

Член-корреспондент АН СССР В. Д. КУЗНЕЦОВ

## АНИЗОТРОПИЯ ПРИ ВЗАИМНОМ ШЛИФОВАНИИ КРИСТАЛЛОВ

Процесс шлифования абразивом можно рассматривать как совокупность большого числа царапаний. Следовательно, между шлифованием и царапанием должна быть тесная связь.

Определением твердости по методу царапания занимались, начиная с конца прошлого века, многие ученые, накопившие достаточно большой экспериментальный материал. Твердость по методу царапания определяется или шириной черты при определенном надавливающем на царапающий конус грузе или величиной надавливающего груза при одинаковой ширине черты.

Экспериментально было установлено, что многие кристаллы, особенно кристаллы с плоскостями спайности, обладают анизотропией твердости по царапанию. Для таких кристаллов строят так называемые «розетки твердости», проводя из данной точки по разным направлениям радиусы-векторы, длины которых пропорциональны значениям твердости.

Нами было показано, что процесс царапания связан с поверхностной энергией кристаллов и что методом царапания можно определить относительные значения поверхностных энергий кристаллов. В 1929 г. (1) нами был предложен метод затухающих колебаний, или метод маятникового склерометра для определения твердости, и было показано, что этот метод тоже может служить для определения поверхностных энергий крупных кристаллов.

Из этого вытекает, что значения твердости по методу царапания, по методу маятникового склерометра и по методу шлифования должны быть связаны между собой.

Если некоторые кристаллы обладают анизотропией твердости по царапанию или по методу затухающих колебаний, то они должны обладать и анизотропией при шлифовании. Повидимому, на это обстоятельство исследователи процесса шлифования не обращали внимания. Возможно, что этим можно объяснить расхождение в результатах различных исследований процесса шлифования металлов и металлических сплавов, особенно таких, кристаллиты которых имеют резко выраженную анизотропию.

Мы воспользовались методом взаимного шлифования (2) для обнаружения анизотропии при износе. Этот метод заключается в том, что два кристалла или поликристалла шлифуются от руки друг по другу с присыпкой какого-нибудь абразива. Если взаимно шлифовать два кристалла, не обладающих анизотропией, то отношение масс сошлифованных слоев не должно зависеть от того, какие движения будет совершать один кристалл относительно другого. Наиболее просто и удобно один кристалл держать неподвижно в одной руке, а другой кристалл — в другой руке, которая совершает круговые движения. Для кристаллов, обладающих анизотропией шлифования, необходимо совершать возвратно-посту-

пательные движения в определенном относительно того и другого кристалла направлении.

В качестве объекта исследования нами были взяты природные кристаллы гипса.

Сернокислый кальций или гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  принадлежит к призматическому классу моноклинной системы (см. рис. 1). Кристалл гипса представляет собой комбинацию второго пинакоида  $\{010\}$ , ромбической призмы третьего рода  $\{110\}$  и ромбической призмы четвертого рода  $\{11\bar{1}\}$ . Он имеет весьма совершенную спайность по  $\{010\}$ , ясную спайность по  $\{11\bar{1}\}$  и несовершенную по  $\{100\}$ .

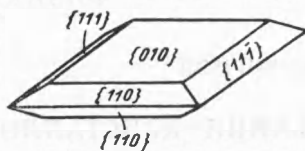


Рис. 1. Кристалл гипса

По методу маятникового склерометра была определена твердость грани пинакоида кристалла гипса по разным направлениям. В качестве острия служила граммофонная игла, вес маятника равнялся 1125 г. Определялось время  $T$  сек. затухания от амплитуды

конца стрелки  $a_1 = 3,0$  см до амплитуды  $a_2 = 2,0$  см. На рис. 2 изображена розетка твердости. Здесь из центра проведены радиусы-векторы, длины которых пропорциональны  $T$ . Числа, поставленные на радиусах, означают  $T$  в секундах. Из рисунка видно, что затухание параллельно грани  $\{11\bar{1}\}$  происходит в 2,56 раза медленнее, чем параллельно грани  $\{110\}$ .

Если взаимно шлифовать два кристалла гипса по одинаковым направлениям, то, так как в этом случае твердости одинаковы, масса  $M_1$  сошлифованного слоя первого кристалла должна равняться сошлифованной массе  $M_2$  второго кристалла:  $M_1/M_2 = 1$ .

Теперь предположим, что по направлению возвратно-поступательного шлифования первый кристалл расположен параллельно 2—2, а второй кристалл параллельно 1—1. Так как твердость по направлению 2—2 больше, чем по направлению 1—1, то второй кристалл будет сошлифовываться меньше, чем первый, и отношение масс сошлифованных масс должно быть  $M_1/M_2 > 1$ . Если же мы поменяем кристаллы местами, то первый кристалл должен сошлифовываться меньше, чем второй, и  $M_1/M_2 < 1$ .

Таблица 1

Направление шлифования	№ 1 1—1, № 2 1—1	№ 1 2—2, № 2 2—2	№ 1 2—2, № 2 1—1	№ 1 3—3, № 2 4—4
$M_1$	0,2330	0,8100	2,2273	0,1375
$M_2$	0,2280	0,7995	0,8135	0,1008
$M_1/M_2$	1,02	1,01	2,64	1,37

сошлифовываться меньше, чем второй, и  $M_1/M_2 < 1$ .

В табл. 1 приведены результаты, полученные при взаимном возвратно-поступательном шлифовании двух кристаллов гипса.

Кристалл гипса от руки взаимно шлифовался с гранью куба кристалла каменной соли по двум направлениям: 1—1 и 2—2. Движение кристалла  $\text{NaCl}$  было возвратно-поступательным. Результаты приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что по направлению 2—2 кристалл гипса сошлифовывается в  $28,1 : 9,55 = 2,94$  раза больше, чем по направлению 1—1.

Был взят кристалл гипса в виде ромбической пластинки, сколотой по плоскости спайности, и укреплен на деревянной доске так, чтобы он

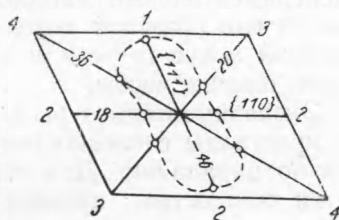


Рис. 2. Розетка твердости для кристалла гипса

не мог сдвигаться при шлифовании. На доске был нарисован круг с делением на градусы (через  $30^\circ$ ) с центром в центре кристалла. Кристалл гипса от руки шлифовался гранью куба кристалла каменной соли, причем совершалось возвратно-поступательное движение по определенному направлению с подсыпкой зеленого карборунда КЗ-100. Через некоторые промежутки времени после начала шлифования кристаллы взвешивались, и определялись отношения сошлифованных масс. Кристалл гипса сошлифовывался больше, чем кристалл NaCl. В табл. 3 приведены значения отношений сошлифованных масс гипса и NaCl для разных направлений

Таблица 2

Направление движения	Износ гипса в г	Износ NaCl в г	Отношение масс
2—2	0,1407	0,0050	28,1
1—1	0,1280	0,0013	9,55

На рис. 3 изображен кристалл гипса, окруженный кругом с делениями. По разным направлениям отложены отношения масс сошлифованных слоев (1) и обратные отношения промежутков времени  $T$  по методу затухающих колебаний (2). Чем меньше  $T$ , тем меньше твердость по маятниковому склерометру и тем больше должно быть отношение сошлифованных масс. Получилось удивительное совпадение розетки взаимного шлифования с розеткой величины обратной твердости.

Таблица 3

	Угол в °					
	0	30	60	90	120	150
$\frac{M \text{ гипса}}{M \text{ NaCl}}$	9,1	7,8	8,6	13,9	18,2	17,5

На анизотропию при шлифовании, повидимому, до сих пор никто не обращал внимания, тогда как даже при исследовании износостойкости металла и сплавов она может оказывать влияние на результаты. Большинство металлов подвергается прокатке, следовательно, в этих металлах должна быть текстура, заключающаяся в том, что кристаллиты имеют определенную ориентацию. Если кристалл данного металла или сплава имеет анизотропию, то небезразлично, как сошлифовывать образец: по направлению прокатки или перпендикулярно этому направлению.

Часть опытов по данной работе проделали Д. А. Михайлова и Н. П. Долженко.

Сибирский физико-технический институт  
при Томском государственном университете  
им. В. В. Куйбышева

Поступило  
29 IV 1952

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. Д. Кузнецов, Журн. прикл. физ., 6, в. 1, 33 (1929). <sup>2</sup> В. Д. Кузнецов, ДАН, 84, № 5 (1952).

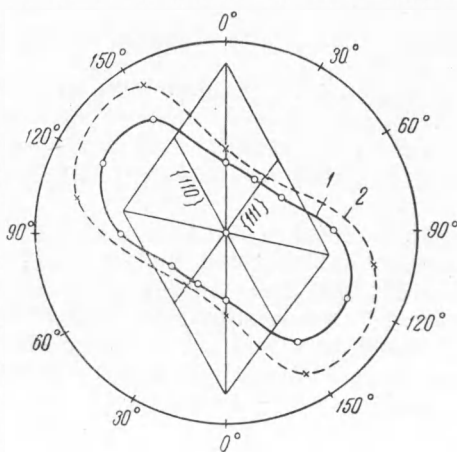


Рис. 3. 1 — розетка отношения сошлифованной массы гипса к массе каменной соли; 2 — розетка величины обратной твердости