

ВЛИЯНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ СИЛ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОСАДКЕ СВИНЦА

В.А.Чайка, И.Н.Мехед, Е.И.Вербицкий

В последнее время ударные методы обработки металлов получают широкое распространение в технике. При этом в обрабатываемых объемах из-за больших скоростей инструмента и малого времени протекания всего процесса возникают значительные инерционные силы. При высокоскоростной обработке металлов и сплавов, находящихся в пластичном состоянии, инерционные силы способны к самостоятельному деформированию.

В теоретических исследованиях высокоскоростных методов обработки инерционные силы учитываются [1], однако экспериментальных работ по их влиянию на технологические процессы мало. Вместе с тем инерционные силы усложняют картину пластического течения и затрудняют расчет технологических параметров высокоскоростных процессов [2].

Целью настоящей работы явилось исследование влияния инерционных сил на деформирование при свободной осадке.

В качестве материала для исследования был выбран свинец - пластичный неупрочняющийся при комнатных температурах материал с большой массовой плотностью. Образцы высотой в 30 и 40 мм изготавливались из свинцового прутка, полученного выдавливанием через калиброванное отверстие матрицы ϕ 20 мм. Опыты производились в штампе, детали которого были изготовлены из стали марки 45 и термообработаны.

Ударное воздействие на образец, помещенный в штамп, производилось бойком на пороховом копре [3]. Скорость удара варьировалась в пределах от 4 до 55 м/сек.

Методика постановки экспериментов была следующей: деформирование образца производилось под воздействием ударного приложения сил по схеме, представленной на рис. 1. При этом объем металла свинцового образца 2 высотой H_0 пластически деформировался. Энергия деформирующего бойка 1 значительно превышала энергию, потребную для этой деформации, в результате чего к концу осадки деформированный

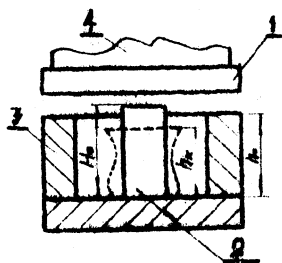


Рис. 1.

Схема опыта: 1 - боек;
2 - свинцовый образец;
3 - штамп; 4 - алюми-
ниевый демпфер.

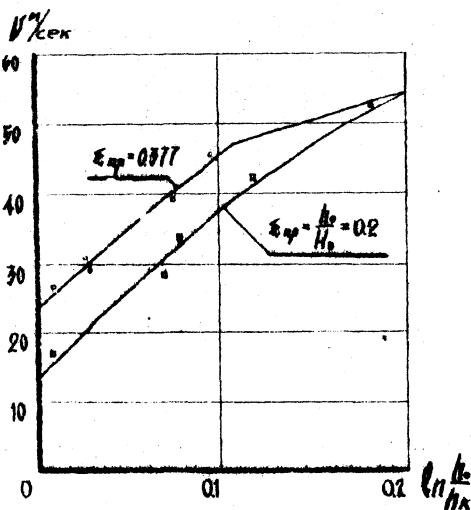


Рис. 2.

Экспериментальная зависимость между скоростью удара и относительной степенью деформации, полученной под воздействием инерционных сил.

объем приобретал скорость деформации, равную скорости удара. После жесткого удара бойка о поверхность штампа 3, началась деформация свинцового образца под воздействием инерционных сил. Гашение избыточной энергии бойка после наложения на него жестких связей производилось алюминиевым демпфером 4, предусмотренным в конструкции бойка.

После деформации образцы замерялись по высоте с точностью до 0,1 мм.

Скорость удара определялась по осциллограммам ударного процесса. На фотопленку одновременно подавался сигнал от контактов, которые замыкались бойком и от генератора высокой частоты. База между контактами была равна 20 мм: частота генератора 10000 герц. В опытах задавалась предварительная степень деформации $h_0/H_0 = \epsilon_{пр}$, равная 0,2; 0,34 и 0,377.

В результате проведенных экспериментов удалось установить, что

при высокоскоростной осадке свинца происходит интенсивное деформирование образцов под действием инерционных сил. Наибольшая относительная степень деформации ($\frac{h_{\text{н}}}{h_0}$), полученная под воздействием указанных сил в наших опытах, составляла 18,6%.

При анализе графика (рис. 2), на котором показана экспериментальная зависимость между скоростью удара и относительной степенью деформации, полученной под воздействием инерционных сил, выраженной в $\ln \frac{h_{\text{н}}}{h_0}$, можно установить, что при скоростях удара ниже 16 м/сек инерционные силы настолько незначительно деформируют образец, что ими можно пренебречь. Из графика видно, что чем больше предварительная скоростная деформация, тем меньше проявляют себя инерционные силы, что говорит об увеличении сопротивления деформированию. Это повышение, по-видимому, следует объяснить упрочнением свинца при скоростном деформировании с одной стороны и невозможностью полного протекания разупрочняющих процессов в столь короткий промежуток ударной деформации с другой стороны. Такое положение, как видно из графика, подчиняется определенным закономерностям (о чем говорит параллельность кривых на участке малых степеней деформации) при условии того, что температура деформируемого объекта сохраняется постоянной. Вместе с тем высокими скоростями удара в сочетании с большими предварительными деформациями дает тепловой эффект, в результате которого более интенсивно происходят разупрочняющие процессы в образце.

Если предположить, что энергия, вносимая в образец пропорциональна массе, равной $F_0 (H_0 - h_0)$ и квадрату скорости удара, и что эта энергия полностью идет на деформацию образца, тогда можно оценить степень повышения сопротивления деформированию, поскольку при осадке работа деформации пропорциональна сопротивлению, указанному выше, деформируемому объему и относительной деформации. Учитывая эти допущения, были произведены расчеты и получены данные по изменению отношения сопротивления деформированию при ударной и статической осадках в зависимости от степени предварительной скоростной деформации при скорости удара 40 м/сек (табл. I).

При высокоскоростной осадке свинца было обнаружено, что при скоростях, превышающих 50 м/сек. на боковой поверхности образцов вблизи плоскости удара появляются трещины.

Нарушение сплошности материала свинцовых образцов при таких скоростях указывает на то, что при свободной осадке скорости удара не должны превышать 50 м/сек.

Т а б л и ц а I

| $\epsilon_{пр}$ | $\sigma_d / \sigma_{ст}$ |
|-----------------|--------------------------|
| 0,2 | 1,3 |
| 0,34 | 3,0 |
| 0,377 | 3,6 |

σ_d - сопротивление деформированию при ударе;

$\sigma_{ст}$ - сопротивление деформированию при статической осадке;

$\epsilon_{пр}$ - степень предварительной деформации при скоростной осадке.

В ы в о д ы

1. Экспериментально исследована зависимость пластических деформаций свинцовых образцов под действием инерционных сил.
2. Определен практический интервал скорости удара при деформации свинца, в котором необходимо учитывать инерционные силы.
3. Рассчитан динамический коэффициент при деформации свинца со скоростью удара 40 м/сек при различных предварительных степенях деформации.

Л и т е р а т у р а

1. В. Г о л ь д с м и т . Удар. Стройиздат. М., 1965.
2. В. П. С е в е р д е н к о , Е. И. В е р б и ц к и й , И. Н. М е х е д , В. А. Ч а й к а . Распределение деформаций при высокоскоростной осадке. "Пластичность и обработка давлением". Минск, 1968.
3. Е. И. В е р б и ц к и й и др. Копер взрывного действия для высокоскоростной деформации металлов. Сб. БПИ, № 2, 1967.