

*к.т.н. Коробко Т.Б.  
(ДонГТУ, г.Алчевск, Украина)*

## **УЧЕТ ТРЕНИЯ ПРИ ВЫТЯЖКЕ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ В ШТАМПАХ С МНОГОСЕКЦИОННЫМИ ПОВОРОТНЫМИ ДИСКАМИ**

*Наведені результати теоретичних досліджень та розроблена методика розрахунку коефіцієнтів тертя при штампуванні у матрицях з багатосекційними обертовими дисками.*

**Ключові слова:** *коефіцієнт тертя, матриця, багатосекційні обертові диски.*

*Приведены результаты теоретических исследований и разработана методика расчета коэффициентов трения при штамповке в матрицах с многосекционными поворотными дисками.*

**Ключевые слова:** *коэффициент трения, матрица, многосекционные поворотные диски.*

Технология в современных условиях играет существенную роль в развитии научно-технического прогресса и вопросы ее преобразования ставятся достаточно глубоко. Поиск и внедрение новых эффективных, металло- и энергоемких технологий позволяет создавать высокотехнологичное оборудование и находить технологические решения, которые могут качественно изменить процессы потребления трудовых и материальных ресурсов. Среди технологических процессов большое значение придается процессам вытяжки деталей из листового материала.

Качественное протекание процессов вытяжки, связанных с деформацией тонколистового материала при получении осесимметричных деталей с прижимом заготовки определяется условиями трения на фланце заготовки и на перетяжном радиусе матрицы.

Обычная вытяжка деталей может происходить либо в цельнометаллической матрице, либо в матрице с поворотными дисками [ПД], установленными в радиальных пазах [1, 2].

При штамповке по первому способу коэффициент трения между заготовкой и поверхностями прижима, матрицы и радиусной кромкой последней принимаются либо равными, либо различными с показателями  $\mu_0$  – коэффициент трения, соответственно, по фланцу и  $\mu_k$  – коэффициент трения на радиусной кромке матрицы, причем, как утверждает

автор работы [3], наибольшее влияние оказывает трение на матричной кромке.

При использовании второго способа штамповки, то есть когда стремятся уменьшить влияние трения заготовки о поверхности штампа путем применения поворотных дисков в технологических расчетах изменение условий трения не учитывалось при вытяжке осесимметричных деталей

Поэтому, в связи с этим, **целью данной работы** является учет коэффициента трения при расчете напряженного состояния при использовании штампа с многосекционными поворотными дисками.

Принимаем, что между поверхностями матрицы, прижима и заготовки, при ее перемещении коэффициент трения  $\mu_0$ . На перетяжном радиусе матрицы условия трения должны изменяться и коэффициент трения будет равным  $\mu_1$ .

Рассмотрим расчет условного усредненного коэффициента трения  $\mu_1$  в матрице с поворотными дисками (ПД).

Из условия пропорциональности

$$\mu_1 = \mu_n s_n + \mu_0 s_n, \quad (1)$$

где  $\mu_n, \mu_0$ , – коэффициент трения соответственно подвижной и неподвижной части матрицы и заготовки;

$s_n, s_n$  – относительные доли площадей поверхностей подвижной и неподвижной частей.

Коэффициент  $\mu_n$  определяется приведением его к радиусу вращающегося диска

$$\mu_n = \mu' \pi r_0 / (r_n \alpha), \quad (2)$$

где  $\mu'$  – коэффициент трения между осью диска и диском;

$r_0$  – радиус оси;

$r_n$  – радиус поворотного диска;

$\alpha$  – угол охвата диска заготовкой.

Соотношение площадей поверхностей подвижных и неподвижных частей могут быть заменены соответствующими относительными длинами дуги кольцевого элемента, на котором рассчитывается условно усредненное значение коэффициента трения

$$l_n = N l [2\pi (R_1 - r_n \sin \alpha)] \quad (3)$$

где  $N$  – количество поворотных дисков на перетяжном радиусе матрицы

$$N \geq \frac{\pi(R_1 - r_n)}{l}, \quad (4)$$

$R_1$  – радиус оси поворотных дисков;

$l$  – длина поворотного диска, с учетом погрешности изготовления инструмента ( $\delta$ ) определяется по формуле

$$l = 2\sqrt{2|R_1\delta - \delta^2|}, \quad (5)$$

$$l_n = (l - l_n), \quad (6)$$

Тогда

$$\mu_1 = (\mu_n l_n + \mu_0 l_n) / (l_n + l_n). \quad (7)$$

Исходными данными для расчета являлись: радиус заготовки 33 мм, радиус поворотного диска 10 мм, радиус вытягиваемого изделия по средней линии 15 мм, угол охвата  $80^\circ$ , толщина 2 мм,  $\mu_0$  0,15 мм, материал заготовки алюминий марки АЗ. Используя программу расчета (код формы frm Base) были получены данные, которые позволили построить зависимости отношения  $\sigma'_{p \max} / \beta \sigma_s$  от условного усредненного коэффициента трения с учетом потерь на изгиб (рисунок 1).

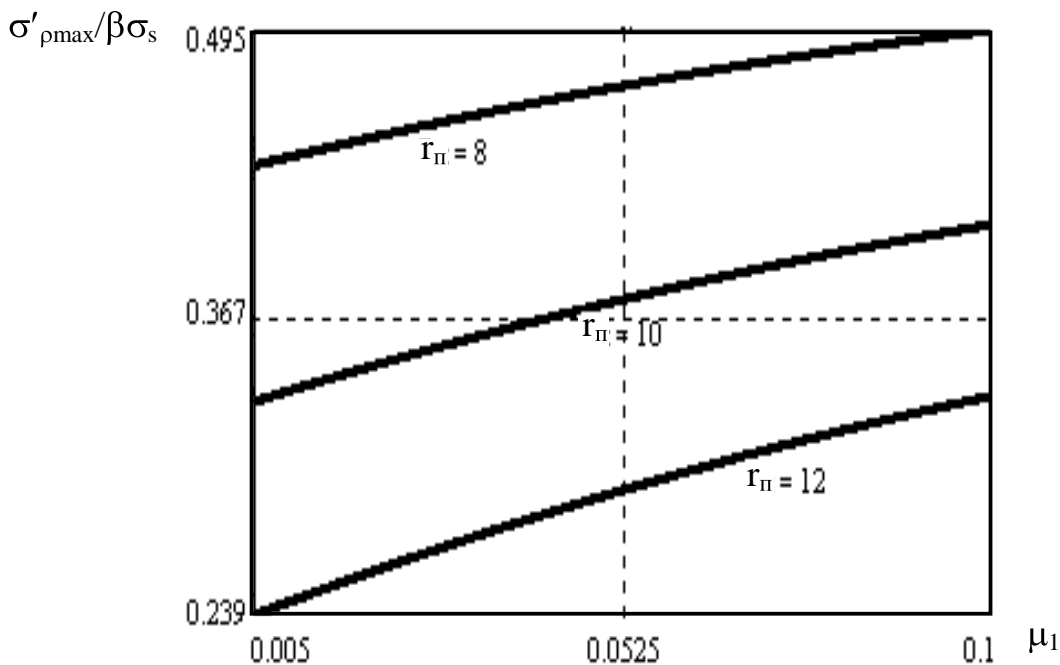


Рисунок 1 – Зависимость отношения  $\sigma'_{p \max} / \beta \sigma_s$  от условного усредненного коэффициента трения с учетом потерь на изгиб

Следовательно, можно сделать вывод о том, что с уменьшением радиуса поворотного диска и увеличением коэффициента трения возрастает максимальное радиальное напряжение. Кроме того, уменьшение радиуса ПД снижает производную зависимости  $\sigma_r \max / (\beta \sigma_s) = F(\mu_1)$  при штамповке в матрице с многосекционными поворотными дисками. При использовании программы и зависимостей, представленных на рисунке 1 можно рассчитывать усредненное значение коэффициента трения.

#### **Библиографический список**

1. А.с. 844102 СССР, МКИ В21D 22/20. Штамп для глубокой вытяжки полых изделий с фланцем/ В.И.Ларин (СССР) № 2824588/25-27; Заявлено 02.08.79; Опубл. 07.07.81. Бюл. № 25.-3 с.

2. А.с. 1286320 СССР, МКИ В21D 22/20. Способ вытяжки полых изделий/ А.Г. Кац, П.И. Харитонов (СССР) № 3806816/25-27; Заявлено 30.10.84; Опубл. 30.01.87. Бюл. № 4.-2 с.

3. Шляхин А.Н. Прогнозирование разрушения материала при вытяжке цилиндрических деталей без утонения // Вестник машиностроения.– 1995. № 5.- С. 35-37.

*Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Луценко В.А.*