеленым цветом изумруда. Розовый кварц – это «король» полупрозрачных кварцев. Этот вид кварца широко используется в изготовлении простых украшений [2].

Шерл применяется при изготовлении датчиков температуры и давления различного оборудования. Ювелирная разновидность берилла голубого цвета называется аквамарином. Драгоценный камень александрит производят и искусственным путем для использования в аэрокосмической области. Алмаз – самый твердый из известных минералов. Бывает ювелирным и техническим. Обладает самой высокой твердостью («адамас» с греческого языка – непобедимый).

Библиографический список:

1. Метрология: Учебное пособие для вузов / А.А. Дегтярев, В.А. Летагин, А.И. Погалов, С.В. Угольников // М.: Академический Проект, 2006. – 256 с.
2. Минералы: Сокровища земли. Еженедельное издание. DeAgostini, 2016.
3. Основы информационной теории измерительных устройств / Новицкий П.В. // Л.: Энергия, 1968.
4. РМГ 83-2007 ГСИ. Шкалы измерений. Термины и определения.

SCALES OF HARDNESS OF MINERALS

Martyanov K.K., Ilinsky V.I.

Keywords: *Order scale, hardness, measurement, mineral.*

The work is devoted to the determination of the hardness of minerals and the results of measurement on a scale of order. When conducting measurement studies by the authors, it was found that the properties of all the studied minerals are represented on the Mohs and Roshaval hardness scales.