

Член-корреспондент АН СССР В. Д. КУЗНЕЦОВ

ВЗАИМНОЕ ШЛИФОВАНИЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПРИРОДНЫХ КАРБОНАТОВ

В предыдущем сообщении⁽¹⁾ мы описали метод взаимного шлифования кристаллов для определения относительных значений поверхностных энергий и применили его к поликристаллам галогенидов щелочных металлов. Затем мы применили этот метод к определению поверхностных энергий различных граней кристаллов каменной соли⁽²⁾. В настоящем сообщении мы опишем взаимное шлифование поликристаллических природных карбонатов.

Для шлифования были взяты природные поликристаллические минералы: церуссит $PbCO_3$, родохрозит $MnCO_3$, смитсонит $ZnCO_3$, магнезит $MgCO_3$, сидорит $FeCO_3$ и в виде кристалла — кальцит $CaCO_3$. У образцов на абразивном круге сошлифовывались плоскости, по которым затем производилось взаимное шлифование двух минералов от руки с подсыпкой различных абразивов, главным образом зеленого карборунда КЗ-100.

Опыты показали, что отношение сошлифованных масс не зависит от абразива и от абсолютного значения сошлифованных масс. Это отношение является для двух минералов величиной постоянной, если при шлифовании не происходит откол больших частиц.

Образцы взвешивались до шлифования и после шлифования на весах типа АДВ-200 с точностью до 0,1 мг, хотя такая точность нужна только в случае малых сошлифованных масс.

Поликристаллы церуссита $PbCO_3$ и смитсонита $ZnCO_3$ были очень несовершенны, и для получения среднего значения отношения масс для этих образцов пришлось проделать довольно много опытов, часть которых приведена в табл. 1.

Таблица 1
Взаимное шлифование $PbCO_3$ и $ZnCO_3$.

	О п ы т ы								Общая убыль
	1	2	3	4	5	6	7	8	
$M(PbCO_3)$. .	0,8061	0,9026	0,4865	1,0686	0,9502	0,5122	0,5445	0,8640	6,1357
$M(ZnCO_3)$. .	0,0673	0,0755	0,0420	0,0812	0,0726	0,0411	0,0450	0,0653	0,4900
Отношение . .	11,98	11,95	11,60	13,16	13,17	12,49	12,10	13,23	12,5

Для других карбонатов получалось хорошее постоянство отношения масс, и для них достаточно было проделать 3—5 опытов. От кристалла кальцита часто откалывались крупные частицы, которые давали значительный разброс значений.

Оказалось, что для карбонатов справедливо то же правило, как и для галогенидов щелочных металлов. Это правило можно формулировать так.

Если

$$\frac{M_1}{M_2} = a, \quad \frac{M_2}{M_3} = b, \quad \frac{M_1}{M_3} = c,$$

то

$$\frac{M_1}{M_2} \frac{M_2}{M_3} = ab = \frac{M_1}{M_3} = c. \quad (1)$$

В сводной табл. 2 приведены средние значения отношений масс, полученных, во-первых, непосредственно и, во-вторых, через промежуточные карбонаты, вычисленные по формуле (1).

Таблица 2

Истирание карбонатов. Абразив КЗ-100. Отношение масс

Отношение	Непосредственно	Через					
		PbCO ₃	CaCO ₃	MnCO ₃	ZnCO ₃	MgCO ₃	FeCO ₃
PbCO ₃ :FeCO ₃	14,8	—	14,5	15,0	15,4	14,9	—
PbCO ₃ :MgCO ₃	13,7	—	14,2	14,0	12,8	—	13,6
PbCO ₃ :ZnCO ₃	12,2	—	12,2	12,2	—	13,0	11,8
PbCO ₃ :MnCO ₃	6,8	—	7,1	—	6,8	6,5	6,7
PbCO ₃ :CaCO ₃	3,54	—	—	3,4	3,54	3,3	3,8
CaCO ₃ :FeCO ₃	4,1	4,2	—	4,4	4,3	—	4,2
CaCO ₃ :MgCO ₃	4,0	3,9	—	4,2	3,62	—	3,57
CaCO ₃ :ZnCO ₃	3,45	3,45	—	3,6	—	3,9	3,1
CaCO ₃ :MnCO ₃	2,0	1,92	—	—	1,92	1,95	1,77
MnCO ₃ :FeCO ₃	2,2	2,18	2,05	—	2,27	2,20	—
MnCO ₃ :MgCO ₃	2,1	2,02	2,0	—	1,9	—	2,01
MnCO ₃ :ZnCO ₃	1,8	1,8	1,73	—	—	2,0	1,75
ZnCO ₃ :FeCO ₃	1,26	1,24	1,19	1,22	—	1,15	—
ZnCO ₃ :MgCO ₃	1,05	1,12	1,16	1,17	—	—	1,15
MgCO ₃ :FeCO ₃	1,09	1,08	1,03	1,05	1,20	—	—

Из табл. 2 видно, что, несмотря на неизбежный разброс значений зависящий от различных случайностей, все же формула (1) подтверждается довольно хорошо. Можно ожидать лучшего совпадения, если взять однородные мелкозернистые минералы.

Для определения отношения объемов сошлифованных слоев были определены по способу взвешивания в воздухе и в воде плотности карбонатов. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Плотности карбонатов

Карбонат	PbCO ₃	ZnCO ₃	FeCO ₃	MnCO ₃	MgCO ₃	CaCO ₃
Плотность <i>d</i> , г/см ³	6,29	4,17	3,62	3,42	2,96	2,73

В 1937 г. был описан (3) метод сверления для определения относительных значений поверхностных энергий кристаллов. Сущность этого метода состоит в следующем.

Сверло с коническим заострением под грузом P после n оборотов делает лунку, диаметр которой равен d . Изменяя число оборотов при $P = \text{const}$, мы строим зависимость d от n . Оказывается, что

$$d' = d'_0 + a' n,$$

где d'_0 и a' — некоторые постоянные.

Если при заданном числе оборотов, $n = \text{const}$, изменять груз P , то оказывается

$$d'' = d''_0 + a'' P,$$

где d''_0 и a'' — некоторые постоянные.

Угловые коэффициенты a' и a'' прямых линий характеризуют испытуемые вещества. Доказано теоретически и экспериментально, что для кристаллов галогенидов щелочных металлов отношение поверхностных энергий σ_1 и σ_2 двух кристаллов равно

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{a'_2}{a'_1} = \frac{a''_2}{a''_1}. \quad (2)$$

Соотношение (2) справедливо для любых конических сверл, если одним и тем же сверлом делать лунки на обоих кристаллах.

Можно не строить зависимости между d и n при $P = \text{const}$, а взять, например, при $P = \text{const}$ значение d_{50} при $n = 50$ оборотов и d_{100} при $n = 100$ оборотов, затем взять разность $d_{100} - d_{50} = \Delta d$ и подставить ее в (2) вместо углового коэффициента a .

Для опытов был взят тот же ручной сверлильный станок, которым мы пользовались в 1937 г. Столик для образца был заменен пружинным динамометром для измерения надавливающей силы. Опыт заключался в том, что исследуемый минерал помещался на столик под сверлом и стрелка динамометра доводилась до определенного деления, соответствующего 2,5 кг; после этого вращением рукоятки делалось 50 или 100 оборотов, измерялись диаметры и вычислялась разность Δd . В качестве сверла был применен стальной закаленный стержень, заточенный в виде четырехгранной пирамиды с углом при вершине в 90° . Для опытов со сверлением были использованы те же минералы, как и в опытах со взаимным шлифованием.

В табл. 4 приведены значения отношений объемов V_1/V_2 на основании опытов со взаимным шлифованием и значения отношений $\Delta d_1/\Delta d_2$ на основании опытов со сверлением.

Таблица 4

Сравнение результатов сверления
с результатами шлифования

	$\frac{\text{PbCO}_3}{\text{FeCO}_3}$	$\frac{\text{PbCO}_3}{\text{MgCO}_3}$	$\frac{\text{PbCO}_3}{\text{MnCO}_3}$	$\frac{\text{MnCO}_3}{\text{FeCO}_3}$	$\frac{\text{MnCO}_3}{\text{MgCO}_3}$	$\frac{\text{MgCO}_3}{\text{FeCO}_3}$
Сверление	0,623	0,623	0,623	0,167	0,167	0,090
$\Delta d_2 / \Delta d_1$	$\frac{0,076}{0,090} =$	$\frac{0,090}{0,090} =$	$\frac{0,176}{0,176} =$	$\frac{0,667}{0,667} =$	$\frac{0,090}{0,090} =$	$\frac{0,078}{0,078} =$
Шлифование	= 8,20	= 6,92	= 3,73	= 2,20	= 1,86	= 1,18
V_1 / V_2	8,52	6,45	3,70	2,2	2,1	1,1

Принимая во внимание неоднородность карбонатных минералов, можно считать совпадение результатов шлифования и сверления достаточно хорошим.

Опыты со сверлением минерала $ZnCO_3$ пришлось отбросить, так как образец имел крупные кристаллиты размером в несколько миллиметров. Для одного кристаллита оказалось $\Delta d = 0,101$ мм, а для другого $\Delta d = 0,152$ мм. Очевидно, что кристаллиты смитсонита имеют резко выраженную анизотропию в свойствах.

На основании опытов с природными поликристаллическими карбонатами можно прийти к заключению, что метод взаимного шлифования может найти широкие применения в практике. Он может быть применен, например, для изучения износостойкости различных чугунов, употребляющихся для тормозных колодок в железнодорожном транспорте*.

Сибирский физико-технический институт
при Томском государственном университете

Поступило
4 VI 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Д. Кузнецов, ДАН, 84, № 5 (1952). ² В. Д. Кузнецов, ДАН, 84, № 6 (1952). ³ В. Д. Кузнецов, Физика твердого тела, 1, Томск, 1937, стр. 404.

* Опыты проводила Г. А. Пилецкая.