

ВЛИЯНИЕ НАГРУЗКИ И СПОСОБА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОБРАЗЦОВ НА ИЗМЕРЯЕМУЮ ТВЕРДОСТЬ ЛАТУНИ ЛС-59-1

В. И. КАРНОВ

(Представлена научным семинаром кафедры станков и резания металлов)

Испытание твердости по способу Бринеля было стандартизовано в 1924 г. Предлагалось для измерения твердости независимо от механических свойств испытуемого материала придерживаться отношения $\frac{d}{D} = 0,25-0,6$, где d — диаметр отпечатка, D — диаметр шарика.

При значениях этого отношения больше чем 0,6 результаты измерения получаются неудовлетворительными. Предлагалось также делать отпечатки 10 мм стальным шариком при нагрузке в 500 кг для мягких металлов и в 3000 кг — для твердых. Но такая рекомендация совершенно недостаточна для экспериментатора, стоящего перед вопросом: к какой степени твердости отнести данный металл. По Британским техническим условиям следует пользоваться следующей таблицей [1]:

Первоначально мы считали, что твердость латуни ЛС-59-1, замеренная при нагрузке в 3000 кг, равна $H_B = 110-115$ кг/мм². Твердость, полученная при нагрузке 500 кг, оказалась равной $H_B = 80-85$ кг/мм². Несмотря на то, что при определении твердости мы придерживались рекомендуемых значений $\frac{d}{D} \leq$

Группа металла	$\frac{P}{D^2}$	Интервалы чисел твердости
1. Сталь и металлы подобной твердости	30	120—150
2. Медные сплавы	10	
3. Медь	5	25—50
4. Свинец и олово	1	4—25

0,6, разница получилась очень большой.

Каждой ли нагрузке соответствует своя определенная твердость, или какие-то интервалы можно сгруппировать с достаточной точностью? С этой целью были проведены опыты по измерению твердости латуни на прессе Бринеля с различными нагрузками для вдавливаемых шариков диаметром 5 и 10 мм. Результаты зависимости твердости от нагрузки приведены в табл. 1 для шарика диаметром 5 мм и в табл. 2 для диаметра 10 мм. Наглядное представление этой зависимости дают кривые на рис. 1.

Для шарика диаметром 5 мм при увеличении нагрузки до 500 кг, а для шарика диаметром 10 мм до 1000 кг твердость практически одинакова, затем с ростом нагрузки она повышается. Вообще, кривая, характеризующая изменение твердости в зависимости от нагрузки, не мо-

жет подниматься безгранично. Существует некоторый предел, когда шарик вдавится в образец до своего экватора, т. е. когда $d = D$. Зависимость числовых выражений твердости для данного образца и данного шарика от нагрузки можно объяснить тем, что условие геометрического подобия при испытании по способу Бринеля не выполняется.

Принцип подобия был сформулирован впервые Томпсоном и затем окончательно сформулирован Барром. «Подобные тела из однородного

Таблица 1

Таблица 2

P кг	$d_{\text{отп}}$ мм	$H_B \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	$\frac{P}{D^2}$	$\frac{P}{d^2}$	P кг	$d_{\text{отп}}$ мм	$H_B \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	$\frac{P}{D^2}$	$\frac{P}{d^2}$
187,5	1,70	79,5	7,5	65,0	250,0	2,0	79,0	2,5	62,5
250,0	2,0	80,0	10,0	62,5	500,0	2,8	79,6	5,0	64,0
500,0	2,7	79,5	20,0	68,5	1000,0	3,9	80,4	10,0	66,0
750,0	3,2	84,0	30,0	73,5	1500,0	4,6	85,2	15,0	71,0
1000,0	3,5	90,0	40,0	82,0	2000,0	5,1	91,0	20,0	77,0
1250,0	3,75	95,0	50,0	89,5	3000,0	5,65	109,0	30,0	94,0
1500,0	3,90	102,0	60,0	98,5					

материала при приложении одинаковой по величине и направлению нагрузки деформируются в одинаковой степени, как в пределах, так и за

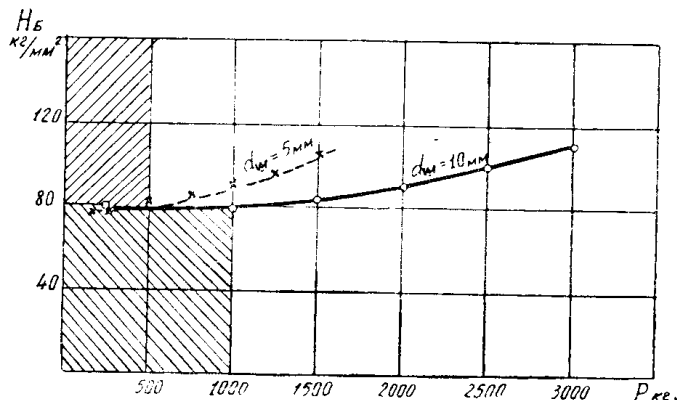


Рис. 1

пределами упругости, пропорционально квадрату их линейных размеров». Из принципа подобия вытекают следствия:

1. Полученные результаты не могут быть сравнимы, если геометрически подобные отпечатки сделаны при различных условиях вдавливания.

2. Нагрузки для получения подобных отпечатков должны быть пропорциональны квадрату линейных размеров отпечатков, т. е. должно выполняться следующее условие:

$$\frac{P_1}{d_1^2} = \frac{P_2}{d_2^2} = \dots = \frac{P}{d^2} \quad \text{или} \quad \frac{P_1}{D_1^2} = \frac{P_2}{D_2^2} = \dots = \frac{P}{D^2}.$$

Твердость данного образца при данном шарике (рис. 2, б) неизбежно меняется от нагрузки, а при данной нагрузке изменяется при применении шариков различных размеров (рис. 2, в). Отпечатки счи-

таются геометрически подобными, если поверхность каждого из них ограничивается одинаковыми так называемыми углами вдавливания φ . Числовые выражения твердости можно сравнивать только в случае получения отпечатков с одинаковыми углами вдавливания (рис. 2, а).

При определении микротвердости боковой поверхности зоны резания нужно было решить вопрос о снятии наклепанного слоя. Известно, что при измерении твердости вдавливаемым наконечником конической формы или пирамидой вследствие подобных отпечатков твердость не должна зависеть от прилагаемой нагрузки. Наличие наклепанного слоя приводит к тому, что с уменьшением нагрузки на индентор твердость возрастает. Для снятия наклепанного слоя использовалось три метода. Во-первых, был испытан метод тщательной шлифовки и полировки боковой поверхности образца. Конечной операцией другого метода была электрополировка, и, наконец, был испытан метод химического травления реактивом следующего химического состава [2]: H_2SO_4 —50%, HNO_3 —36%, H_3PO_4 —14%.

Результаты всех трех методов при измерении твердости на приборе Виккерса приведены в следующей таблице.

Из приведенной таблицы видно, что электрополировка почти не снимает наклепанного слоя и только химическое травление приводит к желаемому результату. Это положение подтвердилось и при измерении твердости на приборе ПМТ-3.

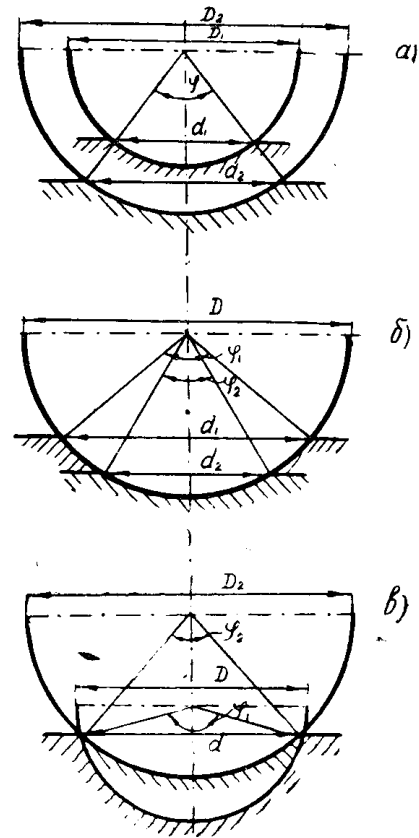


Рис. 2.

Метод приготовления образца	Нагрузка в кг			
	5	10	20	30
1. Шлифовка с полировкой на сукне	93,4	89,6	86,5	81,7
2. Электрополировка	90,5	88,0	86,0	82,2
3. Химическое травление	82,6	82,2	82,6	81,5

ЛИТЕРАТУРА

1. Онейль. Твердость металлов и ее измерение. Г. Н. Т. И., 1940.
2. П. В. Щиголов. Электролитическое и химическое полирование металлов. Изд-во АН СССР, М., 1955.