

О КОЭФФИЦИЕНТЕ ТРЕНИЯ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ УДАРЕ

В настоящей работе для выявления изменения коэффициента трения при высокоскоростном деформировании использован пластический удар плоского образца.

Составной призматический образец, между половинками которого в плоскости симметрии устанавливалась тонкая пластинка того же материала с нанесенной на нее координатной сеткой, деформировался в штампе для плоской деформации. Регистрировалась сдвиговая деформация, характеризующаяся углом сдвига  $\gamma_{xy}$ .

Используя метод независимости действия сил определялось напряжение сдвига  $\tau_{xy}$ , которое в соответствии с [1] может быть представлено уравнением

$$\tau_{xy} = G' \gamma_{xy}, \quad (1)$$

где  $G'$  - модуль деформации второго рода.

Далее определялся истинный коэффициент трения, который, как указано в работе [2], называется отношением сдвигающего напряжения  $\tau_k$  в точке контактной поверхности к максимальному сдвигающему напряжению  $\tau_{max}$ , действующему в этой точке, т.е.

$$\mu = \frac{\tau_k}{\tau_{max}}. \quad (2)$$

Если в точку контактной поверхности принять особую точку, то

$$\mu = \frac{\tau_k}{K}, \quad (3)$$

где  $2K = \sigma_s$  - предел текучести.

Очевидно, что в любой точке контактной поверхности образца шириной  $2B$  без учета упрочнения вдоль этой поверхности

$$\mu = \tilde{\tau}_k \frac{B}{\chi K}. \quad (4)$$

Используя зависимость между напряжениями и деформациями (I), истинный коэффициент трения может быть выражен как

$$\mu = \frac{G' \gamma_k}{G' \gamma_{\max}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_{\max}} \quad (5)$$

Полагая, что  $\gamma_{\max}$  для данного материала есть величина постоянная, изменение коэффициента трения в зависимости от скорости деформирования может быть выражено отношением

$$\frac{\mu_{\text{дин}}}{\mu_{\text{ст}}} = \frac{\gamma_k \text{ дин}}{\gamma_k \text{ ст.}} \quad (6)$$

где  $\mu_{\text{дин}}$ ;  $\mu_{\text{ст}}$  - коэффициенты трения при ударе и статическом деформировании;

$\gamma_k \text{ дин}$ ;  $\gamma_k \text{ ст.}$  - углы сдвига в соответствующих точках координатной сетки при ударе и статическом деформировании.

Для определения угла сдвига при ударе деформировались два образца с одной и той же скоростью. Один из образцов деформировался гладкой, другой - шероховатой плитой. Методом зеркального построения измерялись сдвиговые деформации вблизи контактной поверхности  $\gamma_{xy}^I$  у образцов, деформированных гладкой плитой, и  $\gamma_{xy}^II$  - шероховатой. Истинная сдвиговая деформация при ударе о шероховатую плиту определялась как

$$\gamma_k \text{ дин} = \gamma_{xy}^I - \gamma_{xy}^II \quad (7)$$

Статическая деформация образца проводилась в том же штампе осадкой одной шероховатой плитой. Общая степень деформации при осадке равнялась удвоенной степени деформации при ударе, что в обоих случаях соответствовало равной степени деформации при контактного слоя. Замерялся угол сдвига в соответствующих точках слоя  $\gamma_k \text{ ст.}$  В таблице I приведены значения углов сдвига и отношение коэффициентов трения при ударе и статическом деформировании в точках контактной поверхности деформированных свинцовых образцов, расположенных на расстоянии 2 мм друг от друга от оси до боковой поверхности.

Т а б л и ц а I

Значение углов сдвига в точках контактной поверхности при динамическом и статическом деформировании

Углы сдвига и отношение коэффициентов трения	Точки контактной поверхности						
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я
$\gamma_k$ дин ряд	0,062	0,176	0,255	0,360	0,440	0,545	0,562
$\gamma_{ст}$ ст ряд	0,044	0,115	0,167	0,220	0,324	0,342	0,360
$\frac{\mu}{\mu_{ст}}$ дин ст	1,4	1,5	1,52	1,63	1,35	1,58	1,55

Материал образцов - свинец марки С I, размеры сечения  $28 \times H = 30 \times 30$  мм. Начальная скорость удара - 27 м/сек, скорость статического деформирования - 10 мм/мин.

Как видно из таблицы, динамический коэффициент трения выше статического. Действительно, коэффициент трения есть физическая константа двух соприкасающихся поверхностей. Всякие изменения коэффициента трения могут быть вызваны изменением свойств контактируемых поверхностей. Очевидно, в данном случае при ударе произошел нагрев контактной поверхности, что привело к изменению свойств свинца и почти не отразилось на стальной нагретой плите. Повышение температуры привело к увеличению коэффициента трения.

#### Л и т е р а т у р а

1. С т о р о ж е в М.В. П о п о в Е.А. Теория обработки металлов давлением. М., Машгиз, 1957.

2. М а к у ш о к Е.М., М а т у с е в и ч А.Е., С ъ е р д е н к о В.П., С е г а л В.М. Теоретические основыковки и горячей объемной штамповки. Минск, "Наука и техника", 1968.