

## ШТАМПОВКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛАСТИЧНОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Крюков А.Е.*

*Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
423810, г. Набережные Челны, пр. Мира, д.68/19  
e-mail: krjukoff@mail.ru*

*поступила в редакцию 28 ноября 2014 года*

### Аннотация

Описывается метод осуществления разделительных операций листового металла полиуретановой матрицей.

**Ключевые слова:** листовая штамповка, штамп, мелкосерийное производство, оснастка.

**Введение.** В современных условиях работы в отраслях автомобилестроения, машиностроения и приборостроения стало актуальным производство деталей мелкими сериями для собственных нужд. При изготовлении деталей из листа мелкими сериями наибольшую долю затрат в себестоимости составляют затраты на штампы. В статье исследуется рациональный метод получения заготовок

Целью экспериментов является исследование процесса вырубki круглой заготовки эластичной средой и определение зависимости усилия вырубki от толщины шаблона.

**1. Исследование процесса вырубki полиуретановой матрицей по жёсткому пуансону.** Для исследования разделительных и формообразующих процессов штамповки эластичной средой нами были выбраны: лист АД35 толщиной 0,7 мм, лист сталь 0,8 толщиной 0,5 и 1 мм.

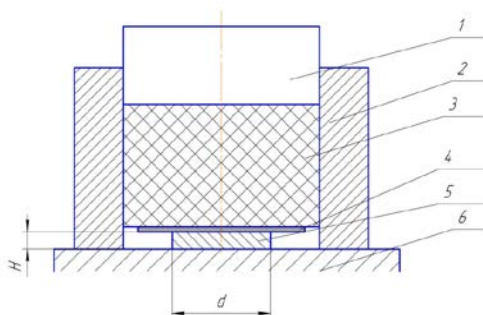


Рисунок 1 – Схема вырубki жёстким шаблоном. 1 – верхний боёк; 2 – бандаж; 3 – эластичная матрица; 4 – листовая заготовка; 5 – шаблон; 6 – нижний боёк.

**2. Теоретические основы процесса вырубki эластичной матрицей по жёсткому шаблону**

**Расчет параметров операции вырубki эластичной средой**

1) *Размер исходной заготовки:*

$$D_3 = 357 \text{ мм.}$$

2) *Определение размеров шаблона:*

Контуры шаблонов выполняют с учетом формы сечения поверхности разделения.

Определим диаметр шаблона:

$$D_n = D_3 + 2 \times b = 357 + 2 \times 0,5 = 358 \text{ мм.}$$

Высоту шаблона определяют по формуле:

$$h_n = 3 \times (1 + 0,01 \times \delta_{10}) \times \sqrt{s} = 10,8 \text{ мм. [2]} \quad (1)$$

где  $\delta_{10}$  - относительное удлинение материала заготовки, для стали 08Ю  $\delta_{10} = 33\%$  .

3) Технологический припуск по внешнему контуру шаблона не должен быть меньше:

$$L = h_n \times (1,4 \times \mu + 1/\mu) = 10,8 \text{ мм [2]} \quad (2)$$

где  $\mu$  - коэффициент трения свисающего края припуска по подштамповой плите, с опескоструенной поверхностью  $\mu \approx 0,5$ .

4) *Размер квадратной пластины* (штучной заготовки для вырубки) не должен быть меньше:

$$V_{пл} = D_3 + 2 \times L = 358 + 2 \times 10,8 = 379,6 \text{ мм.}$$

5) *Параметры эластичной среды:*

Материал эластичной среды - полиуретан. Его применяют при давлении в контейнере до 1 000 МПа.

Толщина эластичной пластины в контейнере для разделительных операций

$$B = 25 \dots 30 \text{ мм.}$$

Разделяемый материал: углеродистые стали с временным сопротивлением  $250 < \sigma_B < 500$  МПа толщиной до 2...2,5 мм. Предел прочности стали

08Ю  $\sigma_B = 330$  МПа, толщина заготовки  $s = 1,0$  мм.

Исследуя процесс вырубки по жёсткому шаблону, было проведено 5 экспериментов.

Определим величины шаблона и технологического припуска для каждого образца представленных материалов воспользовавшись формулами (1) и (2)

**1. Образец:** лист АД35, толщина  $s = 0,7$  мм, относительное удлинение  $\delta_{10} = 12\%$

Расчётная толщина шаблона  $\approx 3,0$  мм.

Расчётная величина технологического припуска по внешнему контуру = 8,1 мм.

**2. Образец:** лист сталь 08, толщина  $s = 0,5$  мм, относительное удлинение  $\delta_{10} = 33\%$

Расчётная толщина шаблона  $\approx 3,0$  мм.

Расчётная величина технологического припуска по внешнему контуру = 8,1 мм.

**3. Образец:** лист сталь 08, толщина  $s = 1,0$  мм, относительное удлинение  $\delta_{10} = 33\%$

Расчётная толщина шаблона  $\approx 4,0$  мм.

Расчётная величина технологического припуска по внешнему контуру = 10,8 мм.

### 3. Экспериментальная часть

Для эксперимента были выбраны шаблоны толщиной 3 и 6 мм.

Таблица 1 – Результаты вырубки по жёсткому шаблону.

№	Материал	Толщина, S (мм)	Высота шаблона, Н (мм)	Усилие прессы, (кН)
1	АД35	0,7	3	70
2	Сталь 08	1	6	200
3	Сталь 08	0,5	3	150
4	Сталь 08	0,5	6	75
5	АД35	0,7	6	28

Анализируя полученные экспериментальные данные можно сделать следующие выводы:

#### Эксперимент № 1

Отделение металла полное, срез ровный, складки на отходе отсутствуют (рисунок 2а).

Вырубка заготовки получилась, так как размеры пластины и технологического припуска соответствуют расчётным.

#### Эксперимент № 2

Неполное отделение металла и складки на краях листа указывают на недостаточный технологический припуск (рисунок 2б).

#### Эксперимент № 3

Неполное отделение металла, отсутствие складок на краях листа указывают на недостаточное усилие прессы (рисунок 2в).

#### Эксперимент № 4

Неполное отделение металла и складки на краях листа указывают на недостаточный технологический припуск, так как для данного образца при использовании шаблона величиной 6 мм технологический припуск необходимо увеличить в 2 раза (рисунок 2г).

#### Эксперимент № 5

Неполное отделение металла и складки на краях листа указывают на невозможность использования шаблона 6 мм для данного материала, так как возможное относительное удлинение алюминиевого сплава значительно меньше, чем у стали 08 (рисунок 2д).

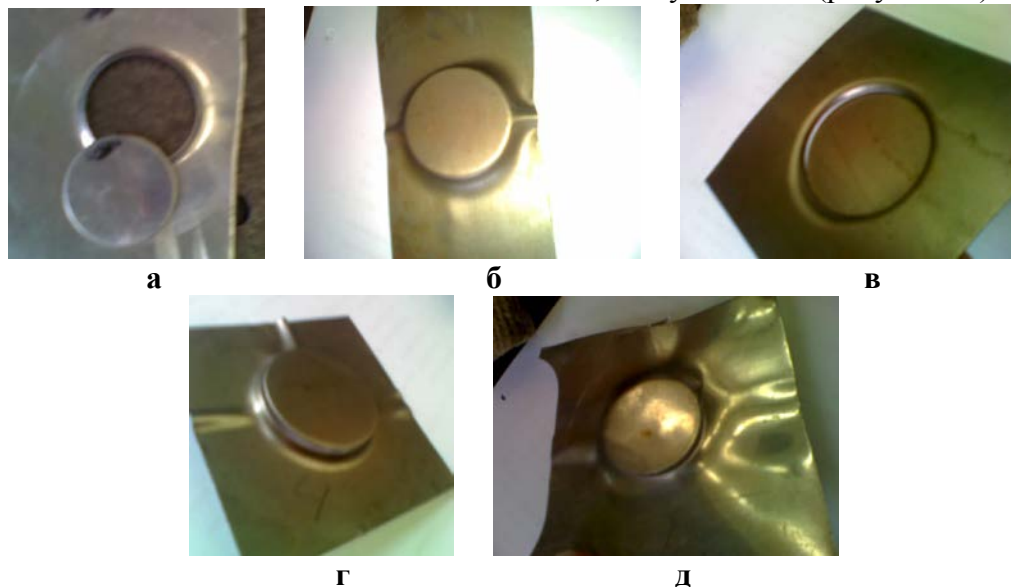


Рисунок 2. – результаты проведенного эксперимента.

**Заключение.** Исходя из проведенных экспериментов выяснили, что усилие вытяжки уменьшается с увеличением высоты шаблона, но при этом необходимо учитывать увеличение технологического припуска, а следовательно увеличение расхода материала. Так же при увеличенной высоте шаблона могут возникнуть разрывы и складки на отходе и заготовке.

Уменьшение высоты шаблона от расчетной приводит к неполной вырубке, либо разделению металла не происходит вовсе. Это объясняется тем, что относительное удлинение при деформации меньше величины  $\delta$  для данного металла.

Увеличение высоты шаблона приводит к образованию складок, однако повышает чистоту среза.

#### Список литературы

- 1) Исаченков Е.И. Штамповка резиной и жидкостью. М.: МАШГИЗ, 1962. 330 с.
- 2) Ковка и штамповка: Справочник: В 4-х т. Т.4. Листовая штамповка / Под ред. А.Д. Матвеева; Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. М.: Машиностроение, 1985-1987. 544 с.