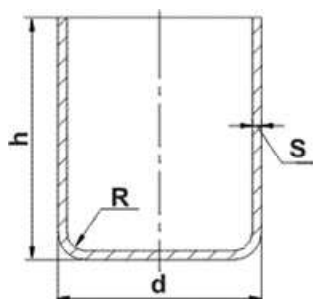


## 1 ВАРІАНТИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Постановка всіх завдань до контрольної роботи має однотипний характер, складається тільки з технологічної задачі і приведена в прикладі білету. Змінюються типи деталей, та варіанти відповідей до розрахунків.

**Приклад завдання:** Розробити технологічний процес виготовлення деталі:

- привести відповіді на запитання 1-15 в таблиці «ВІДПОВІДІ» (6 балів за одне запитання; максимум 90 балів);
- привести обґрунтування розрахунків за переходами, ескізи за переходами в додатку до роботи (максимум 10 балів).



$d = 65$  mm;  
 $h = 60$  mm;  
 $R = 8$  mm;  
 $S = 1$  mm.

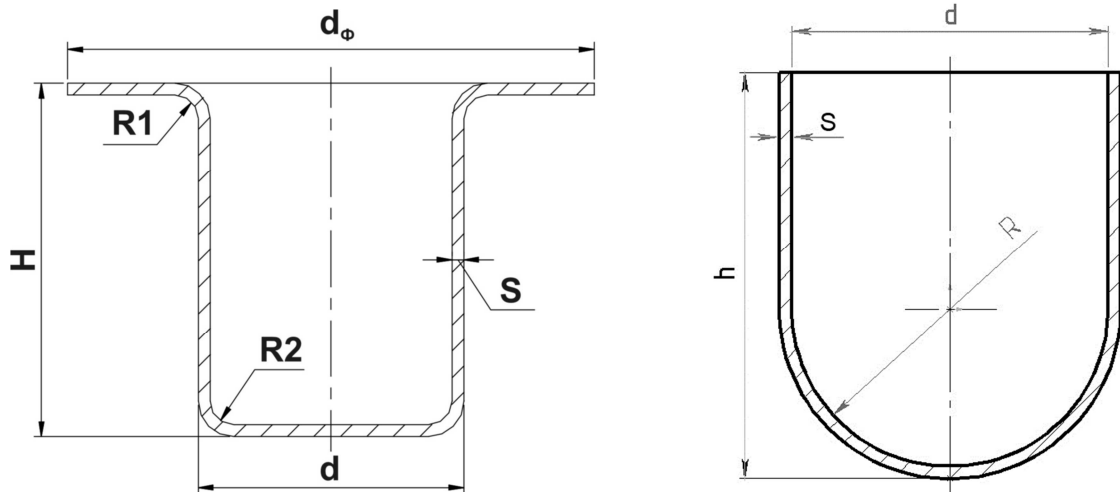
Матеріал: Сталь 10

№	Параметр процесу	Відповідь		
		1	2	3
1	Припуск на обрізку, мм	1	2,5	5
2	Діаметр заготовки, мм	140	121	156
3	Відносна товщина заготовки	0,82	1,3	0,71
4	Відносна висота деталі	0,92	1,3	0,85
5	Загальний коефіцієнт витяжки	0,40	0,58	0,46
6	Рекомендований коефіцієнт 1-ої витяжки	0,46-0,50	0,53-0,56	0,58-0,60
7	Мінімальний прийнятий коефіцієнт 1-ої витяжки	0,58	0,53	0,46
8	Кількість операцій витяжки	1	3	2
9	Коефіцієнти витяжки на подальших переходах	0,88	0,92	0,74
10	Радіуси пуансону за переходами з урахуванням рекомендацій, мм	8; 8	6; 8	8; 10
11	Зовнішні діаметри стакану за переходами, мм	65	75; 65	90; 75; 65
12	Висоти за переходами, мм	45; 60	62,5	51; 62,5
13	Зусилля вирубки заготовки, кН	178	160	134
14	Зусилля 1-ої витяжки, кН	52	123	80
15	Необхідність притискання заготовки	так	на вибір	ні

## ВІДПОВІДІ

[illegible]

Інші варіанти деталей:



## 2 ПРИКЛАД РІШЕННЯ

Технологія витяжки деталей з фланцем є най складною з приведених завдань, тому приклад рішення заснований на розгляданні саме цієї задачі. Другі технології також складаються з тих же основних пунктів. Розрахунки можна виконувати на чернетці, а до таблиці заносити лише позначення відповідей (1 або 2 або 3).

**Приклад:** Деталь имеет цилиндрическую форму, соответственно, плоская заготовка для ее получения будет иметь круглую форму.

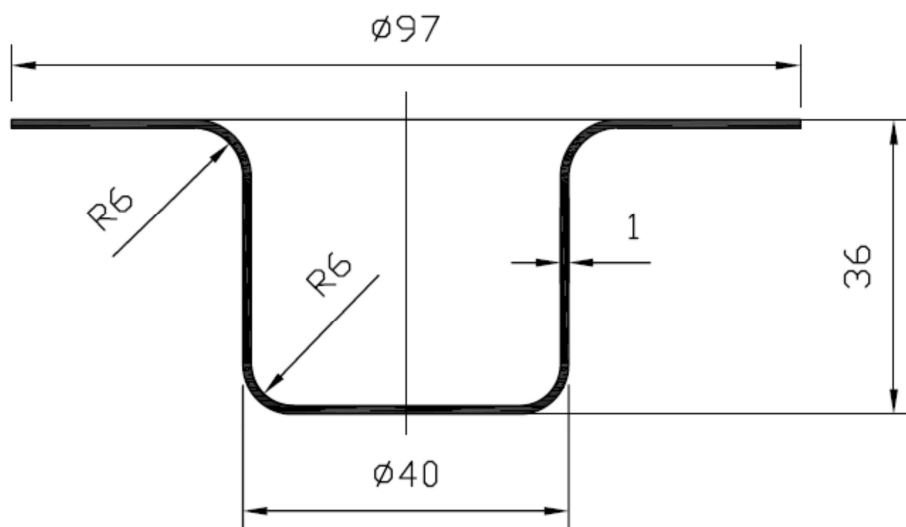


Рисунок 1 – Полуфабрикат для расчета заготовки

Диаметр исходной заготовки определяется по [1, с.95].

$$D = \sqrt{(d - 2S - 2R_2)^2 + 4(d - 2S)(h - R_1 - R_2 - 2S) + 2\pi \left( \frac{R_1 + R_2}{2} \right) [(d - 2S - 2R_2) + (d - 2S)] + \dots} \quad (1.1)$$

$$\sqrt{\dots + 4\pi \left( \frac{R_1 + R_2}{2} \right)^2 + d_{f\Delta}^2 - (d + 2R_1)^2}$$

где  $d$  - диаметр стакана, мм;

$d_{f\Delta}$  - диаметр фланца с учетом припуска на обрезке, мм;

$R_1, R_2$  - соответственно радиусы закругления у фланца и дна, мм;

$S$  - толщина детали, мм.

Определим односторонний припуск на обрезке фланца [1, табл. 99].

$$\Delta = 2.5 \text{ мм, тогда, } d_{f\Delta} = 92 + 2 \cdot 2.5 = 97 \text{ мм.}$$

После подстановки получим  $D = 119$  мм.

Определим, возможно ли получить деталь за одну вытяжку:

$$m_1' = \frac{d}{D} = \frac{40}{119} = 0,34.$$

Определим допустимый коэффициент первой вытяжки, для этого

$$\frac{d_{f\Delta}}{d} = \frac{97}{40} = 2.4;$$

$$\frac{S}{D} \cdot 100 = \frac{1}{119} \cdot 100 = 0,84.$$

По [1, с.31]  $[m_1] \geq 0.39$ .

Так как расчетный коэффициент вытяжки (0,34) меньше допустимого (0,39), то получение данной детали за одну операцию невозможно.

Соответственно, понадобится провести как минимум две операции вытяжки.

Принимаем  $m_1 = 0,48$  (принимаем больше допустимого, можно взять равным) тогда

$$d_1 = m_1 \cdot D = 0.48 \cdot 119 = 57 \text{ мм.}$$

Определим, возможно ли получить деталь на второй операции:

$$m_2' = \frac{d}{d_1} = \frac{40}{57} = 0,70.$$

Определим допустимый коэффициент второй вытяжки по [1, с.118]  
[ $m_2$ ] ∈ [0.69...0.72].

Так как расчетный коэффициент вытяжки (0,70) находится в пределах допустимого (0,69...0,72), то получение данной детали на второй операции возможно.

Соответственно, принимаем  $m_2 = 0,70$ , тогда

$$d_2 = m_2 \cdot d_1 = 0,70 \cdot 57 = 40 \text{ мм.}$$

Определим высоту на каждом переходе вытяжки [1, с.133]:

$$h_n = \frac{D^2 - d_{f\Delta}^2}{4d_n} - (R_{n1} + R_{n2}) \left[ 0,14 \left( \frac{R_{n1} - R_{n2}}{d_n} \right) - 0,43 \right], \quad (1.2)$$

где  $h_n$  - высота полуфабриката на n-ом переходе вытяжки, мм;

$R_{n1}, R_{n2}$  - соответственно радиус матрицы и радиус пуансона на n-ом переходе, мм;

$d_n$  - диаметр стакана на n-ом переходе, мм.

Величину  $R_{n1}, R_{n2}$  определяют по [1, с.179]. Таким образом, при коэффициенте вытяжки от 0,48 и  $\frac{S}{D} \cdot 100 = 0,84$  рекомендовано  $R_{n1} \geq 10S$  ( $R_{n1} \geq 10 \text{ мм}$ ),  $R_{n2} \geq 6S$  ( $R_{n1} \geq 6 \text{ мм}$ ). При коэффициенте вытяжки от 0,70 и  $\frac{S}{D} \cdot 100 = 0,84$  рекомендовано  $R_{n1} \geq 6S$  ( $R_{n1} \geq 6 \text{ мм}$ ),  $R_{n2} \geq 4S$  ( $R_{n1} \geq 4 \text{ мм}$ ). Так как, на детали радиусы 6 мм, то на первом переходе вытяжки радиус матрицы принимаем 10 мм, радиус пуансона – 6 мм; на втором переходе: радиус матрицы - 6 мм, радиус пуансона – 6 мм.

После подстановки значений в формулу (1.2) определим,  $h_1 = 27$  мм,  
 $h_2 = 36$  мм.

Необходимо проверить наибольшую относительную глубину первой  
вытяжки. Для этого по [1, с.132]:

$$\left( \frac{h_1}{d_1} \right)^{don} = 0,47..0,40;$$

$$\left( \frac{h_1}{d_1} \right)^{расч} = \frac{27}{57} = 0,47.$$

Расчетный параметр принадлежит интервалу значений, таким образом, первую вытяжку можно выполнить как по диаметру, так и по высоте.

Технологический процесс изготовления детали будет состоять из следующих технологических операций:

- вырубка круглых заготовок из полосы (рис. 2, а);
- 1-а вытяжка (рис. 2, б);
- 2-а вытяжка (рис. 2, в);
- обрезка технологического припуска (рис. 2, г).

Определим технологические усилия деформирования:

- Усилие вырубки заготовки определяется по формуле [1, с.15]:

$$P = 1,25 \cdot L_K \cdot S \cdot \sigma_{cp}, \quad (1.3)$$

где  $L_K$  – периметр вырубки, мм;

Ø 119 мм.  $L = 3.14 \cdot 119 = 373,7$  мм;

$S$  – толщина материала, мм;

$S = 1$  мм;

$\sigma_{cp}$  - сопротивление срезу, МПа;

$$\sigma_{cp} = 180 \text{ МПа, [1, с. 511];}$$

$$P = 84 \text{ кН.}$$

- Усилие первой вытяжки определяется по формуле [1, с. 172]:

$$P = \pi d_1 S \sigma_B k_\phi, \quad (1.4)$$

где  $d_1$  - диаметр цилиндрической части заготовки после вытяжки, мм;

$$d_1 = 57 \text{ мм;}$$

$\sigma_B$  - предел прочности материала, МПа;

$$\sigma_B = 210 \text{ МПа, [1, с. 511];}$$

$k_\phi$  - коэффициент, [1, с.174];

$$k_\phi = 1.$$

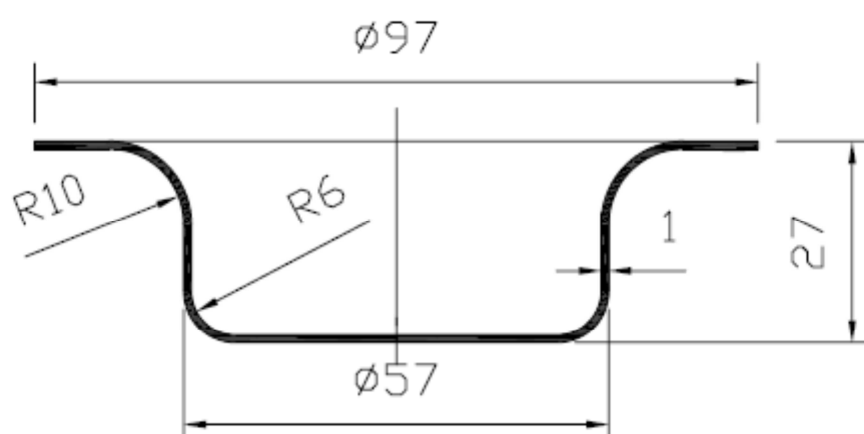
$$P = 37,6 \text{ кН.}$$

### 3 ПЕРЕЛИК ПОСИЛАНЬ

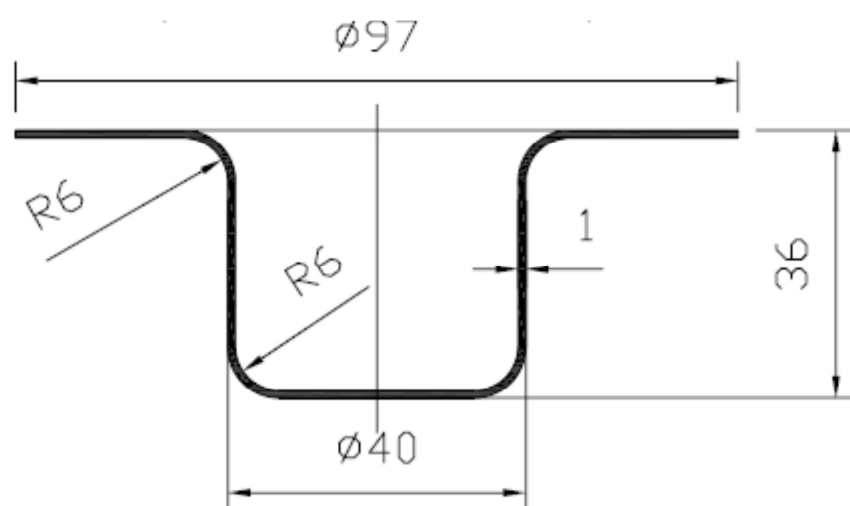
1 **Романовский В.П.** Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд.,  
испр. и доп. – Л.: Машиностроение, 1979.– 520 с.



a

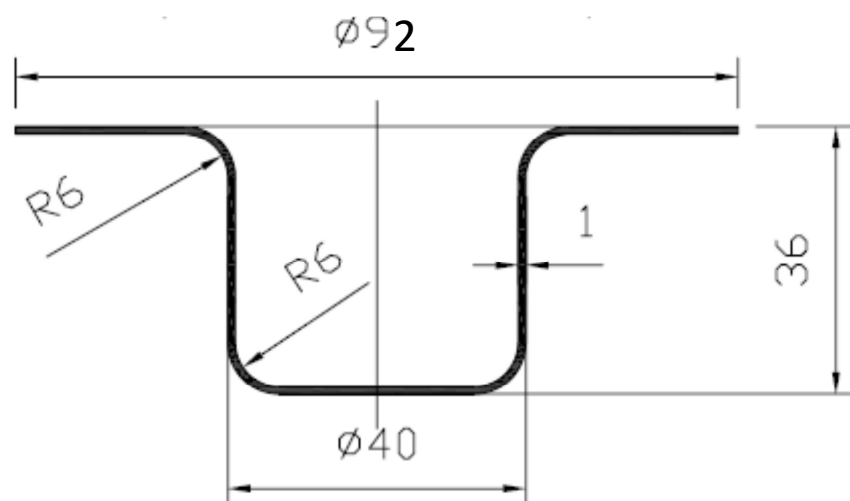


б



в

Рисунок 2 - Переходы штамповки детали, лист 1



г

Рисунок 2 - Переходы штамповки детали, лист 2