

Б. Б. ГУЛЯЕВ

## ПЕРИОДИЧНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОСТЫХ ТЕЛ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 14 XII 1949)

Периодическая система элементов Менделеева является основой для обобщения всех химических и физических свойств простых тел. Недавно В. И. Лебедев<sup>(1)</sup> обобщил на ее основе данные о тепловых свойствах и плотности.

Предлагаемое сообщение посвящено систематизации данных о механических свойствах простых тел на основе таблицы Менделеева.

Одной из первых попыток в этом направлении была работа Ридберга<sup>(2)</sup>, рассматривавшая вопрос о твердости. А. П. Курдюмов<sup>(3)</sup>, оценивая ее результаты, писал: "Числа, указанные Ридбергом для некоторых элементов, мало того что сомнительны, но просто кажутся совершенно произвольными... Это не делает намеченную задачу менее интересной и — несомненно — новые методы исследования, дающие более точные и сравнимые результаты, побудят вновь заняться этим вопросом".

В настоящее время мы располагаем гораздо большим фактическим материалом, хотя некоторые редкие элементы не изучены до сих пор. Данные по механическим свойствам чистых веществ собраны в монографии А. Буркхардта<sup>(4)</sup>, которая, наряду со справочником „Свойства металлов и сплавов“<sup>(5)</sup>, послужила для автора основным источником фактических данных.

Наиболее четкой характеристикой механических свойств тел является предел прочности при испытании на разрыв. На рис. 1 представлена зависимость между пределом прочности и твердостью по Мосу и по Бринелю, построенным по данным параллельных испытаний для ряда простых тел в отожженном состоянии.

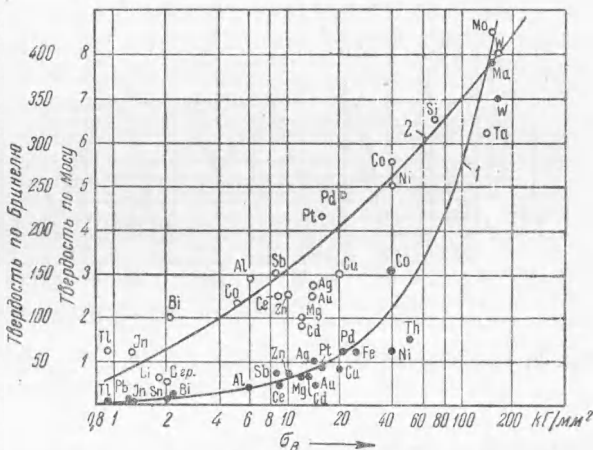


Рис. 1. 2 — зависимость между пределом прочности и твердостью простых тел в отожженном состоянии. Кривая 1 соответствует ур-нию (1). \* — твердость по Бринелю, ○ — твердость по Мосу

Как известно, твердость по Бринелю определяется равенством:

$$\sigma_B = 0,35 H_{Br}, \quad (1)$$

где  $\sigma_B$  — предел прочности,  $H_{Br}$  — твердость по Бринелю.

Очевидно, что эта зависимость имеет весьма общий характер. Кривые рис. 1 позволяют включить в общую систему данные по редким и хрупким телам, для которых измерялась только твердость.

На рис. 2 представлены данные о пределе прочности, относительном удлинении при разрыве и модуле упругости простых тел в отожженном состоянии при комнатной температуре в функции от номера

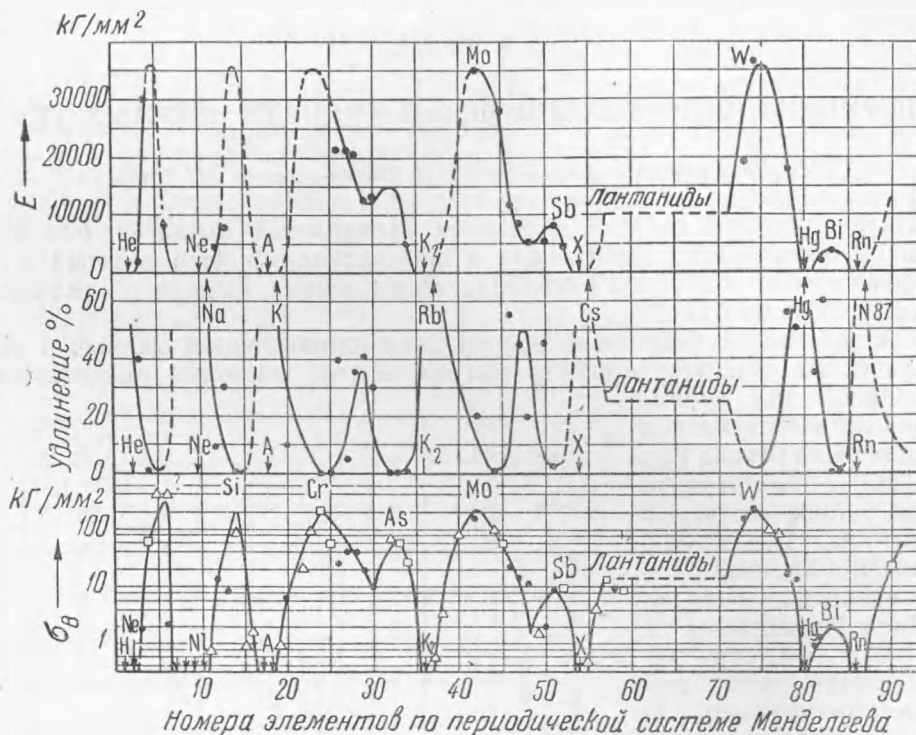


Рис. 2. Периодичность механических свойств простых тел в отожженном состоянии при комнатной температуре

элемента в системе Менделеева. Цифры, полученные пересчетом с твердости для хрупких тел, характеризуют их „потенциальную“ прочность, которая может быть реализована только в идеальных условиях испытания.

Рис. 2 демонстрирует сложную, но вполне определенную зависимость механических свойств от положения элемента в периодической системе или строения внешних электронных оболочек атомов. У кривых предела прочности и модуля упругости наблюдается совпадение положения максимумов и минимумов.

Короткие периоды имеют по одному максимуму, длинные — по два. Максимумы на кривых прочности приблизительно соответствуют минимумам на кривых пластичности, и наоборот, хотя для переходных элементов наблюдаются некоторые смещения. Максимумы прочности падают на середины периодов и относятся к элементам, имеющим наименее симметричное строение внешних оболочек.

Механические свойства каждого простого тела могут колебаться в сравнительно широких пределах в зависимости от технологии по-

лучения материала и условий испытания образца, однако, переходя от одного простого тела к другому, мы получаем различные порядки величин. Этим объясняется получение закономерных зависимостей при сопоставлении на первый взгляд разнородных данных.

Расчет прочности на основе теории взаимодействия атомов в решетке приводит, как известно, к зависимости:

$$\sigma_B = nE, \quad (2)$$

где  $E$  — модуль упругости,  $n$  — коэффициент, имеющий порядок величины 0,5.

На рис. 3 сопоставлены фактические соотношения между прочностью и упругостью по данным рис. 2 и кривая, полученная расчетом по ур-нию (2). Как видно из рис. 3, фактические данные укладываются в зависимость, не только количественно, но и качественно резко отличающуюся от расчетной.

Таким образом, сопоставление опытных данных показывает, что механические свойства реальных простых тел определяются типом внешней электронной оболочки их атомов, т. е. их положением в периодической системе элементов Менделеева.

Поступило  
9 VI 1939

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. И. Лебедев, ДАН, 63, № 5, № 6 (1948). <sup>2</sup> J. R. Rydberg, Zs. phys. Chem., 33, 353 (1900). <sup>3</sup> А. П. Курдюмов, Монография о медно-цинковых сплавах, СПб, 1904. <sup>4</sup> А. Буркхардт, Механические и технологические свойства чистых металлов, 1931. <sup>5</sup> Свойства металлов и сплавов. Metallurgizdat, 1949.

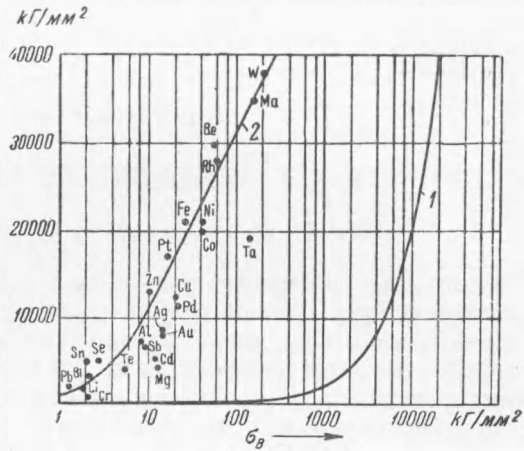


Рис. 3. 2 — зависимость предела прочности от модуля упругости простых тел. Кривая 1 соответствует ур-нию (2) ( $n = 0,5$ )