

ИНТЕНСИВНОСТЬ СДВИГОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВЫ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ВЫТЯЖКЕ С ПОКРЫТИЕМ

С.А. Кравец

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Н.И. Стрикель

Целью исследования является разработка математической модели, описывающей величину интенсивности сдвиговых деформаций основы при ее совместной вытяжке с покрытием. Чем выше эта величина, тем интенсивнее идет процесс разрушения барьерных пленок на поверхности основы, препятствующих образованию прочного соединения между покрытием и основой. Знание этой величины позволит правильно выбирать технологические параметры процесса совместной вытяжки для получения качественного покрытия.

В качестве методики исследования выбран метод математического моделирования процессов обработки металлов давлением [1]. Для разработки математической модели использованы выражения [2]:

$$\gamma_i = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}, \quad (1)$$

где γ_i – интенсивность деформации сдвига;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – главные линейные деформации тензора деформации;
и условие неразрывности деформаций в виде:

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 0. \quad (2)$$

Для определения главных осей тензора деформаций использовано условие осевой симметрии. На рис. 1 представлена схема нового способа совместной вытяжки покрытия и основы [3].

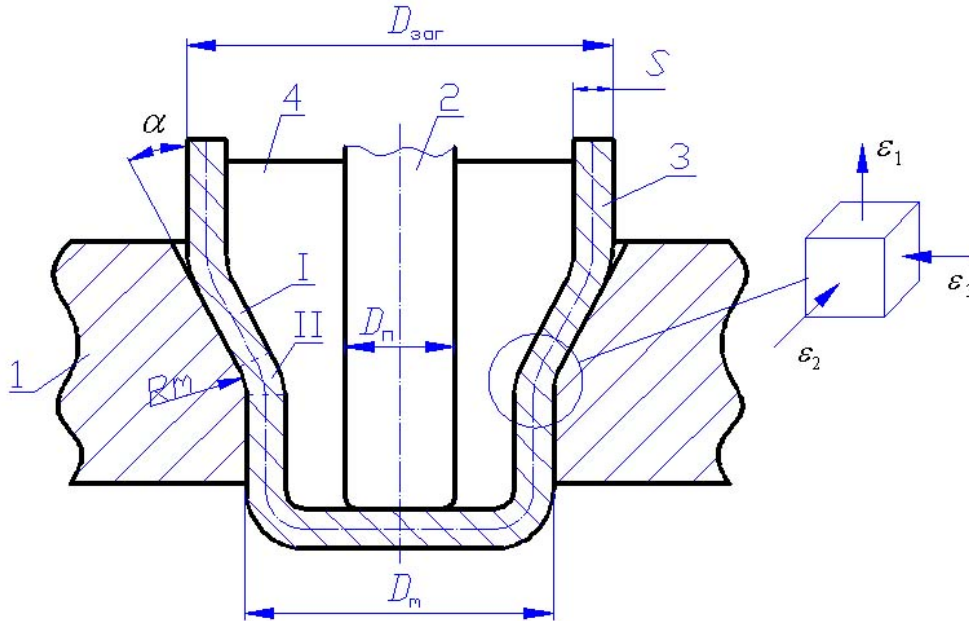


Рис. 1. Схема совместной вытяжки

Между пуансоном 2 и стенками полученного предварительной вытяжкой полового металлического стакана 3 установленного на матрицу 1 размещается материал порошкового покрытия 4 и производится совместная вытяжка с обжатием материала покрытия по толщине. В материале основы выделены 2 зоны: конический участок I и участок радиусного перехода II. С учетом изменения размеров металлического стакана при вытяжке и условия (2) получены следующие формулы для расчета главных линейных деформаций для зоны I и зависимости (1):

$$\varepsilon_1 = \frac{1-m}{m}, \quad (3)$$

$$\varepsilon_2 = -(1-m), \quad (4)$$

$$\varepsilon_3 = -\left(\frac{m^2 - 2 \cdot m + 1}{m}\right), \quad (5)$$

где $m = \frac{D_m}{D_{заг}}$ – коэффициент вытяжки;

D_m – диаметр рабочего отверстия в матрице;

$D_{заг}$ – диаметр полой цилиндрической заготовки перед совместной вытяжкой;

Знак «-» характеризует сжатие, «+» – растяжение.

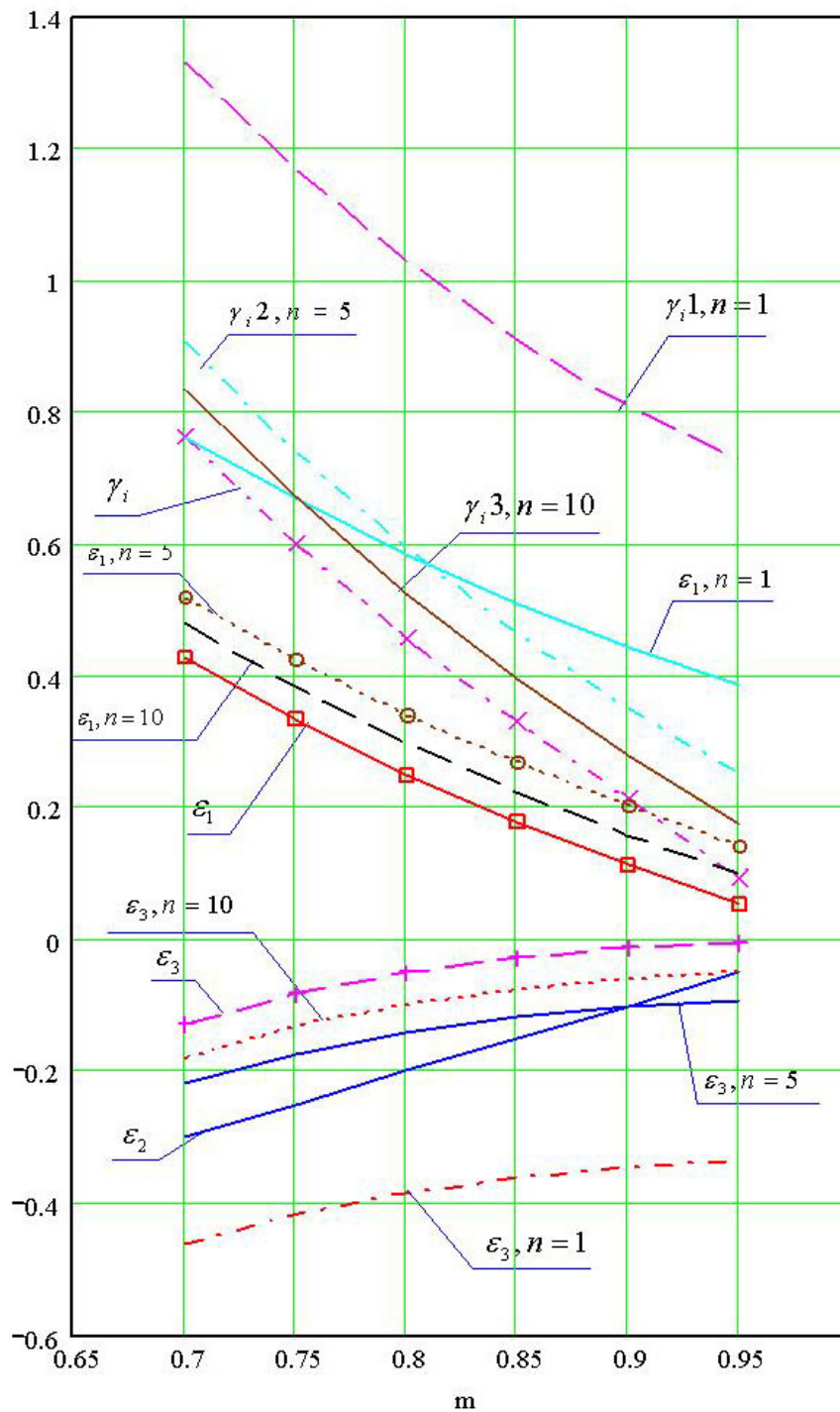


Рис. 2. Графики аналитических зависимостей для I и II зон

Подставив полученные выражения (3)–(5) в (1) получим:

$$\gamma_i = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{\frac{(1-m^2)^2 + (2 \cdot m^2 - 3 \cdot m^2 - 1)^2 + (m - m^2 - 2)^2}{m}}, \quad (6)$$

Для зоны II с учетом дополнительного растяжения поверхности основы за счет изгиба при прохождении радиусного перехода матрицы, получим:

$$\varepsilon_1 = \frac{1-m}{m} + \frac{1}{2 \cdot n + 1}, \quad (7)$$

$$\varepsilon_3 = \frac{m-1}{m} - \frac{1}{2 \cdot n + 1} + (1-m), \quad (8)$$

где $n = \frac{R_m}{S_0}$ – отношение величины радиусного перехода R_m к толщине основы S_0 ,

а ε_2 определяется по формуле (4).

Подставив значения ε_1 , ε_2 и ε_3 из выражений (7), (4) и (8) в (1), определим величину γ_i при $n = 1; 5; 10$.

Разработана программа расчета величин ε_1 , ε_2 , ε_3 и γ_i на ПЭВМ с использованием Mathcad. На рис. 2 изображены результаты расчета.

Таким образом, анализируя результаты расчета, получаем, что величина γ_i – интенсивности сдвиговых деформаций материала основы существенно зависит от величины m – коэффициента вытяжки и отношения n – относительной величины радиусного перехода в матрице. Варьируя эти технологические и конструктивные параметры можно менять γ_i , обеспечивая требуемые условия для получения качественного соединения покрытия и основы. Полученные зависимости могут быть рекомендованы для технологических и конструкторских расчетов процесса совместной вытяжки.

Литература

1. Гун, Г.Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением /Г.Я. Гун. – М.: Металлургия, 1983.
2. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением /М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1971.
3. Пат. № 3933 Республика Беларусь. Способ изготовления полого композиционного изделия. Изобретения, полезные модели, промышленные узоры. – № 2. – 2001. – с. 104.
4. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке /В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение, 1971.