

Министерство образования и науки Украины  
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
Кафедра «Обработка металлов давлением»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**к практическим работам**  
**по дисциплине**  
**«Технология кузнечно-штамповочного производства:**  
**Листовая штамповка»**  
**(для студентов специальности 7.090404)**

Краматорск 2007

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Патентно-информационный поиск

Предложенная в задании на курсовой проект деталь является довольно распространенной. Таким образом, данную деталь можно изготовить по уже известным технологиям или предложить отличное от существующих техническое и технологическое решение.

Для выявления уже существующих вариантов технологических процессов изготовления данной детали произведен патентно-информационный поиск. Результаты поиска показали (были проработаны источники [1...13]), что наилучшим способом изготовления этой детали является вытяжка жестким инструментом из круглой листовой заготовки.

Выявленные способы будут рассмотрены более подробно в п.1.3 данной пояснительной записки.

## 1.2 Анализ технологичности детали

Технологические процессы листовой штамповки могут быть наиболее рациональными лишь при условии создания технологической конструкции или формы детали, допускающей наиболее простое и выгодное изготовление. Поэтому технологичность листоштампованных деталей является наиболее важной предпосылкой прогрессивности технологических методов и экономичности производства.

Под технологичностью детали понимают совокупность свойств и конструктивных элементов, которые обеспечивают наиболее простое и экономичное ее изготовление в условиях данной серийности [1, с.279].

При программе определенной заданием (100 000) , производство может считаться серийным [2, с.79]. Деформирование может осуществляться на универсальных кривошипных прессах и гидравлических листоштамповочных прессах. Оснастка, используемая при этом – штамп.

Анализ технологичности при этом ведется по трем параметрам:

- по форме детали;
- по точности размеров детали;
- по пластическим возможностям материала детали.

На основании анализа формы детали можно сделать вывод, что наиболее целесообразным и технологически осуществимым вариантом основной операции является вытяжка детали из плоской заготовки. При этом деталь полностью удовлетворяет основным технологическим требованиям, предъявляемым к конструкции полых деталей с фланцем, изготавливаемых вытяжкой и вальцовкой [1, с. 282]:

1. Деталь симметрична.
2. Радиусы закруглений оптимальны  $r \geq 2S$  (в данной детали  $r = 4\text{ мм}$ , что соответствует условию при толщине детали  $S = 2\text{ мм}$ ).
3. Радиус закругления у отбортованного фланца равный 2 мм можно получить калибровкой, т.е. тоже при помощи листовой штамповки.

Анализ технологичности детали по точности размеров производится в соответствии с [1, с.314...320]. Из этого анализа следует, что деталь также технологична. Следовательно, можно принять штамп обычной точности.

Анализ технологичности по пластическим возможностям материала детали выполняется по [1, с.503].

Материал детали (Сталь 08кп) является пластичным и рекомендуется для использования в вытяжных работах при листовой штамповке.

Подведем итоги анализа:

- Деталь технологична по форме. Внесение в ее чертеж каких-либо изменений связанных с формой не требуется.
- Деталь технологична по точности размеров. Она может быть получена в вырубных и вытяжных штампах обычной точности.
- Деталь технологична по пластическим возможностям материала. Замена материала на более пластичный не требуется.

### 1.3 Анализ технологических вариантов изготовления детали

В результате проведенного патентно-информационного поиска было выявлено, что деталь такой конструкции может быть получена несколькими способами.

Данную деталь можно изготовить жесткий инструмент. При этом также существует несколько способов ее изготовления, основанных на различной комбинации переходов штамповки.

Первый способ. Основан на последовательном выполнении всех штамповочных переходов.

- вырубка исходной заготовки (рис. 1, а);
- первая вытяжка (рис. 1, б);
- вторая вытяжка (рис. 1, в);
- обрезка технологического припуска на фланце (рис. 1, г);
- отбортовка (рис. 1, д);
- калибровка (рис. 1, е);
- пробивка боковых отверстий (рис. 1, ж);
- надрезка и гибка (рис. 1, з).

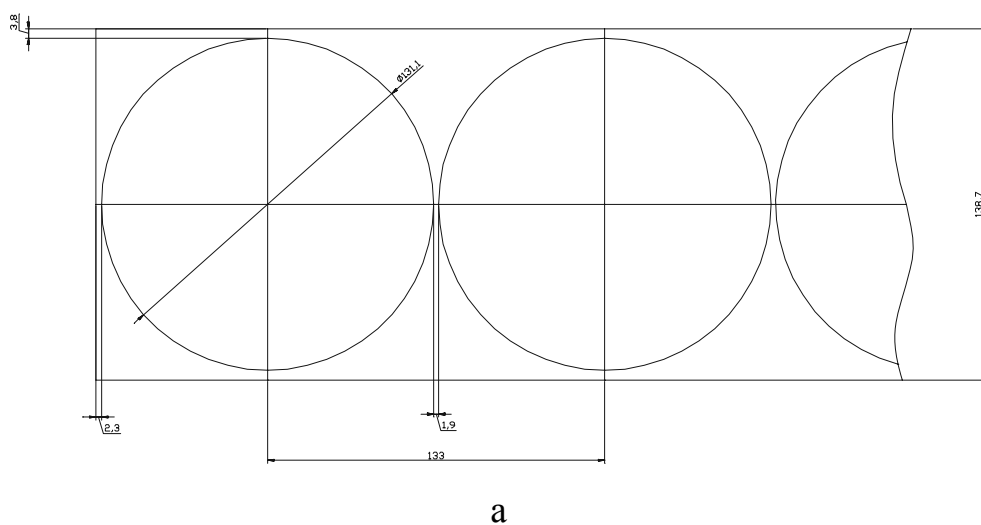


Рис. 1.1. Переходы штамповки

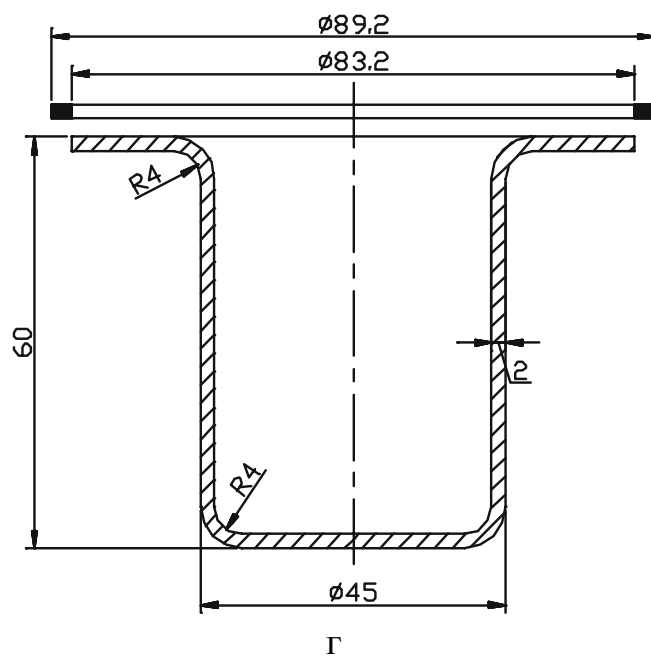
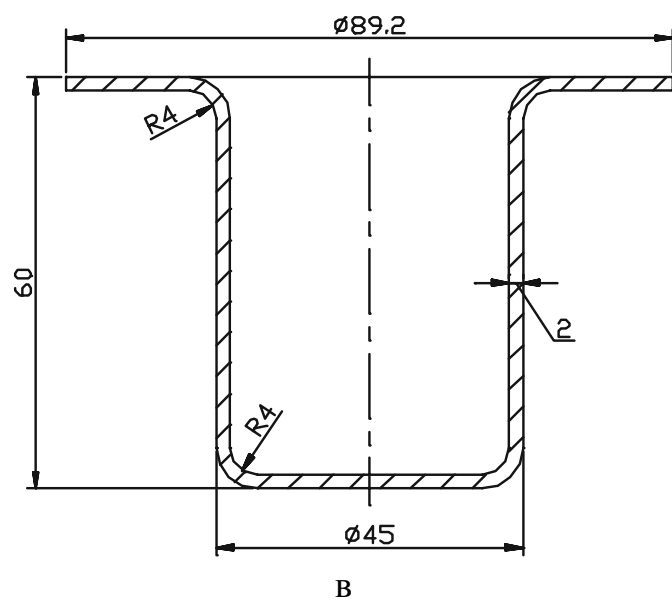
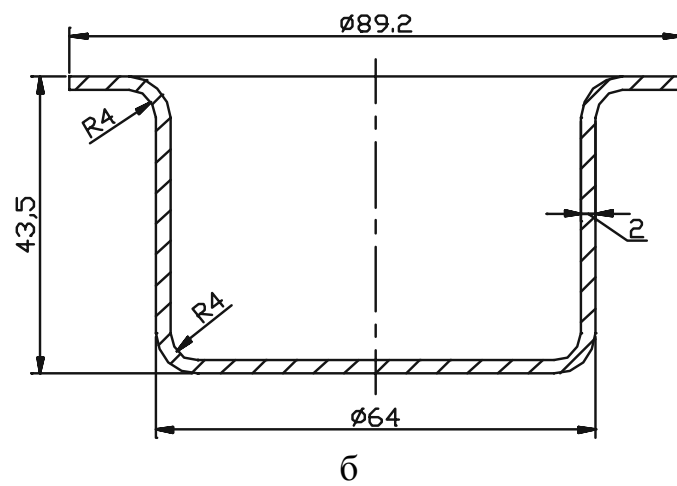
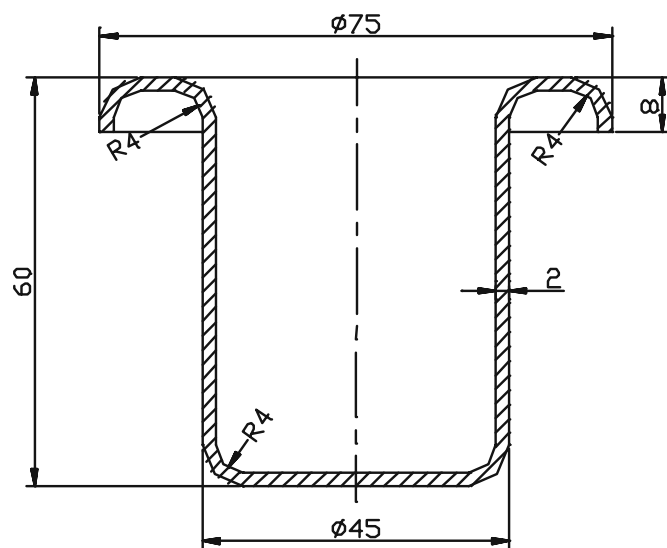
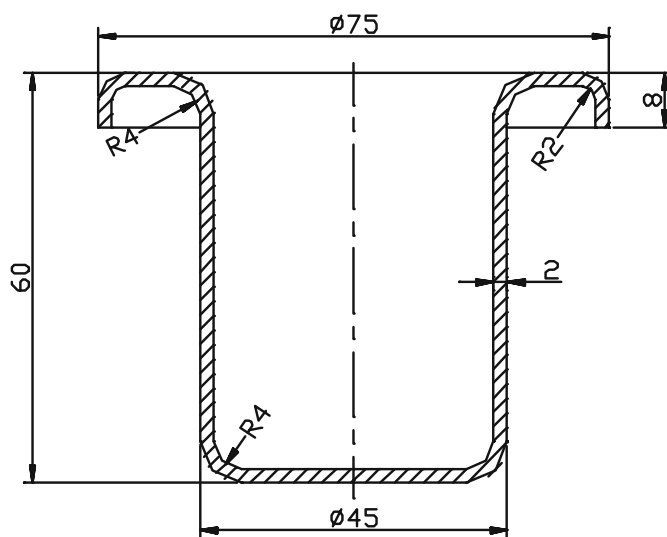


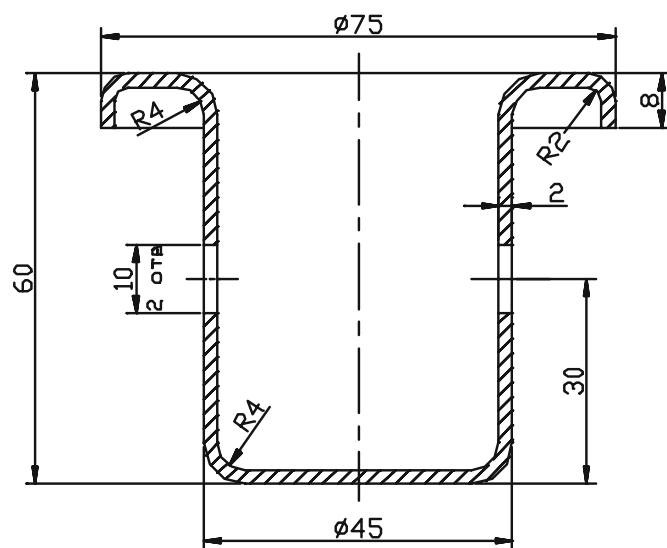
Рис. 1.1. Переходы штамповки (лист 2)



Д



е



Ж

Рис. 1.1. Переходы штамповки (лист 3)

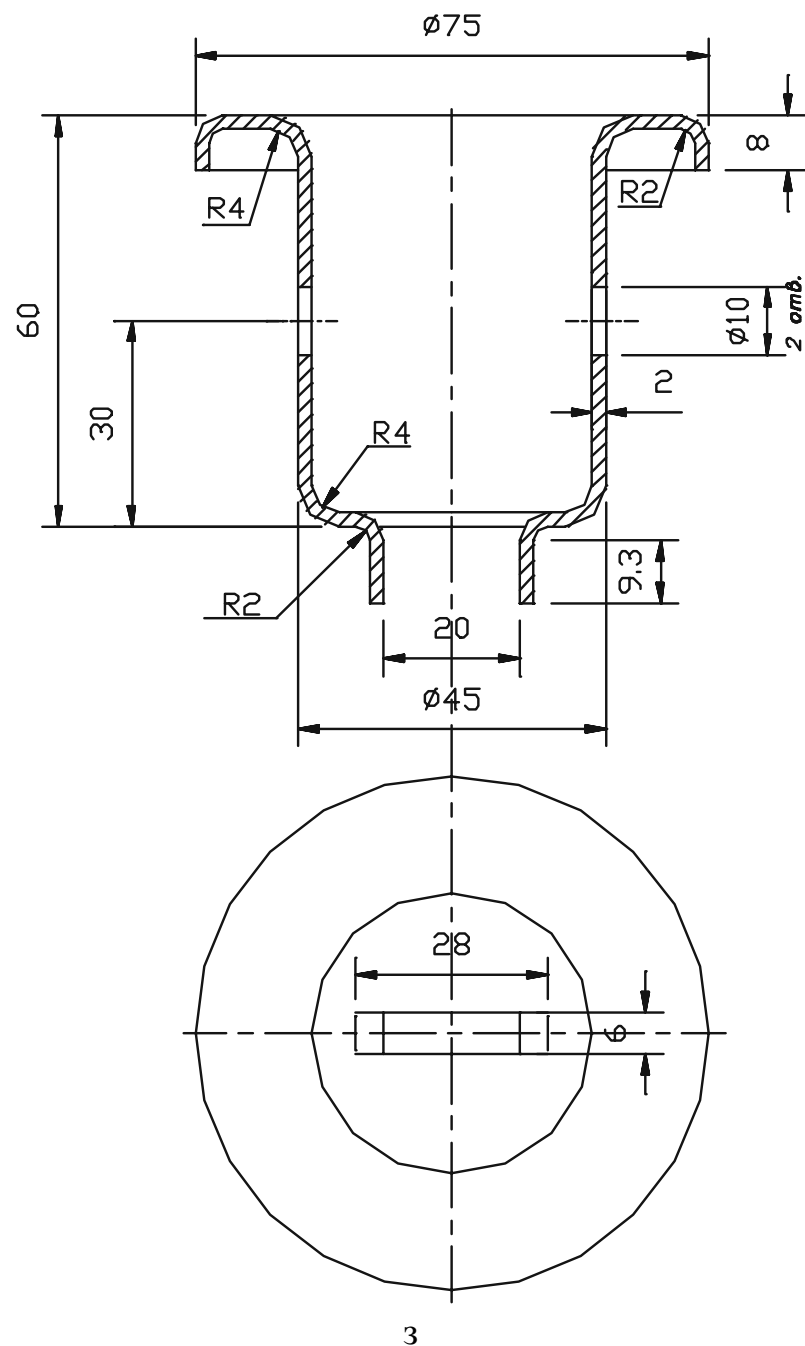


Рис. 1.1. Переходы штамповки (лист 4)

Данный способ не самый оптимальный, так как требует достаточно большого количества штампов (8 штампов), а значит значительных материальных затрат.

Остальные технологические способы, основанные на получении детали жестким инструментом, включают в себя комбинирование рассмотренных выше переходов.

Второй способ:

- вырубка + первая вытяжка;
- вторая вытяжка;
- обрезка технологического припуска на фланце;
- отбортовка;
- калибровка;
- пробивка боковых отверстий;
- надрезка + гибка.

Итого, 7 штампов.

Третий способ:

- вырубка + первая вытяжка;
- вторая вытяжка + обрезка припуска;
- отбортовка;
- калибровка;
- пробивка боковых отверстий;
- надрезка + гибка.

Итого, 6 штампов.

Четвертый способ:

- вырубка + первая вытяжка;
- вторая вытяжка + обрезка припуска;
- отбортовка;
- калибровка + пробивка боковых отверстий;
- надрезка + гибка.

Итого, 5 штампов.

Пятый способ:

- вырубка + первая вытяжка;



- вторая вытяжка + обрезка припуска;
- отбортовка;
- калибровка + пробивка боковых отверстий;
- надрезка + гибка.

Итого, 5 штампов.

Шестой способ:

- вырубка + первая вытяжка;
- вторая вытяжка;
- отбортовка + обрезка припуска;
- калибровка + пробивка боковых отверстий;
- Надрезка + гибка.

Итого, 5 штампов.

Седьмой способ:

- вырубка + первая вытяжка;
- вторая вытяжка;
- обрезка припуска + отбортовка;
- калибровка;
- пробивка боковых отверстий + надрезка + гибка.

Итого, 5 штампов

Также возможными способами получения детали являются:

- реверсивная вытяжка;
- вытяжка полиуретаном;
- жидкостная штамповка;
- обкатка.

Эти способы для изготовления данной детали малопригодны.

Для реверсивной вытяжки конструкция данной детали нетехнологична, так как разница диаметров стакана и отбортованного фланца довольно мала, вследствие чего осуществление процесса реверсивной вытяжки будет затруднительно.

Для вытяжки полиуретаном характерной особенностью является получение не глубоких полых деталей; то есть трудность заполнения донных радиусов, на данной детали имеет глубину 60 мм и радиус у донной части 4 мм. Чаще вытяжку полиуретаном применяют для формовки.

Для жидкостной штамповки характерна относительная сложность штампов.

Для обкатки также характерна сложность деформирующего инструмента.

Итак, на основе анализа технологических вариантов изготовления принимаем седьмой способ (штамповка жестким инструментом с основной технологической операцией – вытяжкой).

Для разработки принимаем седьмой вариант. Данный вариант содержит минимально возможное количество штампов, при этом сложность штампов невелика и обеспечивается обычная сложность штамповки.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Расчет формы и размеров заготовки

Деталь имеет цилиндрическую форму, следовательно, заготовка для ее получения будет иметь круглую форму.

Диаметр исходной заготовки определяется из условия постоянства объемов по методике изложенной в [1].

$$V_z = V_d + V_p, \quad (2.1)$$

где  $V_z$  - объем исходной заготовки,  $\text{мм}^3$ ;

$V_d$  - объем детали,  $\text{мм}^3$ ;

$V_p$  - объем припуска на обрезку,  $\text{мм}^3$ .

Объем детали определим исходя из элементарных объемов участков детали (рис. 2.1).

Определим объем каждого из участков:

$$\begin{aligned} V_1 &= \pi \cdot h \cdot (d_1 - S) \cdot S; \\ V_2 &= \frac{\pi^2}{4} (R_1^2 - R_2^2) \cdot d; \\ V_3 &= \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) \cdot S; \\ V_4 &= \frac{\pi^2}{4} (R_1^2 - R_2^2) \cdot d; \\ V_5 &= \pi \cdot h \cdot (d_1 - S) \cdot S; \\ V_6 &= \frac{\pi^2}{4} (R_1^2 - R_2^2) \cdot d; \\ V_7 &= \frac{\pi}{4} d^2 S. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Суммарный объем, т.е. объем детали без припуска равен  $V_d = 22741.7 \text{ мм}^3$ .

Для определения объема припуска необходимо первоначально определить диаметр фланца до отбортовки (так как обрезка припуска осуществляется до операции отбортовки). Поступим аналогично определению объема детали.

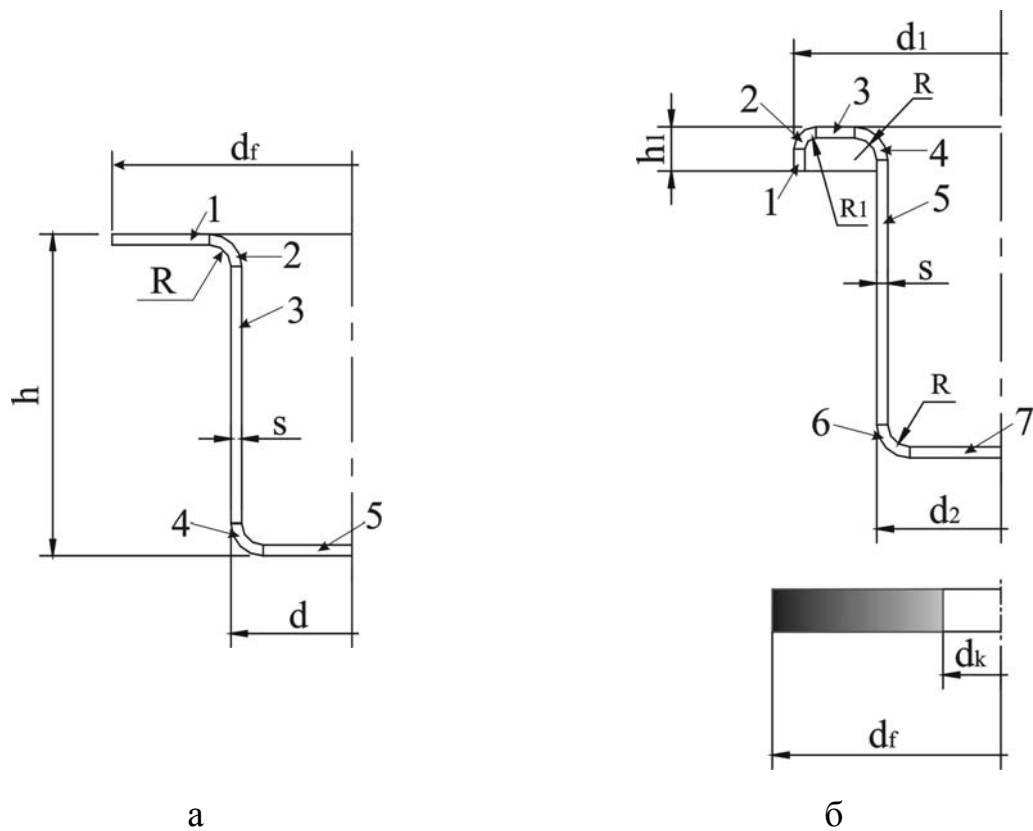


Рис. 2.2. Разбиение детали при определении диаметра фланца

Так как объем детали неизменный, то диаметр фланца без припуска можно определить, приравняв объемы деталей представленных на рис. 2.2. Исходя из того, что математические зависимости определения объема большинства элементарных участков не изменились, можно рассматривать только кольцевой элемент, внутренним диаметром которого является наружный диаметр участка 3 (рис. 2.2, б), а наружным диаметром является искомый диаметр фланца. Конечная формула для определения диаметра фланца без учета припуска на обрезку имеет вид:

$$d_f = \sqrt{\frac{(d_1^2 - (d_1 - 2S)^2)(h_1 - R_1 - S) + 0.25\pi \cdot ((2R_1 + 2S)^2 - 4R_1^2)(d_1 - 2S - 2R_1)}{S}} + d_K^2 \quad (2.3)$$

$$d_f = 83.2 \text{ мм.}$$

Принимаем для стакана с широким фланцем припуск на обрезку по фланцу равный 6 мм на диаметр [1, табл. 35]. Следовательно, диаметр фланца перед обрезкой будет равен  $d_p = 83.2 + 6 = 89.2$  мм.

Объем припуска найдем по формуле:

$$V_p = \frac{\pi}{4} \cdot (d_p^2 - d_f^2) \cdot S, \quad (2.4)$$

где  $d_p$  - диаметр фланца с припуском, мм.

Отсюда  $V_p = 1615.97$  мм<sup>3</sup>.

Итак, объем исходной заготовки по формуле (2.1):

$$V_z = 22741.7 + 1615.97 = 24357.67 \text{ мм}^3.$$

Диаметр исходной заготовки определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_z}{\pi \cdot S}}, \quad (2.5)$$

где  $S$  - толщина исходной заготовки, мм.

Следовательно,

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 24357.67}{\pi \cdot 2}} = 131.1 \text{ мм}.$$

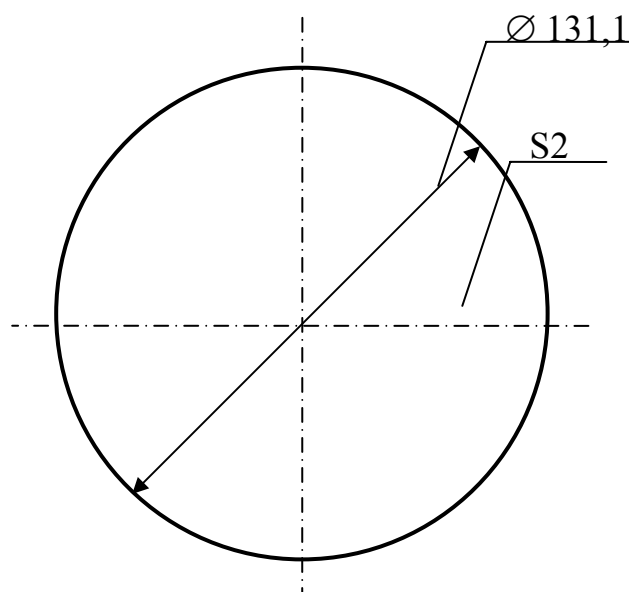


Рис. 2.3. Эскиз исходной заготовки

## 2.2 Сортамент исходного материала

Для получения исходной заготовки принимаем холоднокатаный лист из материала Сталь 08кп. Листы разрезаются на гильотинных ножницах на полосы, из которых при вырубке в штампе получают исходную заготовку.

Сортамент листового материала из стали 08кп приведен в [6].

## 2.3 Раскрой листового материала. Расчет расходных коэффициентов

Расчет раскроя листового материала был осуществлен с использованием ПЭВМ. Для этой цели была применена прикладная программа «Расчет оптимального коэффициента использования металла листовых заготовок» (Kim.exe).

Исходными данными для расчета являются:

- Форма детали – круглая;
- Диаметр заготовки – 131,1 мм;
- Толщина материала – 2 мм;
- Число рядов – 1;
- Материал – мягкая сталь.

Программой были обчислены все типоразмеры листов из исходного сортамента. Из них был выбран лист с наибольшим КИМом (2x1400x2000 мм). Результаты расчета приведены в ПРИЛОЖЕНИИ Д.

Определим норму расхода материала при раскрое листа на полосы:

$$G_{н.р.} = \frac{V_{л} \cdot \rho}{N}, \quad (2.6)$$

где  $V_{л}$  - объем листа, см<sup>3</sup>;

$\rho$  - плотность материала, см<sup>3</sup>; ( $\rho = 7,85$ )

$N$  - количество деталей получаемых из листа, шт. (см. ПРИЛОЖЕНИЕ Г)

$$G_{н.р.} = \frac{140 \cdot 200 \cdot 0.2 \cdot 7.85}{150} = 293.1 \text{ г.}$$

Определим коэффициент выхода годного:

$$KBГ = \frac{M_{Д} \cdot N}{M_{Л}} \cdot 100\%, \quad (2.7)$$

где  $M_{Д}$  - масса одной детали, г;  $M_{Д} = 196$

$M_{Л}$  - масса листа, г.

$$KBГ = 67,15\%.$$

Определим необходимое количество листов для выполнения необходимой программы выпуска (100 000 шт.).

$$n = \frac{N_{\nu}}{N}, \quad (2.8)$$

где  $N_{\nu}$  - программа выпуска, шт;

$$n = \frac{100000}{150} = 667 \text{ шт.}$$

#### 2.4 Способ и оборудование для резки листового материала

Для выполнения проектируемого технологического процесса листовой материал необходимо резать на полосы, из которых затем будут вырубываться заготовки.

Исходным материалом для разрезки является

$$\text{Лист } x/\kappa \frac{Б 2,0 \times 1400 \times 2000 \text{ ГОСТ } 19904 - 92}{4 - III - 08\kappaп \text{ ГОСТ } 1050 - 92}.$$

При данном технологическом процессе наиболее целесообразно использование гильотинных ножниц. Схема резки представлена на рис. 2.4. При выборе ножниц следует руководствоваться данными паспортов о наибольшей толщине разрезаемого на них материала.

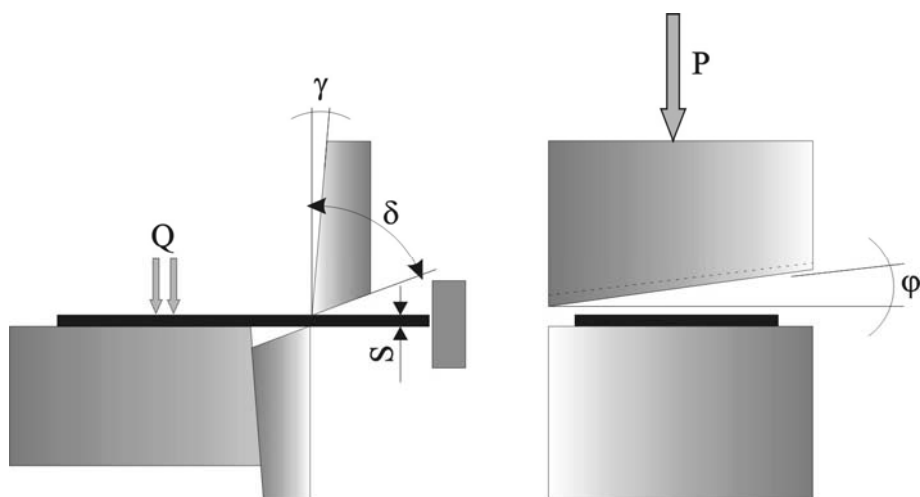


Рис. 2.4. Схема резки на гильотинных ножницах

Требуемое усилие резки можно определить по формуле, [3]:

$$P = \frac{0.5 \cdot S^2 \cdot \tau_{cp} \cdot k}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (2.9)$$

где  $P$  - усилие резки, Н;

$S$  - толщина материала, мм;

$\tau_{cp}$  - предел прочности при срезе, МПа;

$\varphi$  - угол наклона ножей, град;

$k$  - коэффициент запаса,  $k=1,2 \dots 1,8$ .

$$P = \frac{0.5 \cdot 2^2 \cdot 250 \cdot 1.5}{\operatorname{tg} 1^\circ 19'} = 32631 \text{ Н.}$$

По [7, табл. 41] выбираем ножницы модели НД3316Г.

Таблица 2.1

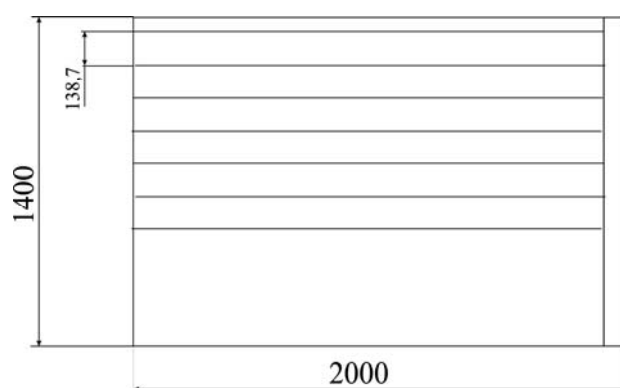
Технологические параметры гильотинных ножниц НД3316Г

№ п/п	Параметр	Единица измерения	Норма
1	Номинальное усилие	кН	78,5
2	Наибольшая толщина разрезаемого материала	мм	4
3	Наибольшая ширина разрезаемых листов	мм	1500

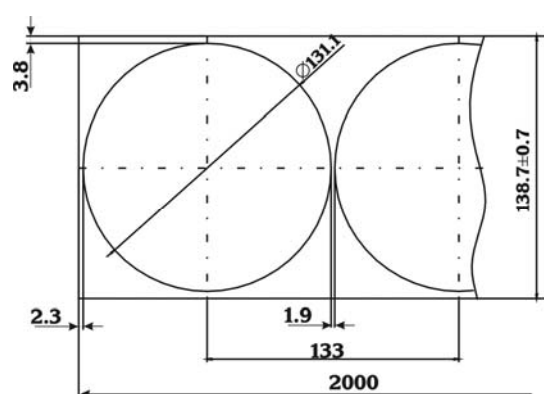


4	Частота движения	мин <sup>-1</sup>	65
5	Угол реза	град	1°19'
6	Ход ножа	мм	65
7	Наибольшая ширина полосы, отрезаемая по заданному упору	мм	600
8	Усилие прижима	кН	9,3
9	Вылет прямолинейный	мм	450

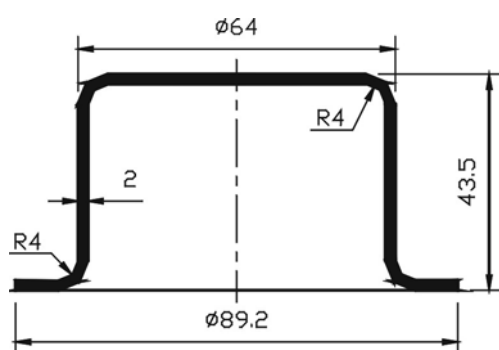
## 2.5 Структура выбранного технологического процесса



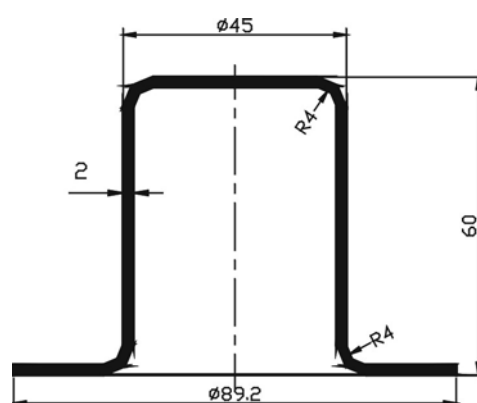
а



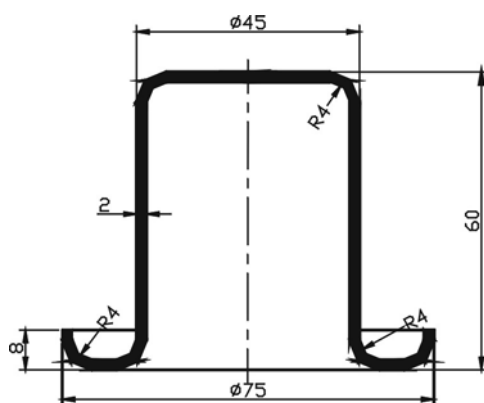
б



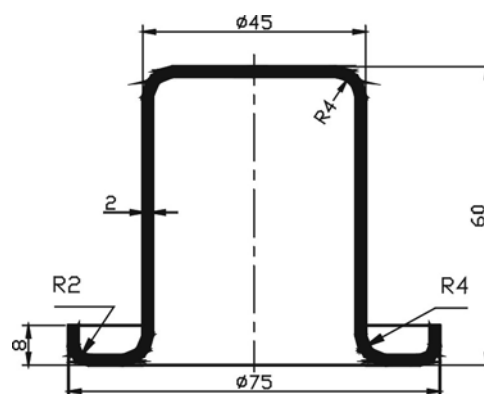
в



г



д



е

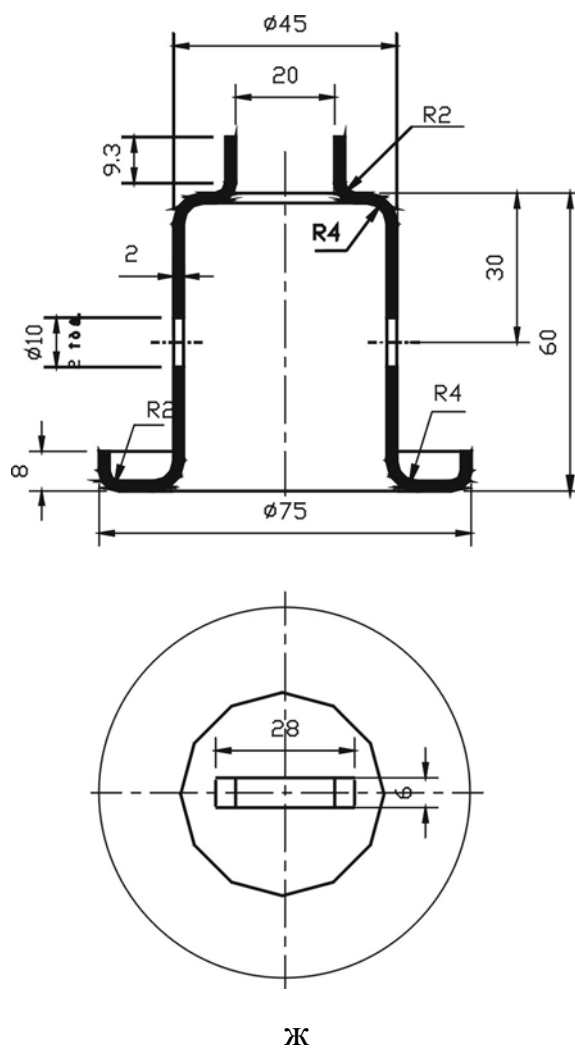


Рис. 2.5. Предполагаемая структура технологического процесса штамповки

Логично предположить, что технологический процесс производства детали будет состоять из следующих технологических операций:

- резка листа на полосы (рис. 2.5, а);
- вырубка круглых заготовок из полосы, которая будет осуществляться в вырубном штампе (рис. 2.5, б);
- 1-ый переход вытяжки — неглубокая вытяжка, которая будет осуществляться в вытяжном штампе (рис. 2.5, в);

- 2-ой переход вытяжки, на котором оформляются габаритные размеры детали (кроме диаметра фланца) – производится в вытяжном штампе (рис. 2.5, г);
- обрезка технологического припуска – осуществляется в обрезном штампе (рис. 2.5, д);
- отбортовка фланца - осуществляется в отбортовочном штампе (рис. 2.5, е);
- пробивка боковых отверстий - осуществляется в пробивном штампе (рис. 2.5, ж);
- надрезка и гибка - осуществляется в совмещенном штампе (рис. 2.5, з).

Такая предполагаемая структура технологического процесса обусловлена формой и размерами изготавливаемой детали.

Использование нескольких переходов вытяжки необходимо, чтобы на операциях не превышалась допустимая степень деформации материала.

После осуществления операций вытяжки краевая кромка фланца может иметь неровности, т.е. не будет правильного по форме и точного диаметального размера. Поэтому нужен штамп для обрезки припуска на фланце. Для этого и был принят при расчете диаметра исходной заготовки технологический припуск на обрезку, равный 6 мм на диаметр.

## 2.6 Технологические расчеты переходов штамповки

Выполним технологические расчеты переходов.

Определим коэффициент первой вытяжки, для этого

$$\frac{d_f}{d_1} = \frac{89.2}{45} = 1.98;$$

$$\frac{S}{D} \cdot 100 = \frac{2}{131.1} \cdot 100 = 1.53.$$

По [1, табл. 53]:  $m_1^{\partial on} = 0.42$ .

Проверим, возможно ли получить данную деталь за один переход:

$$m_1 = \frac{d_1}{D} = \frac{45}{131.1} = 0.34.$$

Так как расчетный коэффициент вытяжки (0.34) гораздо больше допускаемого (0.42), то получение данной детали за одну операцию невозможно.

Следовательно, потребуется как минимум две операции вытяжки.

Принимаем:  $d_1 = 64$  мм, а, следовательно,  $m_1 = \frac{d_1}{D} = \frac{64}{131.1} = 0.49$ .

Полученный коэффициент вытяжки удовлетворяет условию.

Определим коэффициент второй вытяжки.

По [1, табл. 46]  $m_2^{don} = 0.70...0.72$ .

Принимаем  $d_2 = 45$  мм, следовательно,  $m_2 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{45}{64} = 0.7$ .

Полученный расчетный коэффициент второй вытяжки удовлетворяет условию (меньше допустимого).

Определим высоту на каждом переходе вытяжки (определим ее из объема). Исходя из рис. 2.2, а можно записать формулу для определения высоты детали на любом переходе вытяжки стакана с фланцем:

$$h = \frac{V_z - V_1 - V_2 - V_4 - V_5}{\pi \cdot S \cdot (d - S)} + 2 \cdot R + 2 \cdot S \quad (2.10)$$

Итак,  $h_1 = 43.5$  мм.

Но необходимо проверить наибольшую относительную глубину первой вытяжки. Для этого по [1, табл. 54]:

$$\left( \frac{h_1}{d_1} \right)^{don} = 0.75...0.62;$$

$$\left( \frac{h_1}{d_1} \right)^{расч} = \frac{43.5}{64} = 0.68.$$

Расчетный параметр больше допускаемого, значит первую вытяжку можно осуществить как по диаметру, так и по высоте.

По формуле (2.10)  $h_2 = 60$  мм.

## 2.7 Определение деформирующих усилий и других силовых параметров

В процессе изготовления детали исходный материал (лист) режется на полосы, из которых, в свою очередь, вырубываются круглые заготовки, которые подвергаются вытяжке, обрезке, отбортовке, пробивке, надрезке и гибке.

Определим технологические усилия на каждом этапе деформирования:

- Усилие резки на гильотинных ножницах равно 32,6 кН (см. п. 2.4).
- Усилие вырубки круглой заготовки определяется по формуле [1, с. 15]:

$$P = 1.25\pi DS\sigma_{cp}, \quad (2.11)$$

где  $D$  - диаметр заготовки, мм;  $D = 131.1$  мм;

$S$  - толщина материала, мм;  $S = 2$  мм;

$\sigma_{cp}$  - сопротивление срезу, МПа;  $\sigma_{cp} = 250$  МПа, [1, табл. 220].

$$P = 257414 \text{ Н.}$$

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

$$P = \pi d_1 S \sigma_B k_\phi, \quad (2.12)$$

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

$$d_1 = 64 \text{ мм;}$$

$\sigma_B$  - предел прочности материала, МПа;

$$\sigma_B = 300 \text{ МПа, [1, табл. 220];}$$

$k_\phi$  - коэффициент, [1, табл. 75];

$$k_\phi = 0.92 .$$

$$P = 110986 \text{ Н.}$$

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

$$P = \pi d_2 S \sigma_B k_2, \quad (2.13)$$

где  $d_2$  - наружный диаметр заготовки после второй вытяжки, мм;

$$d_2 = 45 \text{ мм};$$

$k_2$  - коэффициент, [1, табл. 74];

$$k_2 = 1.$$

$$P = 84823 \text{ Н.}$$

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

$$P = 1.25\pi d S \sigma_{cp}, \quad (2.14)$$

где  $d$  - диаметр пробиваемого отверстия, мм;

$$d = 10 \text{ мм.}$$

$$P = 23562 \text{ Н.}$$

- Усилие обрезки припуска определяется по формуле (2.11):

$$D = d_f = 83.2 \text{ мм.}$$

$$P = 196035 \text{ Н.}$$

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

$$P = \pi d S \sigma_B k_1, \quad (2.15)$$

где  $d$  - наружный диаметр отбортованного фланца, мм;

$$d = 75 \text{ мм};$$

$k_1$  - коэффициент, [1, табл. 73];

$$k_1 = 0.7.$$

$$P = 98910 \text{ Н.}$$

- Усилие надрезки определяется по формуле:

$$P = 1.25 S \sigma_{cp} L, \quad (2.16)$$

где  $L$  - периметр реза, мм;

$$L = 62 \text{ мм.}$$

$$P = 38750 \text{ Н.}$$

- Усилие гибки определяется по формуле, [1, с. 72]:

$$P = BS\sigma_B k_2, \quad (2.17)$$

где  $B$  – длина линиигиба, мм;

$$B = 6 \text{ мм};$$

$k_2$  - коэффициент, [1, табл. 25];

$$k_2 = 0.17.$$

$$P = 612 \text{ Н.}$$

- Усилие прижима на первой вытяжке определяется по формуле [1, с. 174]:

$$P = 0.25 \cdot \pi \cdot (D^2 - (d_1 + 2r_m)^2) \cdot q, \quad (2.18)$$

где  $r_m$  - радиус закругления матрицы (принимается равным закруглению детали) у фланца,  $r_m = 4$  мм);

$q$  - давление прижима, МПа;

$$q = 2.5 \text{ МПа [1, с. 175]}$$

$$P = 23568 \text{ Н.}$$

- Усилие прижима на второй вытяжке определяется по формуле:

$$P = 0.25 \cdot \pi \cdot (d_1^2 - (d_2 + 2 \cdot r_m)^2) \cdot q, \quad (2.19)$$

$$P = 2527 \text{ Н.}$$

- Усилие снятия полосы с пуансона при вырубке заготовки определяется по формуле, [1, с. 21]:

$$P = K_{CH} P_{выр}, \quad (2.20)$$

где  $K_{CH}$  - коэффициент съема, [1, табл. 6];

$$K_{CH} = 0.07.$$

$$P = 18120 \text{ Н.}$$

- Усилие снятия полуфабриката при обрезке-отбортовке определяется по формуле:

$$P = 0.1(P_{обр} + P_{отб}), \quad (2.21)$$

$$P = 29495 \text{ Н.}$$

Выполненные расчеты позволяют рассчитать технологические усилия в штампах.

- Технологическое усилие в совмещенном штампе для вырубки-вытяжки будет складываться из усилий вырубки, первой вытяжки, прижима, снятия полосы:

$$P_{\Sigma 1} = 410088 \text{ Н} \approx 410 \text{ кН.}$$

- Технологическое усилие в штампе для второй-вытяжки будет складываться из усилий вытяжки, прижима, снятия:

$$P_{\Sigma 2} = 95832 \text{ Н} \approx 96 \text{ кН.}$$

- Технологическое усилие в совмещенном штампе для обрезки-отбортовки будет складываться из усилий обрезки, отбортовки, прижима, снятия:

$$P_{\Sigma 3} = 648880 \text{ Н} \approx 649 \text{ кН.}$$

Технологическое усилие в штампе для калибровки и совмещенном штампе для надрезки и гибки подсчитать затруднительно, так как нет конструкторских разработок для этих штампов.

## 2.8 Установление типа и мощности оборудования

Для изготовления проектируемой детали в качестве основной операции применяется процесс вытяжки.

Вытяжку предполагается производить сначала из плоской заготовки, а затем из предварительно вытянутого полуфабриката. Для того чтобы предварительно вытянутую заготовку можно было свободно поместить в



штамп, необходимо поднять пуансон на расстояние, большее высоты заготовки.

Учет этих всех требований к величине хода ползуна приводит к тому, что нужен ход ползуна не менее 130 мм. Таким ходом ползуна обладают, например, открытые кривошипные прессы простого действия.

По [5, табл. 2] выбираем кривошипный открытый пресс простого действия (одно-кривошипный не наклоняемый с передвижным столом) модель К1430Б.

Данный пресс возможно применять на всех операциях штамповки для данного технологического процесса в связи с тем, что технологическое усилие во всех штампах не превышает 1000 кН; обеспечен ход ползуна и его регулирование; есть возможность регулировки рабочего пространства за счет передвижного стола прессы; конструкция станины прессы, а именно ее жесткость удовлетворяет требованию точности деталей, в прессе есть пневмоподушка.

Таблица 2.1

Основные характеристики прессы модели К1430Б

№ п/п	Параметр	Единица измерения	Норма
1	Номинальное усилие	кН	1000
2	Ход ползуна	мм	130
3	Закрытая высота	мм	500
4	Размер стола	мм	850x560
5	Наибольшая технологическая работа за один ход в режиме непрерывных ходов	кДж	3,0
6	Наименьшая величина хода ползуна	мм	10
7	Наибольшая частота непрерывных ходов	мин <sup>-1</sup>	95
8	Ход верхнего выталкивателя	мм	50
9	Высота подштамповой плиты	мм	100
10	Регулировка закрытой высоты прессы	мм	100
11	Регулировка закрытой высоты прессы положением стола	мм	280
12	Диаметр большего центрального отверстия в подштамповой плите	мм	240
13	Диаметр меньшего центрального	мм	200

	отверстия в подштамповой плите		
14	Диаметр центрального отверстия в столе пресса	мм	360
15	Диаметр центрального отверстия в ползуне	мм	60

## 2.9 Выбор технологических смазок. Способ нанесения смазки.

### Удаление смазки с полуфабриката

При вытяжке правильный выбор типа смазки, ее состава и вязкости имеет первостепенное значение. Применение эффективных смазок дает возможность устойчиво вести процесс при высоком качестве поверхности получаемых деталей и удовлетворительной стойкости штампа.

В производстве применяется большое количество смазок различного типа и состава. Для заданного технологического процесса назначим следующие смазочно-охлаждающие средства по основным технологическим операциям, [2, с. 244; 3, с. 377] ( для Стали 08кп).

- Совмещенный штамп для вырубки-вытяжки: веретенное масло (12%), солидол (25%), рыбий жир (12%), мел (20.5%), олеиновая кислота (5.5%), вода (25%).
- Штамп для второй вытяжки: веретенное масло (12%), солидол (25%), рыбий жир (12%), мел (20.5%), олеиновая кислота (5.5%), вода (25%).
- Совмещенный штамп для обрезки припуска и отбортовки: веретенное масло (12%), солидол (25%), рыбий жир (12%), мел (20.5%), олеиновая кислота (5.5%), вода (25%).
- Штамп для калибровки: веретенное масло (12%), солидол (25%), рыбий жир (12%), мел (20.5%), олеиновая кислота (5.5%), вода (25%).
- Штамп для пробивки боковых отверстий: мыльная эмульсия.
- Штамп для надрезки и гибки: машинное масло.

### Способ нанесения смазки

- Смазка полосового материала производится пропусканием его через вращающиеся войлочные ролики, непрерывно смазываемые смазкой.
- Смазка при второй вытяжке осуществляется погружением или нанесением ее кистью.
- Смазка при отбортовке и обрезке осуществляется погружением или нанесением ее кистью.
- Смазка при калибровке осуществляется погружением или нанесением ее кистью.
- Смазка при пробивке боковых отверстий осуществляется погружением или нанесением ее кистью.
- Смазка при надрезке и гибки осуществляется погружением или нанесением ее кистью.

Удаление смазки с полуфабрикатов осуществляется горячим обезжириванием в щелочных ваннах. Смазочный материал и заготовка должны тщательно предохраняться от загрязнения, в противном случае неизбежна порча деталей и штампов.

## 2.10 Установление вспомогательных операций и окончательного варианта технологического процесса

Окончательный вариант технологического процесса изготовления детали корпус будет состоять из следующих технологических операций (эскизы технологических переходов представлены на рис. 2.2.).

В настоящее время качеству выпускаемой продукции уделяется большое внимание за качеством штампованных изделий необходим контроль, осуществляемый на промышленных предприятиях непосредственно рабочими, мастерами производственных участков и работниками ОТК.

При разработке технологического процесса листовой штамповки предусматривают операции по контролю за качеством полуфабрикатов и готовых изделий. При раздельной штамповке проверке подлежат полуфабрикаты, получаемые после каждой операции, проверка готовой продукции осуществляется выборочно (2...5% партии).

Наиболее распространенными видами контроля являются внешний осмотр и измерение отдельных элементов детали. Внешний осмотр выполняют с целью обнаружения трещин, задиров, складок и других видимых невооруженным глазом дефектов.

Измерение детали производится с целью установления фактических размеров штампованной детали с размерами, указанными в чертеже. Если фактические размеры выходят за поле допусков, то деталь бракуется.

В проектируемом технологическом процессе целесообразно назначить по операционный контроль для всех переходов, то есть измерения размеров полуфабрикатов с помощью штангенциркуля на всех этапах технологического процесса.

Таким образом, технологический процесс получения данной детали будет иметь вид:

- Наметка: уложить лист на стол, нанести на листе разметку  $2 \times 1400 \times 2000$  мм полосу размером  $2 \times 138.7 \pm 0.7 \times 2000$  мм (рис. 2.2,а).
- Резка: резать полосу размером  $2 \times 138.7 \pm 0.7 \times 2000$  мм 1 рез по упору (рис. 2.2,б).
- Контроль: контролировать размер  $2 \times 138.7 \pm 0.7$  мм.

Перед каждой операцией штамповки очистить пуансон и матрицу о пыли, песка и других загрязнителей. Укладку и съем детали производить после полной остановки ползуна пресса.

- Штамповка: произвести совместно вырубку исходной заготовки и первую вытяжку в совмещенном штампе. За один ход пресса – 1 деталь (рис. 2.2,в).

- Контроль: контролировать размеры  $\varnothing 64$  мм и высоту 43.5 мм;  $\varnothing 89.2$  мм.
- Вытянуть полуфабрикат согласно эскизу (рис. 2.2,г) за один ход пресса.
- Контрольная.
- Произвести обрезку припуска и отбортовать полуфабрикат в совмещенном штампе согласно эскизу (рис. 2.2,д). За один ход пресса – одна деталь.
- Контрольная.
- Произвести пробивку боковых отверстий в полуфабрикате согласно эскизу (рис. 2.2,е).
- Контрольная.
- Произвести надрезку и гибку полуфабриката согласно эскизу (рис. 2.2,ж).
- Контрольная.
- Слесарная: сложить детали в контейнер.

Промежуточная термическая обработка не требуется, так как Сталь 08кп выдерживает до 3...4 операций вытяжки без термической обработки [1, табл. 89].

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Выявление типов и технологических схем штампов

Выполненные технологические разработки позволяют перейти к завершающему этапу проектирования – конструированию штамповой оснастки.

Конструкции принятых к разработке штампов достаточно проработаны. Используем аналоги при проектировании. Тип штампа выбирается исходя из проектируемого процесса формоизменения листового материала.

Вырубку исходной заготовки и первую вытяжку можно совместить в одном штампе. Следовательно, такой штамп должен содержать матрицу для вырубки, пуансон для вытяжки и пуансон-матрицу для вырубки и вытяжки. Подача заготовки (полоса) в данный штамп производится вручную. Этот штамп является штампом совмещенного действия, так как одновременно производится вырубка заготовки и вытяжка полуфабриката. Деталь (полуфабрикат) получают за один ход пресса. Съем детали с пуансона осуществляется при помощи съемника, приводимого в движение толкателем от нижней пневмоподушки пресса. В случае, если деталь остается в пуансон-матрице, то она удаляется выталкивателем. Удаление детали из штампа осуществляется при помощи сжатого воздуха или вручную. Эскизный вариант штампа представлен на рис. 3.1.

Вторую вытяжку можно осуществить в штампе, который должен содержать матрицу и пуансон для вытяжки, центрирующий элемент для установки полуфабриката с предыдущей операции вытяжки, съемник и выталкиватель. Таким образом, это штамп простого действия. За один ход пресса получают одну деталь. Удаление детали из штампа осуществляют с помощью сжатого воздуха или вручную. Эскизный вариант штампа представлен на рис. 3.2.

Обрезку технологического припуска и отбортовку фланца можно осуществить в одном штампе. Такой штамп должен содержать матрицу для

обрезки припуска, матрицу для отбортовки, пуансон для обрезки, пуансон для отбортовки, ножи для разделения обрезанного припуска.

Разрезку обрезанного технологического припуска осуществляют с помощью ножей, расположенных в нижней половине штампа. Таким образом, этот штамп совмещенного действия. За один ход пресса получают одну деталь. Удаление детали из штампа осуществляют с помощью сжатого воздуха или вручную. Удаление отходов производят вручную (резаный припуск). Эскизный вариант штампа представлен на рис. 3.3.

Калибровку фланца можно осуществить в штампе, который должен содержать пуансон и матрицу для калибровки, центрирующий элемент, съемник и выталкиватель. Таким образом, это штамп простого действия. За один ход пресса получают одну деталь. Удаление детали из штампа осуществляют с помощью сжатого воздуха или вручную. Эскизный вариант штампа представлен на рис. 3.4.

Надрезку, гибку и пробивку боковых отверстий можно осуществить в одном штампе. Такой штамп должен содержать пуансоны для надрезки, гибки, пробивки и матрицы для этих операций, а также съемник и выталкиватель. Таким образом, это штамп совмещенного действия. За один ход пресса получают одну деталь. Удаление детали из штампа осуществляют с помощью сжатого воздуха или вручную. Эскизный вариант штампа представлен на рис. 3.5.

К разработке принимаем штампы совмещенного действия:

- для вырубки-вытяжки;
- для обрезки-отбортовки.

Рабочий чертеж совмещенного штампа для вырубки-вытяжки представлен на чертеже ОМД 982.091.00.00 СБ.

Рабочий чертеж совмещенного штампа для обрезки-отбортовки представлен на чертеже ОМД 982.093.00.00 СБ.

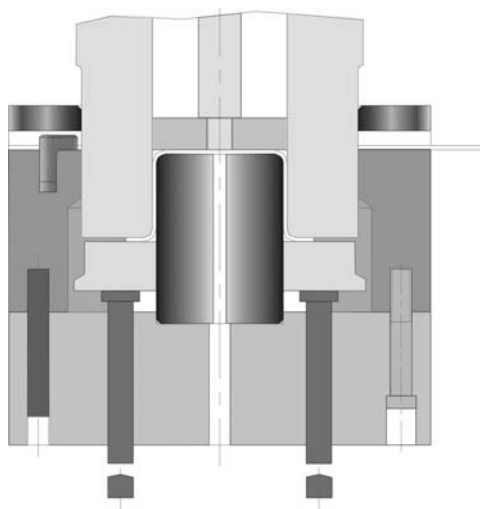


Рис.3.1. Штамп для вырубки-вытяжки

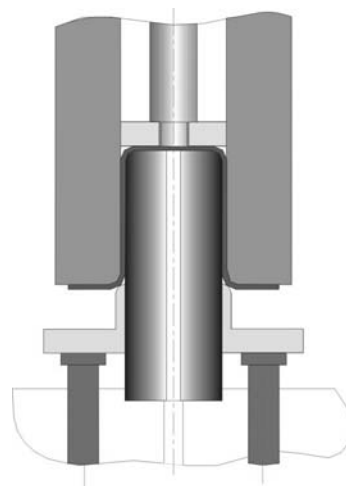


Рис.3.2. Штамп второй-вытяжки

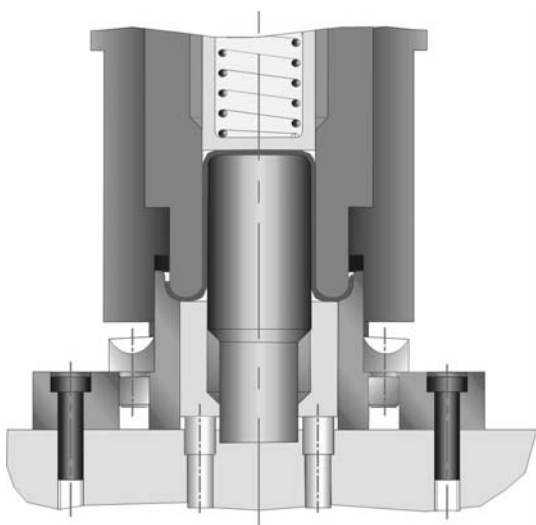


Рис.3.3. Штамп для обрезки-отбортовки

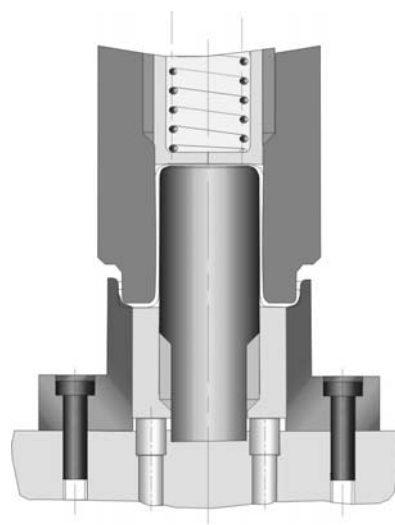


Рис.3.4. Штамп для калибровки

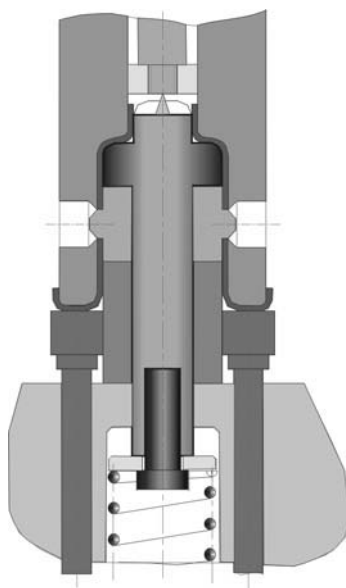


Рис.3.5. Штамп для надрезки-гибки-пробивки



### 3.2 Прочностные расчеты деталей штампов

Для обеспечения гарантии работоспособности штампов необходимо произвести прочностные расчеты рабочего инструмента и наиболее «слабых» элементов штампов.

Для совмещенного штампа для вырубки-вытяжки (чертеж ОМД 982.091.00.00 СБ):

- Пуансон-матрица (ОМД 982.091.00.08).

Определим напряжение сжатия:7

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F} = \frac{4P}{\pi(D_n^2 - D_г^2)} = \frac{4 \cdot 410088}{\pi \cdot (130,2^2 - 63,76^2)} = 40,6 \text{ МПа.}$$

Допускаемое напряжение сжатия для инструментальной стали  $[\sigma_{сж}] = 1000 \dots 1600$  МПа, следовательно,  $\sigma_{сж} < [\sigma_{сж}]$ .

Расчет опорной поверхности (верхней плиты) на смятие

$$p = \frac{P}{F} \leq [\sigma]_{см}$$

где  $p$  – удельное усилие, МПа;

$P$  – технологическое усилие, Н;  $P=410088$  Н;

$F$  – площадь опорной поверхности пуансона, мм<sup>2</sup>;

$$F = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (140^2 - 64^2)}{4} = 12170.6 \text{ мм}^2.$$

$$\text{Итак, } p = \frac{410088}{12170.6} = 33.7 \text{ МПа.}$$

Для Стали 45 (материал верхней и нижней плиты)  $[\sigma_{см}] = 310$  МПа, таким образом  $p < [\sigma_{см}]$ .

Остальные детали штампа не испытывают больших нагрузок и напряжений, поэтому вести прочностные расчеты для них не целесообразно.

Для совмещенного штампа для обрезки-отбортовки (чертеж ОМД 982.093.00.00 СБ):

- Пуансон отбортовочный (ОМД 982.093.00.04).

Расчет пуансона на сжатие:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F} = \frac{4P}{\pi(D_n^2 - D_6^2)} = \frac{4 \cdot 648800}{\pi \cdot (69.36^2 - 45^2)} = 296.7 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{сж} < [\sigma_{сж}].$$

Расчет опорной поверхности на смятие:

$$p = \frac{4 \cdot 648800}{\pi \cdot (91^2 - 55^2)} = 157.2 \text{ МПа.}$$

$$p < [\sigma_{см}].$$

- Противопуансон (ОМД 982.093.00.03).

Расчет опорной поверхности на смятие (при максимальном сжатии пружины):

$$p = \frac{4 \cdot 160000}{\pi \cdot 31^2} = 212 \text{ МПа.}$$

$$p < [\sigma_{см}].$$

Для остальных деталей данного штампа не целесообразно проводить проверочные прочностные расчеты.

Как показали прочностные расчеты, все наиболее нагруженные детали разрабатываемых штампов удовлетворяют требованиям прочности. Но во втором штампе целесообразно установить каленую прокладку между деформирующим инструментом и верхней плитой в целях увеличения запаса прочности.

### 3.3 Расчет исполнительных размеров рабочего инструмента

Правильное определение и назначение исполнительных размеров рабочего инструмента является залогом получения качественных деталей.

Так, для штампа совмещенной вырубки и вытяжки исполнительные размеры инструмента для вырубки могут, определены по следующим формулам:

$$D_m = (D_n - \Delta')^{+\delta_m};$$

$$D_{\Pi} = (D_H - \Delta' - Z_{\min}) - \delta_k, \quad (3.1)$$

где  $D_H, D_{\Pi}$  - соответственно диаметр матрицы и пуансона при вырубке, мм;

$D_H$  - номинальный диаметр изделия, мм;

$\Delta'$  - припуск на износ инструмента, мм;

$$\Delta' = 0.8 \cdot \Delta \quad (3.2)$$

где  $\Delta$  - поле допуска штампуемой детали, мм;

$Z_{\min}$  - минимальный гарантированный зазор между матрицей и пуансоном, мм;

$\delta_H, \delta_{\Pi}$  - поле допуска на изготовление соответственно матрицы и пуансона, мм.

Вырубку производим по  $\pm \frac{IT14}{2}$ .

Здесь  $D_H = 131.1, Z_{\max} = 0.18, Z_{\min} = 0.10$ , [3, табл. 6];

$\delta_H = -0.02$ ,  $\delta_{\Pi} = +0.04$ , [1, табл. 194];

$\Delta = 1.0$ , [6, с. 285]

По формуле (3.2):

$$\Delta' = 0.8 \cdot 1.0 = 0.8 \text{ мм.}$$

По формуле (3.1):

$$D_m = (131.1 - 0.8)^{+0.04} = 130.3^{+0.04} \text{ мм;}$$

$$D_{\Pi} = (131.1 - 0.8 - 0.1)_{-0.02} = 130.2_{-0.02} \text{ мм.}$$

Сумма допусков на изготовление матрицы и пуансона не должны превышать допуска на зазор:

$$\delta_H + \delta_{\Pi} \leq (Z_{\max} - Z_{\min});$$

$$-0.02 + 0.04 \leq 0.18 - 0.10;$$

$$0.02 < 0.08$$

На рис. 3.6 представлены схемы расположения полей допусков на исполнительные размеры пуансона и матрицы при вырубке круглого контура.

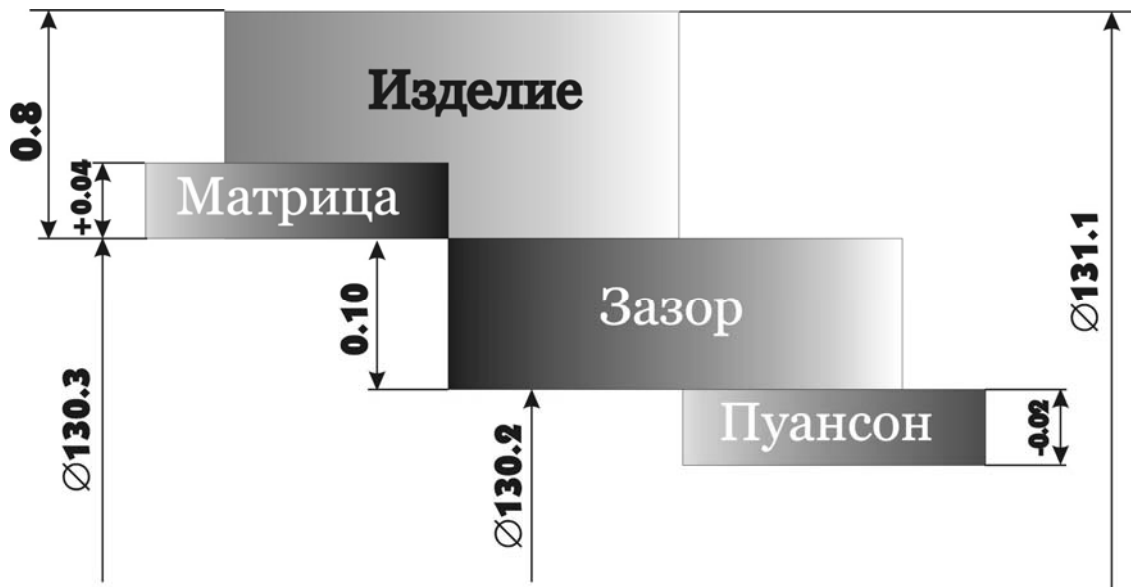


Рис. 3.6. Схема расположения полей допусков на исполнительные размеры пуансона и матрицы при вырубке

Исполнительные размеры инструмента при вытяжке в штампе совмещенного действия можно определить по следующим формулам (при сопряжении изделия по наружному диаметру):

$$D_m = (D_n - 0.8 \cdot \Delta)^{+\delta_m},$$

$$D_{\Pi} = (D_n - 0.8 \cdot \Delta - 2 \cdot Z)_{-\delta_k}, \quad (3.3)$$

где  $Z$  – односторонний зазор между матрицей и пуансоном, мм.

Вытяжку производим по  $h_{12}$ .

Здесь  $D_n = 64$ ;  $Z = (1.3 \dots 1.4)S = 1.35 \cdot 2 = 2.7$  мм;  $\Delta = 0.3$  [6, с. 300];

$\delta_n = -0.10$ ,  $\delta_m = +0.15$ , [1, табл. 196];

По формуле (3.3):

$$D_m = (64.0 - 0.8 \cdot 0.3)^{+0.15} = 63.76^{+0.15} \text{ мм};$$

$$D_n = (64.0 - 0.8 \cdot 0.3 - 2 \cdot 2.7)_{-0.10} = 58.36_{-0.10} \text{ мм}.$$

На рис. 3.7 представлена схема расположения допусков на исполнительные размеры инструмента при первой вытяжке.



Рис. 3.7. Схема расположения допусков на исполнительные размеры инструмента при первой вытяжке

Для штампа совмещенной обрезки и отбортовки исполнительные размеры инструмента для обрезки припуска определяются по формуле (3.1).  
Обрезка по h14.

Здесь  $D_H = 83.20$ ,  $Z_{\max} = 0.18$ ,  $Z_{\min} = 0.10$ , [3, табл. 6];

$\delta_n = -0.02$ ,  $\delta_m = +0.04$ , [1, табл. 194];

$\Delta = 0.87$ , [6, с. 285]

Итак, по формуле (3.1):

$$D_m = (83.20 - 0.80 \cdot 0.87)^{+0.04} = 82.50^{+0.04} \text{ мм};$$

$$D_n = (83.20 - 0.80 \cdot 0.87 - 0.10)_{-0.02} = 82.40_{-0.02} \text{ мм}.$$

На рис. 3.8 представлена схема расположения допусков на исполнительные размеры инструмента при обрезке припуска

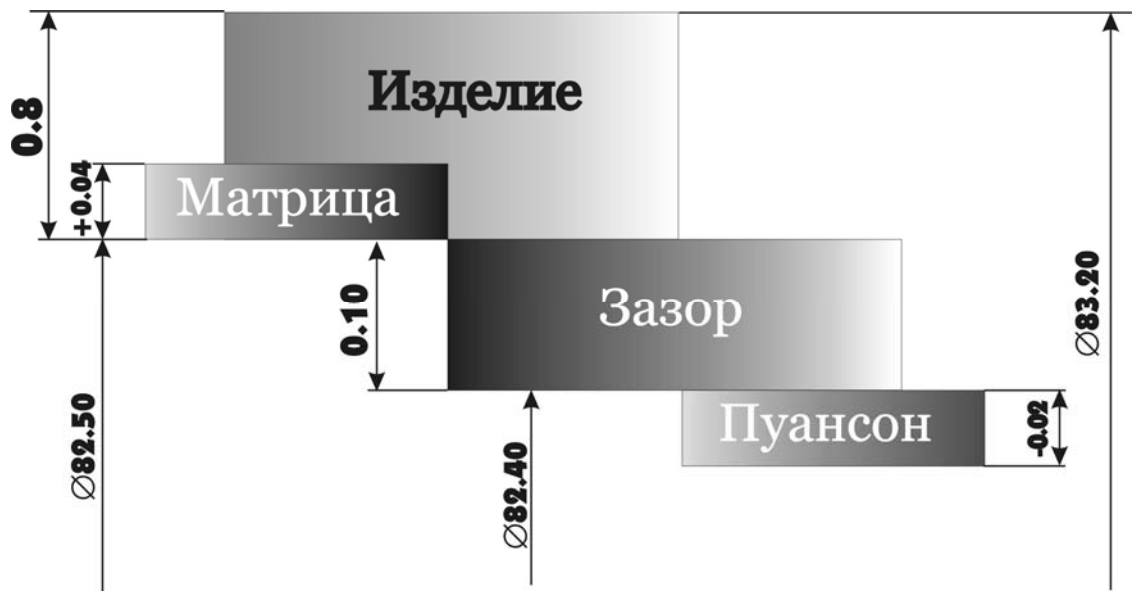


Рис. 3.8. Схема расположения допусков на исполнительные размеры инструмента при обрезке припуска

Исполнительные размеры инструмента при отбортовке в штампе совмещенного действия можно определить по формулам (3.3) (при сопряжении изделия по наружному диаметру).

Отбортовку производим по h12.

Здесь  $D_H = 75.0$ ;  $Z = (1.3 \dots 1.4)S = 1.35 \cdot 2 = 2.7$  мм;  $\Delta = 0.3$  [6, с. 300];

$\delta n = -0.10$  ,  $\delta m = +0.15$ , [1, табл. 196];

$$D_m = (75.0 - 0.80 \cdot 0.30)^{+0.15} = 74.76^{+0.15} \text{ мм};$$

$$D_n = (75.0 - 0.80 \cdot 0.30 - 2.0 \cdot 2.70)_{-0.10} = 69.36_{-0.10} \text{ мм}.$$

На рис. 3.9 представлена схема расположения допусков на исполнительные размеры инструмента при отбортовке.

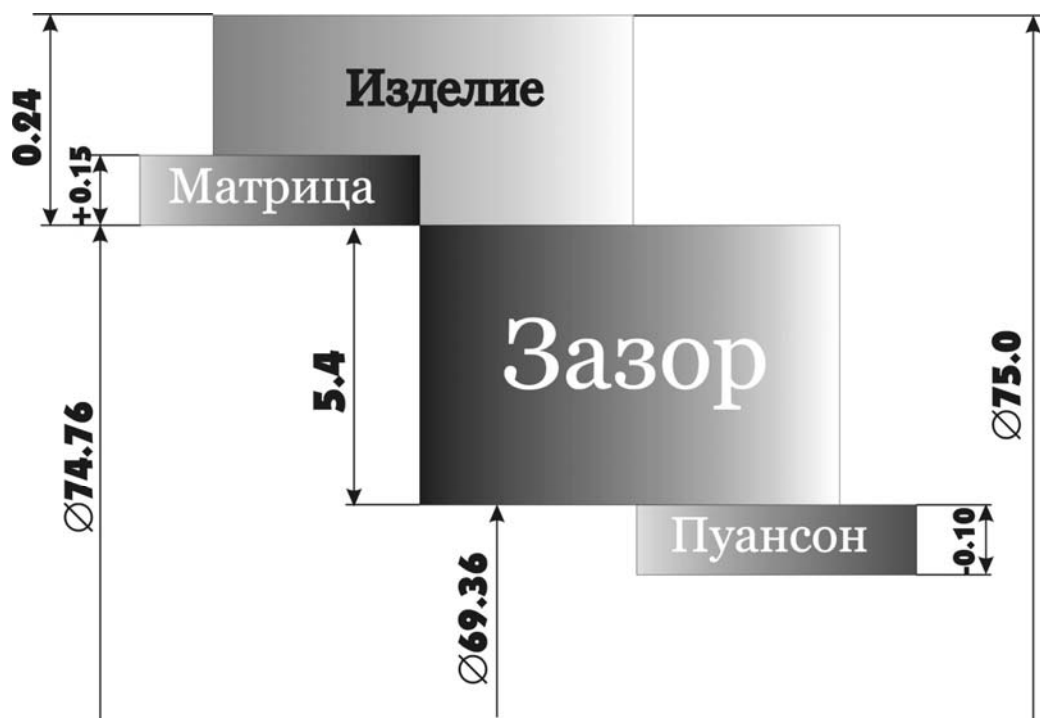


Рис. 3.9. Схема расположения допусков на исполнительные размеры инструмента при отбортовке

### 3.4 Разработка рабочих чертежей штампов

В соответствии с заданием на курсовой проект необходимо разработать штамп для совмещенной вырубki и вытяжки и штамп для совмещенной обрезки припуска и отбортовки, т.е. штампы №1 и №3.

Штамп для совмещенной вырубki и вытяжки в эскизном варианте приведен на рис. 3.1. Воспользуемся им для дальнейших разработок. Рабочий чертеж спроектированного штампа приведен на чертеже ОМД 982.091.00.00 СБ. Из 27 наименований входящих в него элементов, он содержит 0 сборочных единиц, 27 деталей. 16 из которых являются стандартными. Кроме того, у верхней и нижней плиты заготовкой являются стандартные изделия. Использование стандартных деталей позволяет уменьшить объем проектирования. Ниже приведен перечень источников, которые были использованы для определения типоразмеров стандартных изделий:

- Сборник ГОСТов №526: блок.
- Сборник ГОСТов №200: хвостовик.
- Сборник ГОСТов №369: толкатели, упор, ножи.
- [6]: винты и штифты.

Блок 1004-4413 принят по ГОСТ 13125-83 (блоки штампов с задним расположением направляющих узлов скольжения):

*Блок 1004-4413-1 ГОСТ 13125-83.*

По рекомендациям ГОСТа для данного блока приняты:

- Заготовки под плиты для штампов с задним расположением направляющих узлов исполнения 1:

*Плита 1022-4507-1 ГОСТ 13112-83 (плита верхняя);*

*Плита 1022-4508-1 ГОСТ 13112-83 (плита нижняя).*

- Колонки направляющие гладкие исполнения 1:

*Колонка 1030-6077-20-6 ГОСТ 13118-83.*

- Втулки направляющие гладкие:

*Втулка 1032-2696-20-7 ГОСТ 13120-83.*

Подробные сведения о стандартных изделиях, входящих в штамп, приведены в прилагаемой к нему спецификации (ПРИЛОЖЕНИЕ Б).

Штамп для совмещенной обрезки и отбортовки в эскизном варианте представлен на рис. 3.3. Воспользуемся им для дальнейших разработок. Рабочий чертеж спроектированного штампа представлен на чертеже ОМД 982.093.00.00 СБ. Из 23 наименований, входящих в него элементов, он содержит 0 сборочных единиц, 23 детали, 10 из которых являются стандартными. Кроме того, у верхней и нижней плиты заготовкой являются стандартные изделия. При проектировании данного штампа были использованы те же источники для стандартных изделий. Блок у данного штампа аналогичен предыдущему. Подробные сведения о стандартных изделиях, входящих в штамп, приведены в прилагаемой к нему спецификации (ПРИЛОЖЕНИЕ В).



### 3.5 Описание конструкций и работы штампов

Рассмотрим конструкции штампов принятых к разработке:

- Штамп для совмещенной вырубки-вытяжки от существующих аналогов отличается тем, что вместо пружинного съемника, закрепленного в верхней половине штампа, предложен жесткий съемник, который крепится на матрицу на нижней плите.

Высота штампа в сомкнутом состоянии, диаметр хвостовика и вылет относительно оси хвостовика в предложенном штампе соответствуют рабочим параметрам прессы К1430Б.

Работа штампа состоит в следующем: в исходном положении верхняя половина штампа поднята; заготовка (полоса) подается между съемником и матрицей до упора; выполняется рабочий ход; пуансон-матрица, наезжая на заготовку производит вырубку и вытяжку; при ходе ползуна прессы вверх отштампованная заготовка выталкивается из нижней половины штампа съемником, а из верхней – выталкивателем, который приводится в движение толкателем, расположенным внутри хвостовика.

Исходная заготовка для штампа – полоса. Отштампованный полуфабрикат – стакан с фланцем.

- Штамп для совмещенной обрезки-отбортовки от существующих аналогов отличается схемой выталкивания и конструкцией деформирующего инструмента.

Высота штампа в сомкнутом состоянии, диаметр хвостовика и вылет относительно оси хвостовика в предложенном штампе соответствуют рабочим параметрам прессы К1430Б.

Работа штампа состоит в следующем: в исходном положении верхняя половина штампа поднята; заготовка подается в рабочую зону штампа и устанавливается на противопуансоне; выполняется рабочий ход; группа пуансонов производит обрезку припуска на фланце, а затем отбортовку фланца; при ходе ползуна прессы вверх отштампованная заготовка

выталкивается из нижней половины штампа съемником, а из верхней – выталкивателем, который приводится в движение пружиной, расположенной внутри.

Исходная заготовка для штампа – стакан с фланцем. Отштампованный полуфабрикат – стакан с отбортованным фланцем.

### 3.6 Расчет пружины сжатия

Проведенный расчет цилиндрической пружины сжатия с круглым сечением проволоки из стали 65Г, применяемой для выталкивания детали в штампе совмещенного действия для обрезки-отбортовки приведен в ПРИЛОЖЕНИИ Д.

По ГОСТ 13766-68 была выбрана пружина № 399, обеспечивающая требуемое усилие выталкивания.

Сила пружины при максимальной деформации – 160 кН; диаметр проволоки – 3 мм.

## 4 МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

### 4.1 Механизация и автоматизация подачи материала и заготовок

Механизация и автоматизация листоштамповочных работ позволяет в несколько раз увеличить производительность труда, а также обеспечить безопасность работы на прессах.

Для разрабатываемого штампа совмещенной вырубки и вытяжки для автоматической подачи полосы в рабочее пространство штампа возможно применить следующие виды подач, валковую, крючковую, клещевую и т.д.

Так как был принят валковый тип смазки полосы, то логично применить валковую подачу полосы.

Чаще всего применяется двусторонняя валковая подача, основой привода которой является клинороликовая муфта рабочего и холостого хода. При движении тяги вверх происходит заклинивание роликов, сцепление с наружной обоймой, поворот валков и перемещение полосы на величину шага подачи. При движении тяги вниз ролики соскальзывают, сцепление с наружной обоймой не происходит и валки не вращаются.

### 4.2 Механизация и автоматизация удаления деталей и отходов

Автоматизация удаления отштампованных деталей имеет весьма важное значение для увеличения производительности, а особенно в отношении техники безопасности, так как большинство несчастных случаев происходит при ручном удалении деталей из штампа. Поэтому механизация съема и удаления деталей должна применяться и в случае обычной штамповки без автоматической подачи заготовок.

Наиболее простым способом автоматического удаления деталей является штамповка на провал, при которой отштампованные детали падают в соответствующий ящик.

Весьма простым и надежным способом удаления небольших деталей с поверхности штампа является применение сжатого воздуха. Этот способ возможно применить во всех штампах разрабатываемого технологического процесса.

Также отштампованные детали можно удалять при помощи промышленных роботов.

#### 4.3 Автоматизация счета, укладки и взвешивания отштампованных деталей

При обычной штамповке на провал, а также и с обратным выталкиванием деталей на поверхность штампа с последующим сбрасыванием их в ящик, детали находятся в хаотическом беспорядке, мнут и царапают друг друга, перепутываются с отходами и требуют рассортировки, что иногда обходится дороже, чем сама штамповка. В ряде случаев это совершенно недопустимо.

Для устранения указанных недостатков применяется автоматическая укладка в пакеты или съемные магазины, помещаемые под штампы. Типы устройств для укладки зависят от формы, размеров и особенностей штампуемых деталей. Они регламентированы ГОСТ 16927-71 на стапелирующие устройства.

Автоматическое взвешивание стапелируемых деталей производят на автоматических весах, устанавливаемых рядом с прессом.

Счет отштампованных деталей обычно производят по числу ходов прессы. Более точно число отштампованных деталей может быть подсчитано приборами с радиоактивными изотопами.

Наиболее простым способом, применяемым в производстве небольших деталей, является взвешивание всей партии. Исключив массу тары и раздели общую массу на массу одной детали, находят количество отштампованных деталей. Взвешиванию подвергаются только годные принятые детали, без брака и отходов.

## 5 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Вопросы техники безопасности и облегчения условий труда являются первостепенными.

Одним из простейших методов обеспечения безопасности в работе оператора является применение в штампах оградительных козырьков, щитов и решеток.

Опасное пространство между колонкой и втулкой можно оградить при малых ходах ползуна удлиненными втулками, а при больших ходах – телескопическими трубками.

Вопросы безопасности частично решаются путем соблюдения элементарных норм по технике безопасности при конструировании штампов. Имеется в виду следующее: соблюдение рекомендуемых расстояний между колонкой и втулкой, введение средств транспортировки тяжелых деталей и штампов в целом.

Необходимо обеспечить такие условия работы, при которых отпадает необходимость оперировать руками в рабочей зоне штампа или ручные манипуляции свести к легким безопасным движениям.

При выполнении разделительных и других операций применять механизированную подачу материала и надежные средства для удаления готовых деталей и отходов.

## 6 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

При выполнении операций вырубка-вытяжка (штамп №1), обрезка-отбортовка (штамп №3), надрезка-гибка-пробивка (штамп №5) организация работы прессы приведена на рис. 6.1 [1, с.347].

Штамповщик берет правой рукой заготовку и подает ее в рабочую зону штампа. После выполнения рабочего хода отштампованный полуфабрикат сбрасывается в тару крючком, который штамповщик держит в левой руке. После окончательной штамповки отход сбрасывается в тару.

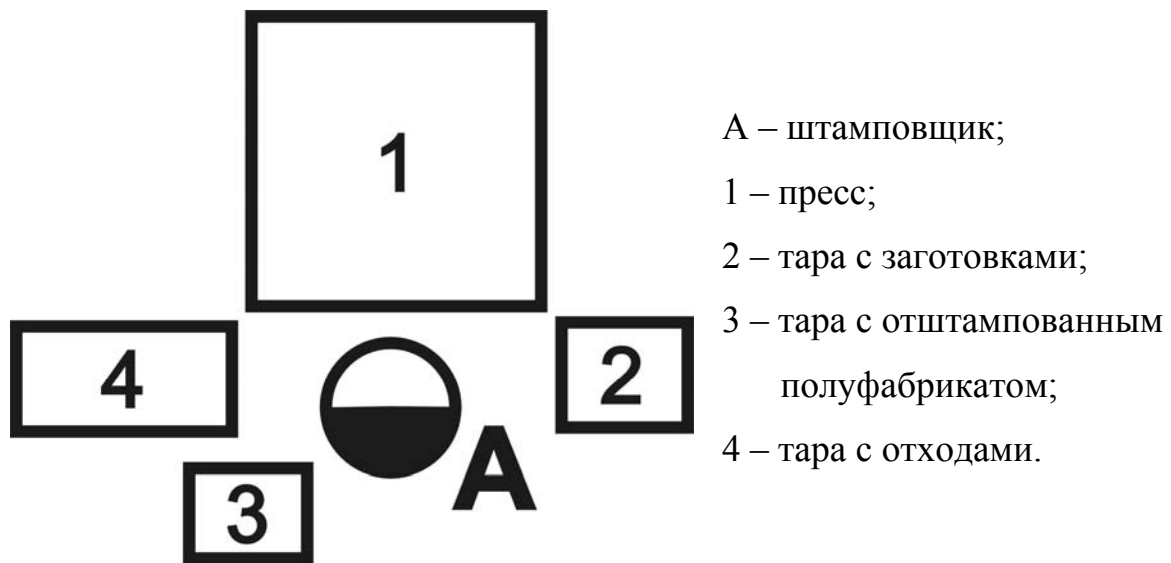


Рис. 6.1. Схема планировки и организации рабочего места при выполнении операций штамповки в штампах 1, 3, 5

При выполнении штамповки в штампах 2, 4 организация рабочего места из-за того, что нет отхода несколько иная [1, с.347].

Штамповщик устанавливает заготовку в штамп правой рукой, а снимает левой.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения курсового проекта был проведен анализ технологичности детали, который показал, что данная деталь может быть изготовлена методами листовой штамповки.

В результате патентно-информационного поиска были изучены конструкции штампов и способы получения аналогичных деталей. Поиск показал, что наиболее рациональными для получения требуемой детали являются штампы простого и совмещенного действия.

Анализ схем деформирования показал, что для изготовления детали необходимо выполнение штамповочных операций, а для их реализации требуется штампов.

В курсовом проекте выполнены все необходимые расчеты, связанные с изготовлением детали листовой штамповкой. Определено требуемое для реализации процесса технологическое оборудование – пресс. Разработаны эскизные проекты всех штампов, а для двух штампов выполнены рабочие чертежи. Также выполнены рабочие чертежи некоторых деталей штампов.

Все приведенные технологические и конструкторские разработки изложены в пояснительной записке ( листов формата А4) и графической части (4 листа формата А1).



## ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с., ил.
2. Технология холодной штамповки. Малов А.Н., «Машиностроение», 1969, 568 с.
3. Зубцов М.Е. Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением». – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с., ил.
4. Аверкиев Ю.А. Холодная штамповка. Издательство Ростовского университета, 1984. – 288 с.
5. Справочник по оборудованию для листовой штамповки. Л.И. Рудман, А.И. Зайчук, В.Л. Марченко и др.; Под общ. ред. Л.И. Рудмана. – К.: Техника, 1989. – 231 с.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. 728 с., ил.
7. Рудман Л.И. Наладка прессов для листовой штамповки. Справочник. М.: Машиностроение, 1980. – 219 с.
8. Валиев С.А. Комбинированная глубокая вытяжка листовых материалов. М.: Машиностроение, 1979. – 176 с.
9. Злотников С.Л., Михайлов В.Л. Техника безопасности при работе в кузнечно-штамповочных цехах. М.: Высшая школа, 1978. – 96 с.
10. Мещерин В.Т. Листовая штамповка. Атлас схем. Учебное пособие для вузов. Изд. 3-е, испр. и доп. М., «Машиностроение», 1975. – 227 с., ил.

11. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / Под ред. А.Д. Матвеева; Ред. Совет; Е.И. Семёнов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 1987. – 544 с., ил.

12.Г.А. Фойгельман. Альбом конструкций универсальных штампов, блоков и узлов для холодной штамповки. – 3- е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1980. – 112 с., ил.