

**В.П.Пукалов, В.В. Пукалов, доц., канд.техн наук, Ф.И. Златопольский, проф.,
канд. техн. наук**

Кировоградский национальный технический университет.

Влияние контактного трения и начальных размеров на неравномерность деформации металла при осадке сплошных осесимметричных тел

Приведены результаты исследования влияния контактного трения и начальных размеров образцов на неравномерность деформации металла при осадке сплошных осесимметричных тел. Результаты могут быть использованы в расчетах технологических процессов горячей штамповки и в учебном процессе

неравномерность деформации, осесимметричное тело, осадка, контактное трение, форма заготовки

Неравномерность деформации металла при осадке между плоскими шероховатыми плитами зависит от химической, физической и структурной однородности, что особенно сильно сказывается при деформации литого металла, неравномерного нагрева заготовок и ряда других факторов.

В данной работе приведены результаты исследования влияния контактного трения на неравномерность деформации металла при осадке сплошных осесимметричных тел.

Работа выполнена на гидропрессе с использованием свинцовых образцов с начальным размерам: диаметр – $d_0 = 30 \text{ мм}$, высота – $h_0 = 30; 40 \text{ и } 60 \text{ мм}$. Всего было три группы образцов с различными соотношениями $d_0/h_0 = 1,0; 0,75; \text{ и } 0,5$ (таблица 1). Образцы осаживали между плоскими шероховатыми плитами с различными значениями коэффициента контактного трения. Для точного фиксирования обжатия образцов использовали мерные плиты – упоры. Поверхность осадочных плит очистили ацетоном от смазки и загрязнения.

Влияние контактного трения на неоднородность деформации изучали при условии неизменности остальных факторов влияющих на указанный параметр. Последнее достигается постановкой опытов на одинаковых цилиндрических образцах с одинаковыми соотношением начальных размеров d_0/h_0 , с постоянной степенью деформации, скорости деформирования металла и других показателей.

На торцевые поверхности образцов нанесли концентрические окружности диаметром: $D = 25; 20; 15 \text{ и } 10 \text{ мм}$.

Изменение коэффициента трения f на границе контакта металла с инструментом достигается применением осадочных плит с различным состоянием поверхности:

- поверхность чистая без смазки, $f = 0,28$;
- поверхность смазанная машинным маслом, $f = 0,10$;
- поверхность натерта канифолью, $f = 0,50$.

Форму исходных заготовок количественно оценивали отношением площади контактной поверхности F_k к площади свободной от контакта S :

$$\frac{F_k}{S} = \frac{2\pi \left(\frac{d_0}{2}\right)^2}{\pi \cdot d_0 \cdot h_0} \quad (1)$$

или

$$\frac{F_k}{S} = \frac{d_0}{h_0} \quad (2)$$

Очевидно, что с уменьшением высоты заготовки отношение F_k/S увеличивается, так как d_0/h_0 возрастает и наоборот, с увеличением высоты образца влияние контактной поверхности, следовательно, и сил трения падает, т.е. чем меньше F_k/S или d_0/h_0 , тем равномернее деформация.

Влияние контактного трения на неоднородность течения металла количественно оценивали величиной бочкообразности $C = d_3 - d_2$ и радиальными перемещениями u_{p1} , u_{p2} , u_{p3} (рис. 1).

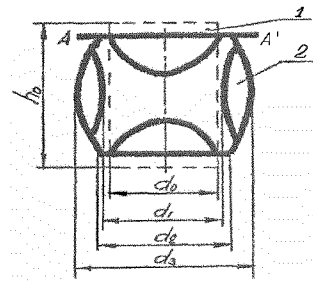


Рисунок 1 – Заготовка до (1) и после (2) осадки

Тут $u_{p1} = (d_0 - d_1)/2$ – радиальное перемещение за счет скольжения металла по поверхности осаживаемой заготовки;

$u_{p2} = (d_2 - d_1)/2$ – часть радиального перемещения за счет перехода металла с боковой грани на контактную поверхность;

$u_{p3} = (d_3 - d_1)/2$ – часть радиального перемещения за счет бочкообразования.

Здесь d_0 , d_1 , d_2 , d_3 – диаметры зон заготовок, соответственно: начальной, скольжения, максимальной.

Результаты исследования, приведены в таблице 1 и представленные на рис.2 – 4.

Таблица 1 – Исходные и экспериментальные данные

Номер		$\frac{d_0}{h_0}$	d_1	d_2	d_3	C	u_{p1}	u_{p2}	u_{p3}	f
группы	образца	мм								
I	1	1,0	33	37,8	40,5	2,7	1,5	2,40	3,75	0,28
	2	0,75	28,6	39	43,7	4,7	0,7	5,20	7,55	
	3	0,5	28,4	38,3	45	6,7	0,8	4,95	8,30	
II	1	1,0	33	38,7	42,4	3,7	1,5	2,85	4,70	0,50
	2	0,75	31,5	38,2	42,3	4,3	1,75	3,35	5,40	
	3	0,5	35,3	39,6	43,5	3,9	2,65	2,15	4,10	
III	1	1	32,5	40	41,8	1,8	2,75	2,25	3,65	0,10
	2	0,75	30,3	39,8	43,3	3,5	1,5	4,75	6,50	
	3	0,5	33,3	40,8	44,5	3,7	6,5	3,75	5,60	

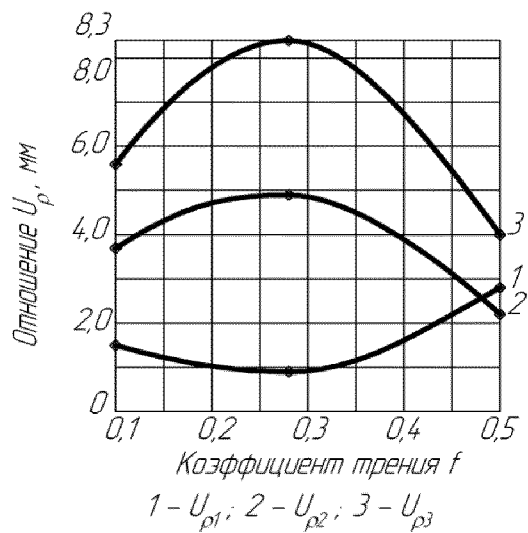


Рисунок 2 – Влияние коэффициента трения на неравномерность деформации металла при $d_0/h_0 = 0,5$

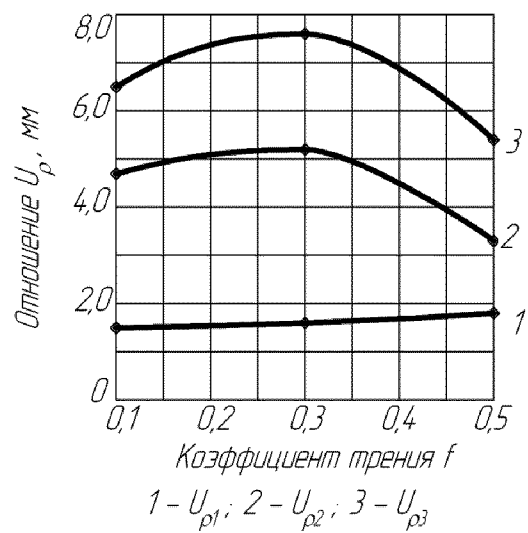


Рисунок 3 – Влияние коэффициента трения на неравномерность деформации металла при $d_0/h_0 = 0,75$

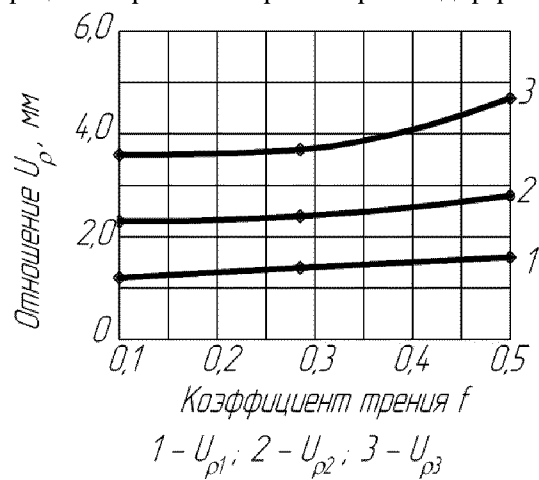


Рисунок 4 – Влияние коэффициента трения на неравномерность деформации металла при $d_0/h_0 = 1$

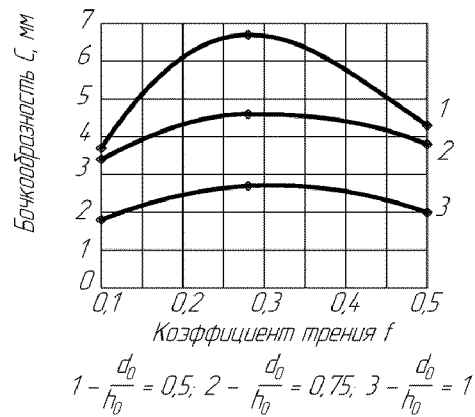


Рисунок 5 – Зависимость бочкообразности S от коэффициента трения

Выводы

Анализ полученных данных показывает, что с увеличением коэффициента трения при различных значениях d_0/h_0 , т.е. независимо от исходных размеров образцов:

1. Радиальное перемещение u_{p1} , u_{p2} , u_{p3} вначале возрастают, достигая максимального значения при коэффициенте трения $f = 0,28$, а затем уменьшаются при значениях $d_0/h_0 = 0,50$ и $0,75$. Для значений $d_0/h_0 = 1$ указанные параметры непрерывно возрастают с увеличением коэффициента контактного трения.

2. При любых численных значениях коэффициента трения f и параметра формы заготовки d_0/h_0 , соблюдается неравенство:

$$u_{p1} > u_{p2} > u_{p3}.$$

Список литературы

1. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1978.
2. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 423с.
3. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1987. – 360с.
4. Гун Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением. – М.: Металлургия, 1980. – 450с.
5. Полухин П.И., Горелик С.С., Воронцов В.К. Физические основы пластической деформации. – М.: Металлургия, 1982. – 584с.

В. Пукалов, В. Пукалов, Ф. Златопольський

Вплив контактного тертя та початкових розмірів на нерівномірність деформації металу при осадці суцільних тіл

Наведені результати дослідження впливу контактного тертя та початкових розмірів зразків на нерівномірність деформації металу при осадці суцільних вісесиметричних тіл. Результати можуть бути використані в розрахунках технологічних процесів гарячої штамповки та в учбовому процесі

V. Pukalov, V. Pukalov, F. Zlatopolsky

Influence of contact friction and the initial sizes on non-uniformity of deformation of metal at a deposit solid axisymmetric bodies

Results of research of influence of contact friction are resulted and the initial sizes of samples on non-uniformity of deformation of metal at a deposit solid axisymmetric bodies. Results can be used in calculations of technological processes of hot punching and in educational process

