

УДК 621.735.5

**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 –  $h_0 = 30; 40$  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 наносили 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  $u_{\rho_1}$ ,  $u_{\rho_2}$ ,  $u_{\rho_3}$  (рис. 1).

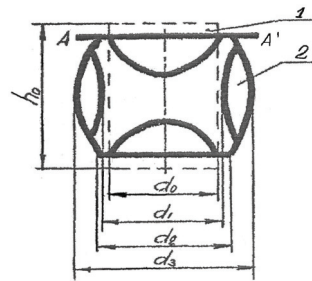


Рисунок 1 – Заготовка до (1) и после (2) осадки

Тут  $u_{\rho_1} = (d_0 - d_1)/2$  – радиальное перемещение за счет скольжения металла по поверхности осаживаемой заготовки;

$u_{\rho_2} = (d_2 - d_1)/2$  – часть радиального перемещения за счет перехода металла с боковой грани на контактную поверхность;

$u_{\rho_3} = (d_3 - d_1)/2$  – 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		$\frac{d_0}{h_0}$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$C$	$u_{\rho_1}$	$u_{\rho_2}$	$u_{\rho_3}$	$f$
группы	образца	$h_0$	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	

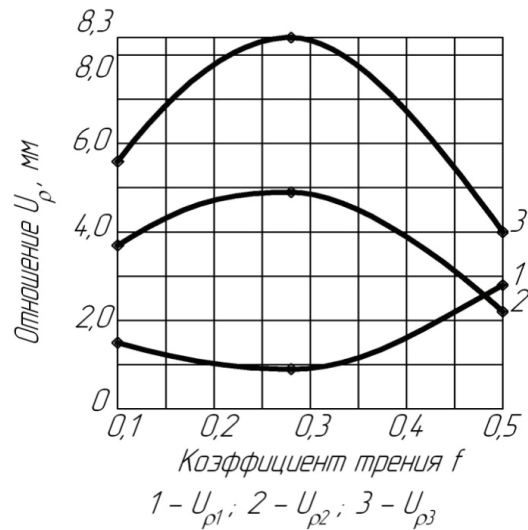


Рисунок 2 – Влияние коэффициента трения на неравномерность деформации металла при  $d_0/h_0 = 0,5$

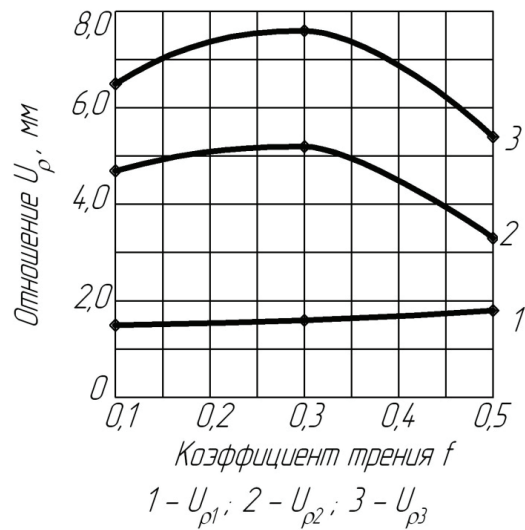


Рисунок 3 – Влияние коэффициента трения на неравномерность деформации металла при  $d_0/h_0 = 0,75$

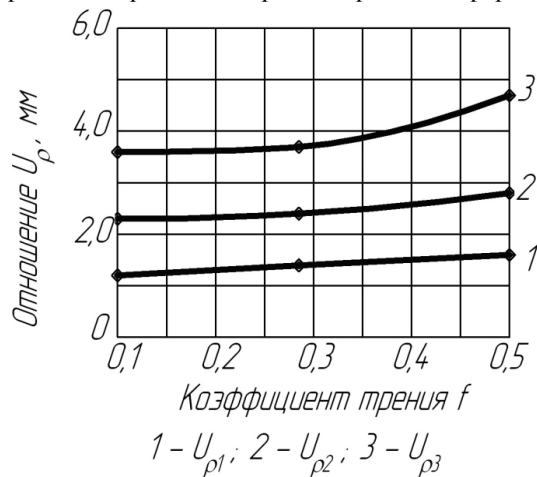
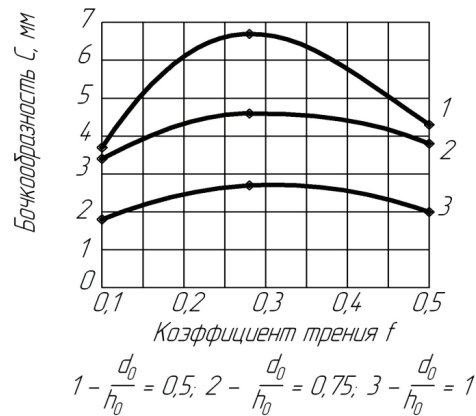


Рисунок 4 – Влияние коэффициента трения на неравномерность деформации металла при  $d_0/h_0 = 1$

Рисунок 5 – Зависимость бочкообразности  $C$  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  $u_{\rho_1}$ ,  $u_{\rho_2}$ ,  $u_{\rho_3}$  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:

$$u_{\rho_1} > u_{\rho_2} > u_{\rho_3}.$$

**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

Одержано 12.03.11