

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д. П. ОРЛОВ и Г. И. ЛОГГИНОВ

ВЫНОСЛИВОСТЬ КРИСТАЛЛОВ ГИПСА И СЛЮДЫ  
ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ КРУЧЕНИИ

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 17 XI 1949)

П. А. Ребиндером и его школой <sup>(1)</sup> разработаны физико-химические основы влияния внешней среды на свойства твердых тел в процессах деформации и развиваются теоретические представления о механизме действия веществ, адсорбирующихся из этой среды на поверхности твердых тел.

Влияние поверхностно-активных веществ на деформацию кручения под действием знакопеременных напряжений изучалось, главным образом, на металлах <sup>(2)</sup>. В настоящей работе излагаются результаты исследования влияния некоторых факторов, в особенности внешней среды, на выносливость кристаллов гипса и слюды, резко отличающихся друг от друга по механическим свойствам.

Образцы гипса и слюды готовились в виде прямоугольных пластинок так, чтобы ось кручения лежала в плоскости совершенной спайности всегда по одному и тому же кристаллографическому направлению. Все опыты проводились на крутильном приборе обычного типа с наперед задаваемым относительным углом кручения  $\varphi/l$ . Как в усталостных явлениях, наблюдаемых в металлах <sup>(3)</sup>, выносливость неметаллических кристаллов существенным образом зависит от толщины образца, амплитуды и частоты колебаний, условий отдыха и природы внешней среды.

Обнаруживается, что выносливость гипса в исследованном интервале толщины 0,8—2 мм резко падает с увеличением толщины, как это показано на рис. 1, от  $5,3 \cdot 10^3$  до  $1,0 \cdot 10^3$  циклов в воде и от  $3,0 \cdot 10^3$  до  $0,6 \cdot 10^3$  циклов в 6% водном растворе  $\text{CaCl}_2$  при  $(\varphi/l)_{\text{max}} = 25$  мин/см и частоте  $n \approx 250$  колебаний/мин.

На рис. 2 показано, что выносливость слюды с увеличением толщины образцов от 0,05 до 0,4 мм, в противоположность гипсу, повышается, соответственно, от 960 до 3000 циклов при той же частоте и при  $(\varphi/l)_{\text{max}} = 9$  град/см в воде и от 350 до 1650 циклов в насыщенном (2,7%) водном растворе изо-амилового спирта.

Для объяснения такого неожиданного различия во влиянии толщины на выносливость гипса и слюды необходимо накопление дополнительного экспериментального материала. Однако уже теперь можно пола-

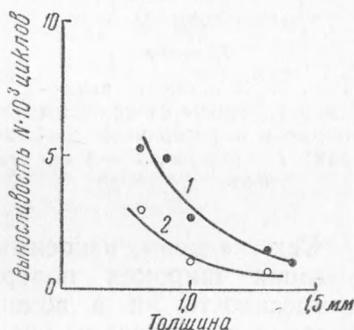


Рис. 1. Зависимость выносливости гипса от толщины образца в различных средах: 1 — в воде; 2 — в 6% растворе  $\text{CaCl}_2$

гать, что причина столь различного поведения образцов гипса и слюды заключается в различии характера их разрушения. У слюды расслаивание образцов по плоскостям совершенной спайности начинается после нескольких десятков циклов кручения и разрушение каждой из образующихся отдельных пластинок происходит особо и почти всегда в разное время. Образцы гипса, наоборот, сохраняют свою целостность почти до конца опыта и расслаивание их обычно является предвестником разрушения всего образца.

Ввиду значительных затруднений в подборе одинаковых параметров образцов — длины, толщины, ширины, а также равноценности их по качеству, мы проводили сравнительные измерения выносливости, предварительно деля каждый образец на 3—4 равные части и испытывая каждую из них в зависимости от влияния того или иного фактора. Как общее правило, выносливость гипса и слюды, как и для металлов (4), убывает с возрастанием частоты. Однако следует еще выяснять, влияет ли только основная частота колебаний или же выносливость понижается также и в связи с усилением вибраций, возникающих в приборе при знакопеременном кручении.

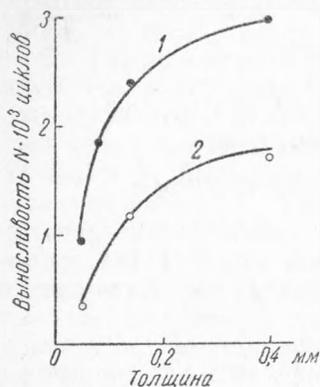


Рис. 2. Зависимость выносливости слюды от толщины образца в различных средах: 1 — в воде, 2 — в активном растворе

С увеличением угла кручения выносливость кристаллов всегда понижается. Весьма характерно, что состояние внешней поверхности для обоого рода кристаллов не играет решающей роли в явлениях усталости, в противоположность тому, что установлено для металлов (5).

Так, надрезы, наносимые на боковых поверхностях, или процарапывания широких поверхностей образцов не влияют заметно на выносливость ни в водной, ни в активной среде. Причина этого явления заключается, очевидно, в следующем: боковые поверхности, по которым вырезывается кристалл, представляют собой сплошную зону трещиноватости, особенно далеко заходящую в глубь образца по «слабым» местам, тогда как плоскости спайности являются идеально гладкими. Ввиду этого надрезы на боковых поверхностях редко приходятся на самое опасное место, возникающее в процессе приготовления образца, и потому не влияют на выносливость. Процарапывание же плоскостей спайности не создает глубоко уходящих внутрь объема повреждений. Эти повреждения не могут развиваться при наложении напряжений и тем самым ускорять разрушение образца вследствие способности кристаллов слюды расслаиваться при кручении по плоскостям, лежащим нормально к создаваемым напряжениям.

Благодаря прозрачности кристаллов можно визуально наблюдать в процессе кручения зарождение системы весьма коротких трещинок, образующих в гипсе подобие матового пятнышка. Современем из этого пятнышка, возникающего обычно внутри образца, часто вблизи середины его, развивается пучок волнистых трещинок, расходящихся в разные стороны и приводящих к разрыву образца.

Основное внимание было уделено изучению влияния внешней среды и активных добавок к ней. С этой целью пластинки из гипса подвергались кручению в воздухе, воде как чистой, так и насыщенной растворенным в ней гипсом, с целью устранения возможного упрочнения в результате обновления поверхности, как это наблюдалось в опытах А. Ф. Иоффе и сотрудников (6) с каменной солью, а также в водном растворе хлористого кальция, активное действие которого

было установлено ранее (7). Оказалось, что различие во влиянии на выносливость гипса чистой воды и насыщенного водного раствора гипса не выходит за пределы ошибок опытов. Это указывает на адсорбционный характер действия воды, понижающей выносливость образцов в 2 раза по сравнению с атмосферным воздухом.

В табл. 1 приведены средние значения выносливости гипса в указанных средах.

Таблица 1

Влияние внешней среды на выносливость гипса

Внешняя среда	Толщина в мм	Относит. угол кручения $\varphi/l$ град/см	Частота колеб./мин.	Выноси- вость в циклах	Понижение выносливости в %
Воздух . . . . .	1,3	25	180	3600	—
Вода, вода насыщен. $\text{CaSO}_4$ . . . . .	1,3	25	150	1600	55
6% водный раствор $\text{CaCl}_2$ . . . . .	1,3	25	160	1100	70

В опытах со слюдой различие в выносливости на воздухе и в воде несколько меньше, чем у гипса. В качестве активной среды исследовался насыщенный водный раствор изо-амилового спирта, на основании предыдущих работ одного из авторов (8). В табл. 2 приводятся средние результаты большого числа опытов по определению выносливости слюды в указанных средах.

Таблица 2

Влияние внешней среды на выносливость слюды

№ серии опытов	Внешняя среда	Толщина в мм	Относит. угол кручения $\varphi/l$ град/см	Частота колеб./мин.	Выноси- вость в циклах	Понижение выносливости в %
1	Вода . . . . .	0,4	9°10'	240	3000	—
	Активный раствор . . . . .	0,4	9°10'	260	1500	50
2	Вода . . . . .	0,14	5°20'	210	2400	—
	Активный раствор . . . . .	0,14	5°20'	220	1150	52
3	Вода . . . . .	0,05	4°50'	180	960	0
	Активный раствор . . . . .	0,05	4°50'	160	370	61

Выносливость исследованных кристаллов, как это видно из табл. 1 и 2, существенно зависит от среды и при добавлении к воде адсорбирующегося вещества уменьшается в два раза и более.

Институт физической химии  
Академии наук СССР и  
Куйбышевский государственный  
педагогический институт  
им. В. В. Куйбышева

Поступило  
12 X 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> П. А. Ребиндер, Юбил. сборн. АН СССР, посв. 30-летию Великой Октябрьской Революции, 1947. <sup>2</sup> Ш. Я. Коровский, ДАН, 59, № 8 (1948); П. Д. Новокрещенов, Н. Е. Маркова и П. А. Ребиндер, ДАН, 68, № 3 (1949). <sup>3</sup> В. А. Кирпичев, Вестн. об-ва технологов, 51 (1914); Ф. Ф. Витман, Н. Н. Давиденков и П. С. Сахаров, ЖТФ, 5, 418 (1935); Н. И. Афанасьев, ЖТФ, 10, № 19 (1940); 14, № 10—11 (1944). <sup>4</sup> М. А. Воропаев, Вестник об-ва технологов, 21, № 19 (1914). <sup>5</sup> И. В. Кудрявцев, М. М. Саверин и А. В. Рябченко, Методы поверхностного упрочнения деталей машин, 1949. <sup>6</sup> А. Ф. Иоффе, М. В. Кирпичева и М. А. Левитская, ЖРФХО, 56, 495 (1924). <sup>7</sup> Г. И. Логгинов и М. П. Элинзон, Сборн. Материалы и конструкции, № 2 (1948). <sup>8</sup> Г. И. Логгинов, ЖТФ, 8, в. 21 (1938); П. А. Ребиндер и Г. И. Логгинов, ДАН, 30, № 6 (1941).