

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Невинномысский технологический институт (филиал)

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***  
по выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Технология и оборудование листовой штамповки»  
для студентов очной формы обучения направления подготовки  
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины «Технология и оборудование листовой штамповки». Указания предназначены для студентов очной формы обучения, направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

*Составители*

*Е.С. Антипина, канд.техн.наук, доцент.*

*Отв. редактор*

*А.И. Свидченко, канд.техн.наук, доцент.*

## Содержание

<b>Введение</b>	4
<b>Лабораторная работа 1. Холодная листовая штамповка</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>Лабораторная работа 2. Определение точности изготовления деталей пластической деформацией</b>	22
<b>Лабораторная работа 3. Расчет усилия листовой штамповки</b>	33
<b>Лабораторная работа 4. Технология изготовления штампов листовой штамповки</b>	39

## **Введение**

Холодная листовая штамповка является одним из наиболее прогрессивных технологических методов производства. Комплекс лабораторных работ по предмету «Технология и оборудование листовой штамповки» направлен на получение и развитие навыков в проектировании оборудования.

Последовательность лабораторных работ соответствует логической структуре ее прохождения. Предлагаемые методические указания содержат материал, который рекомендуется использовать студентам при осуществлении лабораторных работ.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

### ХОЛОДНАЯ ЛИСТОВАЯ ШТАМПОВКА

**Цель работы:** ознакомление с методами холодной листовой штамповки. Выбор метода и расчет основных параметров обработки для заданной детали.

#### Краткая теоретическая часть

В машиностроении большое применение находят различные способы обработки металлов давлением, посредством которых достигается возможность получения деталей без дальнейшей механической обработки или с минимальной обработкой, при этом улучшаются механические свойства металла, сокращаются отходы, увеличивается производительность.

Осуществляется обработка давлением посредством удара или приложения статистического давления, создающего напряжение, превышающее предел текучести металла. В результате этого происходят изменения внешней формы металла, его внутреннего строения и механических свойств, приводящее к его деформационному упрочнению.

В результате холодной деформации прочностные характеристики и твердость с увеличением степени деформации возрастают, а пластические свойства резко уменьшаются. Деформационное упрочнение, получаемое металлом при холодной обработке давлением, позволяет увеличить эксплуатационные нагрузки на детали, изготовленные из этого материала. Различают методы горячей и холодной обработки давлением. В данной работе рассматривается холодная обработка давлением.

Холодной обработке давлением подвергаются листовые и полосовые заготовки из низкоуглеродистой стали и из цветных сплавов с максимальной толщиной до 10 мм с целью получения деталей сложной конструкции. Листы и полосы, используемые для холодной листовой штамповки, являются продукцией прокатного производства. При этом листы имеют ширину от 1000 до 5000 мм и толщину от 4 мм до 10 мм, а полосы имеют ширину от 500 до 2500 мм с толщиной от 1,5 мм до 10 мм. Преимуществом холодной обработки являются высокие точность и чистота поверхности изделий при обеспечении высокой производительности труда. К недостаткам можно отнести низкую стойкость инструмента из-за больших нагрузок.

**Холодной листовой штамповкой** называют способ изготовления с помощью специального оборудования плоских и объемных изделий из листов, полос, лент.

Операции листовой штамповки можно разделить на две группы:

- *разделительные*, в результате которых происходит отделение одной части заготовки от другой;

- **формоизменяющие**, в результате которых путем пластической деформации изделия получают пространственные формы.

### ***Разделительные операции холодной листовой штамповки***

**Пробивка** – образование отверстий в листовом материале, осуществляется по замкнутому контуру, где отделяемая часть металла идет в отход.

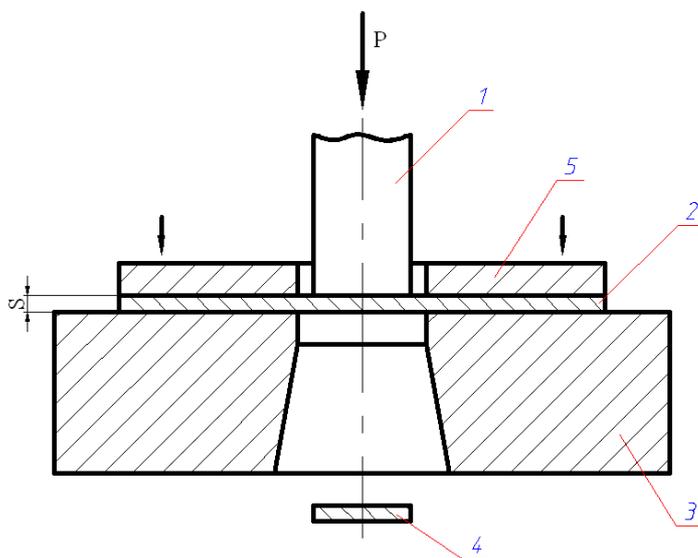
**Вырубка** – оформление наружного контура деталей. Осуществляется по замкнутому контуру, где отделяемая часть является готовым изделием.

Вырубку и пробивку осуществляют пуансоном и матрицей, конфигурация которых соответствует конфигурации детали. Рабочие кромки пуансона и матрицы должны быть острыми, и зазор между пуансоном и матрицей должен быть равен 5-10% от толщины обрабатываемой заготовки.

Схема операций вырубki (пробивки) приведена на рис. 1.

Пуансон **1** при движении вниз острыми краями рабочего контура срезает часть заготовки **2**. Готовое изделие (или отход) **4** проталкивается пуансоном в отверстие матрицы **3** и проваливается вниз, а оставшаяся часть заготовки при обратном движении пуансона вверх упирается в съемник **5** и снимается с пуансона.

Усилие, необходимое на вырубку и пробивку, зависит от толщины деформируемого материала и его механических свойств, от размеров детали, от величины зазора и состояния режущих кромок.



*Рис. 1. Схема операций вырубki (пробивки):*

*1 - пуансон; 2 - заготовка; 3 - матрица,*

*4 - готовое изделие (отход), 5 - прижим со съемником;  
S - толщина заготовки, P - сила действия пуансона*

**Отрезка** – операция полного отделения части заготовки по незамкнутому контуру (разрезание листов на ленты, разделение полос и лент на мерные части, обрезка припуска и т.д.).

**Формоизменяющие операции холодной листовой штамповки**

**Гибка** – придание заготовке необходимой кривизны без изменения ее линейных размеров. При гибке в месте изгиба слои заготовки, прилегающие к пуансону сжимаются, а противоположные растягиваются, средний слой не деформируется (рис. 2). Толщина заготовки в зоне изгиба уменьшается.

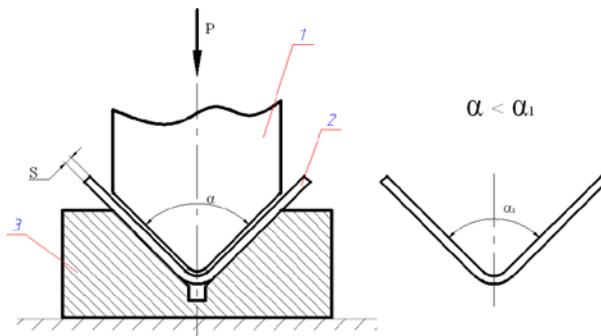


Рис. 2. Схема операции гибки

1 - пуансон; 2 - заготовка; 3 - матрица

**Вытяжка** – процесс образования полой детали из плоской листовой заготовки. Вытяжкой получают полые изделия (колпачки, гильзы, стаканы и т.д.) (рис. 3).

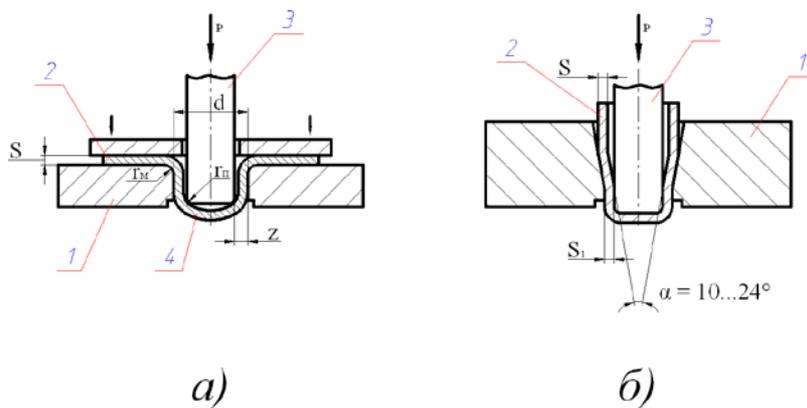


Рис. 3. Схемы операций

а - вытяжки без утонения стенки; б - вытяжки с утонением стенки:

1 - матрица; 2 - заготовка; 3 - пуансон; 4 - изделие; 5 - прижим;

*S* - толщина материала, *d* - диаметр заготовки, *r<sub>П</sub>* - радиус закругления пуансона, *r<sub>М</sub>* - радиус закругления матрицы, *Z* - величина одностороннего зазора между пуансоном и матрицей

При **вытяжке без утонения стенки** (рис. 3, а) заготовку давлением пуансона втягивают в отверстие матрицы. Диаметр заготовки при этом уменьшается. Исходную плоскую заготовку для вытяжки получают с помощью вырубki. При нажиме пуансона 3 на заготовку 2, она тянет за собой остальную часть до тех пор, пока вся заготовка не пройдет через отверстие матрицы. Для снижения концентрации удельных давлений на металл заготовки кромки матрицы и кромки пуансона делают скругленными. В среднем радиусы закругления пуан-она ( $r_{П}$ ) и матрицы ( $r_{М}$ ) принимают равным  $r_{П}=r_{М}=(6\div 10)\cdot S$ , где  $S$  – толщина материала.

При **вытяжке с утонением стенок** (рис. 3, б) зазор между матрицей и пуансоном меньше толщины исходной заготовки. Заготовка утоняется ( $S_1 < S$ ) и удлиняется. Толщина дна остается неизменной. Заготовкой в данном случае является стакан, полученный вытяжкой. Матрица имеет форму деформирующего конуса с углом  $10-24^\circ$ . Утонение стенок приводит к увеличению высоты изделия. Степень деформации может составлять 40-60%.

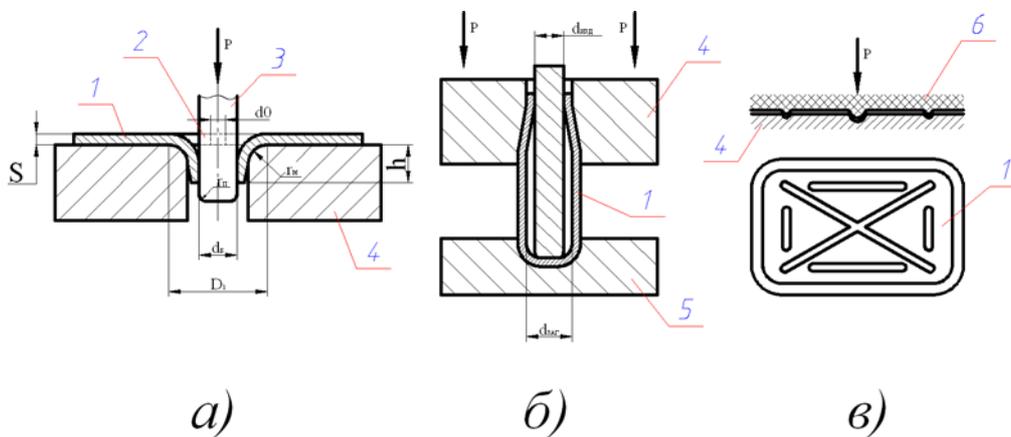


Рис. 4. Схемы операции холодной листовой штамповки:

а - отбортовки; б - обжима; в - формовки:

1 - изделие; 2 - заготовка; 3 - пуансон; 4 - матрица,

5 - подставка- упор; 6 - резиновая подушка,

$S$  - толщина заготовки,  $h$  - высота борта,  $r_{П}$  - радиус закругления

пуансона,  $r_{М}$  - радиус закругления матрицы,  $d_0$  - диаметр

отверстия,  $d_B$  - диаметр борта,  $D_1$  - диаметр заготовки

**Отбортовка** (рис. 4, а) – процесс образования борта (горловины) вокруг предварительно пробитых отверстий в листовой заготовке. При отбортовке отверстия металл в зоне деформации растягивается и утончается. Отбортовку применяют для образования выступов под резьбу, для изготовления кольцевых деталей с фланцами и т.п.

**Обжим** (рис. 4, б) – операция уменьшения периметра поперечного сечения концевой части полой заготовки в результате заталкивания ее в сужающееся отверстие матрицы. В месте деформации толщина стенки изделия несколько увеличивается.

**Формовка** (рис. 4, в) – операция, изменяющая форму заготовки посредством деформации отдельных участков заготовки без изменения толщины материала.

Формовкой получают на заготовке местные выступы, ребра жесткости. Иногда при формовке вместо металлического пуансона применяют резиновую подушку.

### ***Оборудование и инструмент для холодной листовой штамповки***

Основным оборудованием для холодной листовой штамповки являются специальные машины – ножницы, а также гидравлические и кривошипные прессы. Лучшими считаются гидравлические прессы, которые проводят штамповку с постоянной скоростью и при работе на них не возникает опасности перегрузки, как это бывает на кривошипных прессах.

Разделительные операции проводят на механических ножницах различных типов или на штампах, установленных на различные виды прессов.

Формоизменяющие операции листовой штамповки осуществляют на механических, гидравлических прессах в штампах различных типов.

На практике наибольшее применение получили кривошипные прессы. По своей конструкции они очень разнообразны, что объясняется особенностями производимых на них операций. Например, для операций вырубки и пробивки применяют прессы простого действия с небольшим ходом ползуна. Для получения сложных деталей применяют специальные прессы двойного и тройного действия.

Кинематическая схема кривошипного прессы приведена на рис. 5. Электродвигатель **4** передает вращение с помощью клиноременной передачи **3**, зубчатых колес **6** и **7**, фрикционной дисковой муфты **8** на кривошипный вал **9**. Посредством шатуна **10** вращение вала **9** преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна **1**. Для остановки вращения кривошипного вала после выключения муфты используется тормоз **2**.

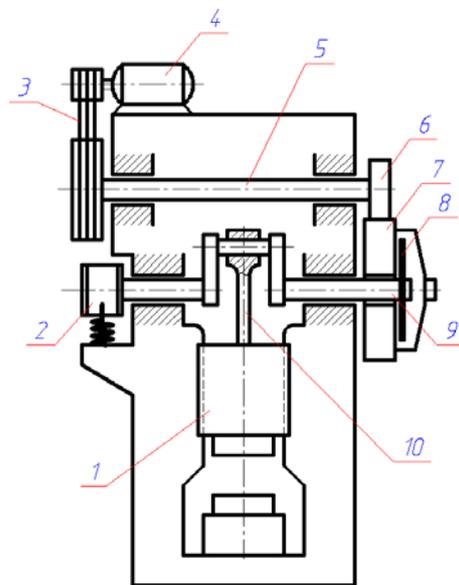
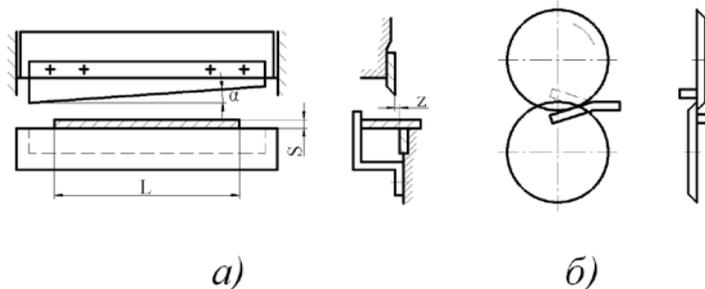


Рис. 5. Кинематическая схема кривошипного пресса

**Ножницы** – это специальные машины для разделительных операций. Существует два основных типа ножниц: *гильотинные*, с поступательным движением ножниц (рис. 6, а); *дисковые*, с



вращательным движением дисковых ножей (рис. 6, б).

*Рис. 6. Схемы работы ножниц:*

*а - гильотинных, б - дисковых;*

*L - длина линии отреза в мм,  $\alpha$  - угол скоса верхнего ножа,*

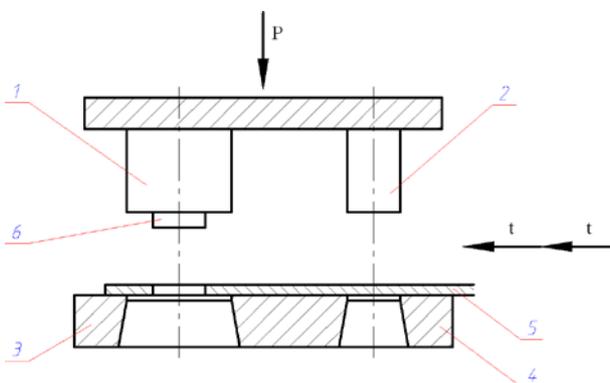
*S - толщина материала в мм*

Инструментом для холодной листовой штамповки служат штампы. По принципу действия все штампы можно разбить на три группы:

- 1) штампы простого действия или однооперационные;
- 2) штампы последовательного действия;
- 3) штампы совмещенного действия.

В **штампе простого действия** за один ход ползуна выполняется одна операция. Пуансон и матрица этих штампов имеют форму в зависимости от конструкции деталей и выполняемой операции. По виду штамповочной операции различают штампы гибочные, вырубные и т.д.

**Штампы последовательного действия** за один ход выполняют несколько операций листовой штамповки при последовательном перемещении заготовки от одной позиции штампа к следующей.



*Рис. 7. Схема штампа последовательного действия:*

*1,2 - пуансоны; 3,4 - матрицы; 5 - заготовка; 6 - ловитель;*

*P - прилагаемое усилие пуансонов, t - шаг перемещения заготовки*

В приведенной на рис. 7 схеме штампа последовательного действия имеются два пуансона и две матрицы. С помощью штампа изготавливается изделие типа шайбы. Пуансон 2 делает пробивку отверстия в заготовке 5, а пуансон 1 - вырубку готового изделия. Перед вырубкой ловитель 6 центрирует заготовку. После подъема пуансона заготовка 5 перемещается на шаг  $t$ . Все операции при изготовлении одного изделия выполняются последовательно при перемещении заготовки на шаг из одного положения в другое. Общее усилие прессы равно сумме всех усилий на каждой операции.

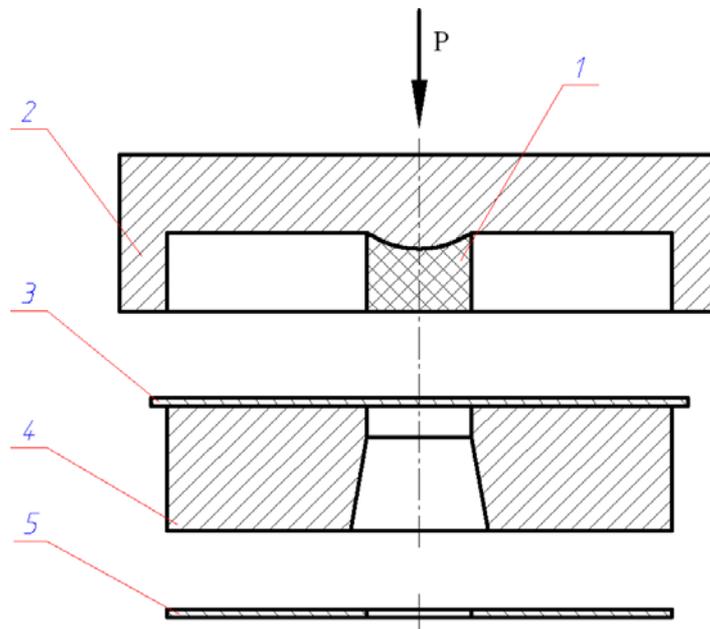


Рис. 8. Принципиальная схема штампа совмещенного действия

1 - пуансон; 2 - матрица; 3 - заготовка; 4 - пуансон-матрица; 5 - изделие

В отличие от штампа последовательного действия все операции над заготовкой в штампе совмещенного действия (рис. 8), протекают без ее перемещения. В данном штампе пуансон-матрица 4 совместно с пуансоном 1 выполняет роль матрицы при пробивке отверстия в заготовке 3, а совместно с матрицей 2 – роль пуансона, выполняя операцию вырубке изделия 5.

К достоинствам штампа совмещенного действия относится обеспечение высокой точности изделий из-за отсутствия перемещений заготовки. Общее усилие прессы также равно сумме усилий выполняемых операций.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Составить конспект по теоретической части данной работы.
2. Согласно индивидуальному заданию из таблицы 2 для заданной детали определить усилие вырубке и пробивки по формуле (1).
3. Выбрать оборудование для осуществления операций вырубке и пробивки и ознакомиться с его устройством.

4. Выполнить эскиз детали
5. Результаты расчетов внести в таблицу 1.

### **Расчет усилия при вырубке и пробивке**

На деформирование заготовок с помощью различных операций холодной листовой штамповки затрачиваются определенные усилия. По этим усилиям, выбирается соответствующее оборудование.

Усилие, необходимое для вырубki или пробивки, определяется по формуле

$$P_{B(П)} = 1,25 \cdot \nu \cdot d \cdot S \cdot \sigma_B - \text{(для круглого контура);} \quad (1)$$

$$P_{B(П)} = 1,25 \cdot L_{cp} \cdot S \cdot \sigma_B - \text{(для любого контура),}$$

где  $P_{B(П)}$  - усилие на вырубку (пробивку), Н;  $L_{cp}$  - длина периметра резания, м; 1,25 - коэффициент, учитывающий затупление режущих кромок пуансона и матрицы;  $S$  - толщина материала, м;  $\sigma_B$  - предел прочности материала при растяжении, Н/м<sup>2</sup>. Для стали 08  $\sigma_B = 280$  МПа.

*Таблица 1*

### **Результаты расчета**

Наименование операции	Материал			Длина периметра резания, м	Усилие вырубki и пробивки, Н	Усилие прессы (для обработки данной детали)	
	Марка	Толщина, мм	Предел прочности, Н/м <sup>2</sup>			штамп простого действия	штамп последовательного действия

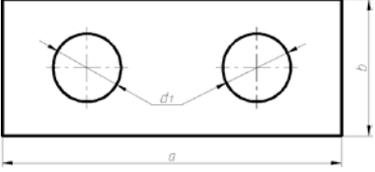
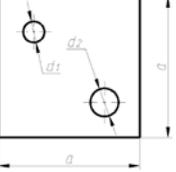
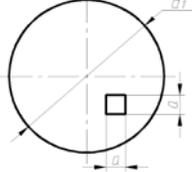
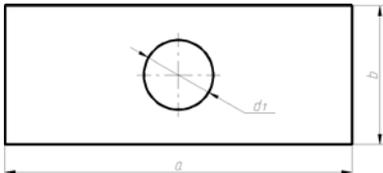
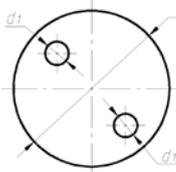
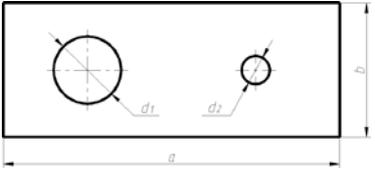
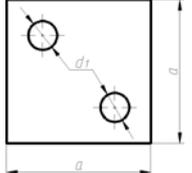
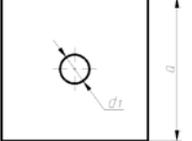
### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Название и цель работы.
2. Конспект по теоретической части работы.
3. Эскиз детали
3. Таблица (1) результатов испытаний.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основное свойство металла, обеспечивающее возможность осуществления холодной листовой штамповки (ХЛШ).
2. Приведите примеры изделий, получаемых холодной листовой штамповкой (ХЛШ).
3. Перечислите типы штампов, применяемых при ХЛШ (холодной листовой штамповке).
4. Назовите основные разделительные операции ХЛШ.
5. Назовите формоизменяющие операции при ХЛШ.
6. Какое оборудование используется при ХЛШ?
7. Опишите принцип действия кривошипного прессы.
8. Назовите основные типы ножниц.
9. Перечислите преимущества и недостатки штампов, применяемых для ХЛШ.
10. Как определяется усилие вырубки и пробивки?

**Индивидуальное задание для определения усилий  
вырубки и пробивки для стали марки 08**

№ варианта	Эскиз заготовки	Параметры заготовки				
		$a$ , мм	$b$ , мм	$S$ , мм	$d_1$ , мм	$d_2$ , мм
1		500	200	7	25	-
2		700	300	4	40	-
3		600	250	2	30	-
4		400	200	8	35	-
5		150	-	2	7	14
6		200	-	4	10	15
7		300	-	1,5	12	20
8		500	-	7	18	24
9		200	-	3	800	-
10		180	-	4,5	650	-
11		60	-	5	100	-
12		80	-	6	200	-
13		150	60	2,5	30	-
14		200	80	5	40	-
15		350	100	8	50	-
16		500	220	6	70	-
17		-	-	2	80	600
18		-	-	7	90	700
19		-	-	6,5	60	500
20		-	-	8,5	30	400
21		100	70	3	20	7
22		600	250	4,5	25	10
23		300	120	7,5	40	20
24		800	400	9	60	45
25		250	-	1,5	80	-
26		350	-	2,5	65	-
27		160	-	5	20	-
28		180	-	8	30	-
29		400	-	6	150	-
30		120	-	3	80	-
31		300	-	4	50	-

32		800	-	8	100	-
----	--	-----	---	---	-----	---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дальский А.М., Барсукова Т.М. и др. Технология конструкционных материалов. - М.: Машиностроение, 1992.
2. Фетисов Г.П., Карпман М.Г. и др. Материаловедение и технология металлов. - М.: Высшая школа, 2000.
3. Кузьмин Б.А., Абраменко Ю.Е. и др. Технология металлов и конструкционные материалы. - М.: Машиностроение, 1981.
4. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. - Л.: Машиностроение, 1971.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ

**Цель работы:** изучение базовых технологических операций листовой штамповки; изучение конструкции штампа для получения детали типа «колпачок» способом холодной листовой штамповки; освоение методики расчета элементов штампа и усилий деформации при штамповке детали типа "колпачок" из углеродистых сталей.

**Оборудование, приспособления, инструмент, материалы:** пресс гидравлический, приспособление для штамповки, листовые заготовки для получения деталей, масло, ветошь.

#### Теоретические сведения

*Холодная штамповка* - это технологический метод получения детали без её предварительного нагрева за счет пластической деформации всего объема заготовки, либо отдельных её частей. Холодная штамповка подразделяется на объемную и листовую.

Объемной штамповкой изготавливают пространственные детали сложных форм с высокой размерной точностью и шероховатостью поверхности. К холодной объемной штамповке относят следующие технологические процессы: холодное выдавливание, холодная высадка, холодная формовка.

Холодной листовой штамповкой изготавливают пространственные детали из плоских заготовок: листа, полосы, ленты толщиной до 10 мм. Размерный диапазон изделий чрезвычайно широк: от нескольких миллиметров (детали механических часов) до десятков метров (детали самолетов и ракет).

Главная технологическая особенность процессов холодной листовой штамповки - высокий уровень пластических свойств обрабатываемых сплавов: низкоуглеродистых сталей, пластичных легированных сталей, латуней, алюминиевых деформируемых сплавов, титана и др.

#### *Операции холодной листовой штамповки.*

Различают две группы операций холодной листовой штамповки:

1. Разделительные операции связаны с предварительной разделкой листа, полосы или ленты на технологически необходимые мерные заготовки.
2. Формообразующие операции определяют способы деформации мерной плоской заготовки, обеспечивающие получение требуемой конфигурации.

К разделительным операциям относятся:

1. Отрезка - отделение части плоской заготовки по незамкнутому контуру. Выполняется на разрезных механических ножницах или отрезных (обрубных) штампах.
2. Вырубка - отделение части заготовки по замкнутому контуру. Выполняется на вырубных штампах.
3. Пробивка - получение отверстий, полостей в штампуемом изделии.
4. Надрезка - неполное отделение части заготовки по незамкнутому контуру.

К формообразующим операциям относятся:

1. Гибка - операция, изменяющая кривизну заготовки практически без изменения её линейных размеров (рис. 1, а). Минимальный радиус округления пуансона.

$$R_n = (0,25 \dots 0,3)S$$

где  $S$  - толщина листа, мм.

2. Вытяжка без утонения стенки - превращение плоской заготовки в полое пространственное изделие при уменьшении периметра вытягиваемой заготовки при постоянстве исходной толщины листа (рис. 1, б).

Для предотвращения складок на фланце изделия применяют прижим заготовки. Диаметр заготовки  $d_3$  выбирают из условия:

$$(d_3 - d) > (18...20)S,$$

где  $d$  - наружный диаметр вытягиваемого изделия, мм.

Радиусы округления пуансона и матрицы в штампах для выполнения данной операции должны назначаться из условия:

$$R_n = (4...6)S,$$

$$R_m = (5...10)S.$$

Зазор между матрицей и пуансоном  $Z$  определяется из соотношения:

$$Z = (1,1...1,3)S.$$

3. Вытяжка с утонением стенки - увеличение длины полый заготовки в основном за счет уменьшения толщины стенки (рис. 1, в).

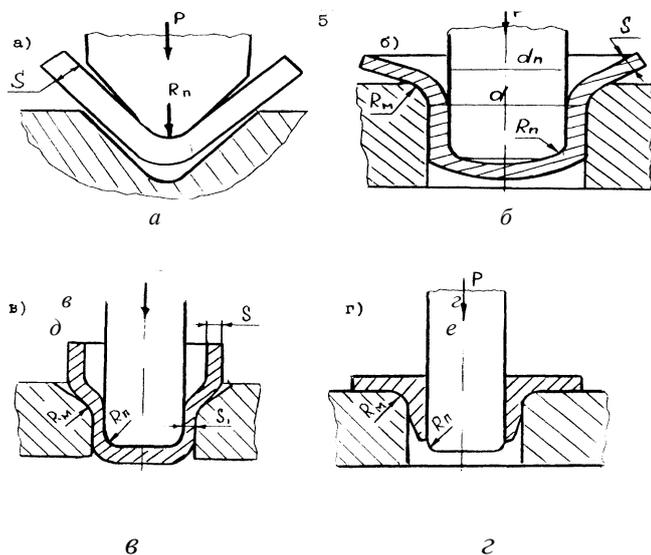
При этом зазор между пуансоном должен быть

$$Z = S/(1,5...2).$$

4. Отбортовка - получение бортов (горловин) путем вдавливания центральной части плоской заготовки с предварительно пробитым отверстием в матрицу (рис. 1, г). Увеличение диаметра отверстия может возрастать в 1,2...1,8 раза.

5. Обжим - операция уменьшения диаметра краевой части полый заготовки в результате вдавливания её в сужающуюся полость матрицы (рис.1, д). При этом достигается уменьшение диаметра горловины изделия на 20...30 %.

6. Формовка - операция изменения формы заготовки в результате растяжения отдельных её участков при уменьшении толщины листа на этих участках (рис.1, е). Данной операцией получают ребра жесткости, выступы и т. п.



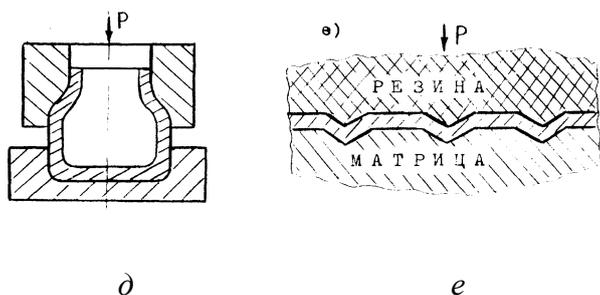


Рис. 1. Операции листовой штамповки:

*a* – гибка; *б* – вытяжка без утонения стенки; *в* – вытяжка с утонением стенки; *г* – отбортовка; *д* – обжим; *е* – формовка; *S* – толщина листа; *P* – приложенная нагрузка;  $d_p$ ,  $d$  – диаметры пуансона и матрицы;  $R_p$ ,  $R_m$  – радиусы пуансона и матрицы.

На рис. 2 представлен эскиз штампуемой детали.

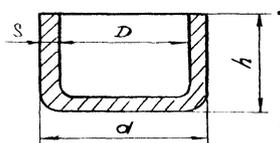


Рис. 2. Эскиз штампуемой детали: *S* – толщина стенки детали;  $d$ ,  $D$  – диаметры наружной и внутренней поверхностей детали; *h* – высота колпачка

На рис. 3 представлена схема получения детали «колпачок» методом холодной листовой штамповки.

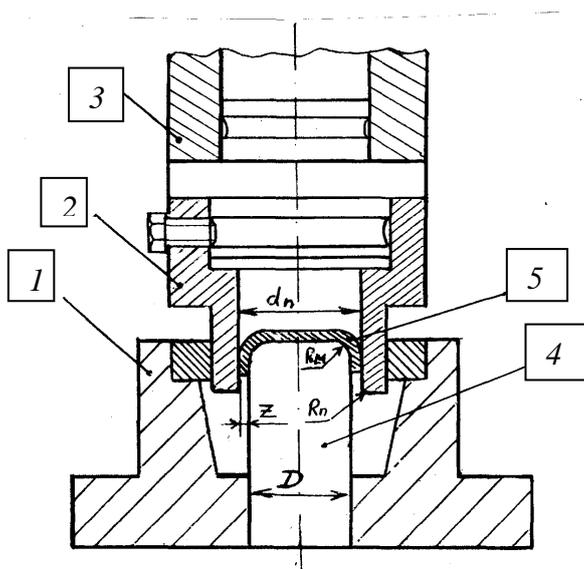


Рис. 3. Схема получения детали «колпачок» методом холодной листовой штамповки:

*1* – корпус пуансона; *2* – матрица;  
*3* – державка матрицы; *4* – пуансон; *5* – колпачок

## Правила техники безопасности

1. При проведении лабораторной работы студенты и обслуживающий персонал должны выполнять все пункты "Инструкции по технике безопасности", действующие на участке прессования лаборатории ТКМ.

2. Прослушав инструктаж по технике безопасности, студент обязан расписаться в регистрационном журнале. Без инструктажа по технике безопасности запрещается допускать студентов к выполнению лабораторной работы.

3. Практическую часть работы по штамповке детали типа 'колпачок' выполняет лаборант или учебный мастер в соответствии с инструкцией по обслуживанию прессового оборудования в лаборатории ТКМ.

4. Студенты наблюдают визуально за последовательностью выполненных операций учебным мастером.

## Порядок выполнения работы

1. Начертить эскиз колпачка (рис. 2).

2. Изучить схему получения детали (рис. 3).

3. Произвести расчет элементов штампа и усилий при штамповке:

а) диаметр круглой заготовки для вытяжки  $d_3$

$$d_3 = (1,8 \dots 2,1)d,$$

б) усилие вырубки заготовки  $P_B$

$$P_B = \pi d_3 S \sigma_B$$

где  $d_3$  – диаметр круглой заготовки, м;

$S$  – толщина заготовки колпачка, м;

$\sigma_B$  – временное сопротивление материала разрушению при растяжении (предел прочности), МПа (табл. 2);

в) усилие вытяжки  $P$

$$P = 0,6 \pi S (d_3 - d)\sigma_B$$

где  $d$  – диаметр пуансона, м.

г) радиусы округлений оправки матрицы  $R_M$ , пуансона  $R_n$  и зазор между оправкой и пуансоном  $Z$ , мм, (рис. 3);

д) внутренний диаметр пуансона  $d_n$

$$d_n = D + 2Z$$

4. Произвести штамповку заготовки колпачка, получить деталь и измерить фактические данные, сравнить с расчетными, сделать вывод.

Необходимые данные для расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

<b>Исходные данные</b>		
Номер варианта	Толщина листа, мм	Диаметр изделия, мм
1	0,35	30
2	0,5	30
3	0,8	30
4	1,0	32
5	1,2	32

Данные для расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

<b>Данные для расчета</b>	
Материал	Предел прочности $\sigma$
08кп	330
АМц	170

### **Содержание отчета**

В отчете по лабораторной работе должны быть следующие разделы:

- 1) теоретический;
- 2) расчетный.

В первом разделе необходимо дать краткое описание холодной штамповки, основные операции листовой штамповки.

Во втором разделе должны быть: схема получения детали «колпачок»; описание штампа; расчет элементов штампа и усилий при штамповке; эскиз детали с размерами, а также приведен сравнительный анализ конструкторских размеров и фактически полученных данных после штамповки.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое деформация, упругая деформация, пластическая деформация?
2. Какие бывают основные способы обработки металлов давлением?
3. Как изменяются структура и свойства металла после деформации в холодном состоянии?
4. Где применяется холодная листовая штамповка?
5. Какие Вы знаете технологические операции холодной листовой штамповки?
6. Какие элементы штампа предназначены для изготовления детали «колпачок»?
7. Каков порядок расчета параметров холодной листовой штамповки?

## Библиографический список

1. ГОСТ 3.1105-84. Единая система технологической документации. Форма и правила оформления документов общего назначения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 21 с.
2. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 18 с.
3. ГОСТ 3212-92. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 23 с.
4. ГОСТ 3.1401-85. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы литья [Текст]. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 37 с.
5. ГОСТ 19200-80. Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 14 с.
6. Оформление технологических документов на процессы и операции обработки резанием [Текст]: метод. указания к выполнению расчетно-практической работы по курсу «Технологические процессы в машиностроении» / Воронеж. гос. технол. акад.; сост. Г. В. Попов, Б. А. Голоденко, Ю. М. Веневцев и др. – Воронеж, 2003. – 28 с.
7. ГОСТ 3.1125-88. Единая система технологической документации. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок [Текст]. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.
8. ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 63 с.
9. ГОСТ 6996-66. Сварные соединения. Методы определения механических свойств [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 66 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКОЙ

**Цель работы:** Изучение базовых технологических операций листовой штамповки. Изучение конструкции штампа для получения детали типа "колпачок" способом холодной листовой штамповки. Освоение методики расчета элементов штампа и усилий деформации при штамповке детали типа "колпачок" из углеродистых сталей.

#### Теоретическая часть

Холодная штамповка - это технологический метод получения детали без её предварительного нагрева за счет пластической деформации всего объема заготовки, либо отдельных её частей. Холодная штамповка подразделяется на объемную и листовую. Объемной штамповкой изготавливают пространственные детали сложных форм с высокой размерной точностью и шероховатостью поверхности. К холодной объемной штамповке относят следующие технологические процессы: холодное выдавливание, холодная высадка, холодная формовка. Холодной листовой штамповкой изготавливают пространственные детали из плоских заготовок: листа, полосы, ленты толщиной до 10 мм. Размерный диапазон изделий чрезвычайно широк: от нескольких миллиметров (детали механических часов) до десятков метров (детали самолетов и ракет).

Главной технологической особенностью процессов холодной листовой штамповки является высокий уровень пластических свойств обрабатываемых сплавов: низкоуглеродистых сталей, пластичных легированных сталей, латуней, алюминиевых деформируемых сплавов, титана и др.

Различают две группы операций холодной листовой штамповки.

Разделительные операции связаны с предварительной разделкой листа, полосы или ленты на технологически необходимые мерные заготовки. Формообразующие операции

определяют способы деформации мерной плоской заготовки, обеспечивающие получение требуемой конфигурации.

К разделительным операциям относятся:

1. Отрезка - отделение части плоской заготовки по незамкнутому контуру. Выполняется на разрезных механических ножницах или отрезных (обрубных) штампах.
2. Вырубка - отделение части заготовки по замкнутому контуру. Выполняется на вырубных штампах.
3. Пробивка - получение отверстий, полостей в штампуемом изделии.
4. Надрезка - неполное отделение части заготовки по незамкнутому контуру.

К формообразующим операциям относятся:

1. Гибка - операция, изменяющая кривизну заготовки практически без изменения её линейных размеров (рис. 1а). Минимальный радиус округления пуансона.

$$R_n = (0.25 - 0.3)S$$

где  $S$  - толщина листа, мм.

2. Вытяжка без утонения стенки - превращение плоской заготовки в полое пространственное изделие при уменьшении периметра вытягиваемой заготовки при постоянстве исходной толщины листа (рис. 1б).

Для предотвращения складок на фланце изделия применяют прижим заготовки. Диаметр заготовки  $d_3$  выбирают из условия:

$$(d_3 - d) > (18 \dots 20)S,$$

где  $d$  - наружный диаметр вытягиваемого изделия, мм.,

Радиусы округления пуансона и матрицы в штампах для выполнения данной операции должны назначаться из условия:

$$R_n = (4 \dots 6)S, R_m = (5 \dots 10)S$$

Зазор между матрицей и пуансоном  $Z$  определяется из соотношения:

$$Z = (1,1 \dots 1,3)S.$$

3. Вытяжка с утонением стенки - увеличение длины полой заготовки в основном за счет уменьшения толщины стенки (рис. 1в). При этом зазор между пуансоном должен быть  $Z=S/(1,5...2)$ .

4. Отбортовка - получение бортов (горловин) путем вдавливания центральной части плоской заготовки с предварительно пробитым отверстием в матрицу (рис. 1г).

Увеличение диаметра отверстия может возрасти в 1,2...1,8 раза.

5. Обжим - операция уменьшения диаметра краевой части полой заготовки в результате вдавливания её в сужающуюся полость матрицы (рис. 1д). При этом достигается уменьшение диаметра горловины изделия на 20...30 %.

6. Формовка - операция изменения формы заготовки в результате растяжения отдельных её участков при уменьшении толщины листа на этих участках (рис. 1е). Данной операцией получают ребра жесткости, выступы и т.п.

Перечисленные операции выполняются специальным инструментом - штампом (рис.3). Любой штамп состоит из двух важнейших элементов - матрицы и пуансона. Матрица 1 неподвижна и имеет внутреннюю формообразующую поверхность, конфигурация которой соответствует конфигурации детали. Пуансон 2 передает деформирующее усилие от пресса на заготовку и при перемещении деформирует её на рабочей поверхности матрицы.

В штампе возможно конструктивное совмещение нескольких операций. Такие штампы называются многооперационными. Базовым оборудованием холодной листовой штамповки являются механические кривошипно-шатунные или гидравлические прессы.

При проведении лабораторной работы получают из листовой стали деталь типа "колпачок" (рис.2). Для этой цели используют гидравлический пресс с максимальным усилием прессования 1 МН (10,0 т) (рис.3). На матрицу штампа кладут стальной лист и включают механизм движения штока гидроцилиндра. Пуансон входит в матрицу, деформируя заготовку, и последовательно осуществляет операции вырубki и вытяжки без утонения стенки. Формирование внутренней поверхности "колпачка" происходит на цилиндрической оправке 4, запрессованной в корпус штампа. По окончании работы шток перемещается вверх и пресс выключают. С оправки снимают полученное изделие 5 (рис.3) и производят контрольные замеры размеров  $S$ ,  $D$ ,  $h$ ,  $d$  (рис.2).

Для штамповки изделий "колпачок" необходимо произвести расчет элементов штампа и усилий при штамповке. Поэтому необходимо рассчитать:

а) диаметр круглой заготовки для вытяжки  $d_3$ , мм;

$$d_3 = (1.8 \dots 2.1)d,$$

б) усилие вырубki заготовки  $P_v$ , Н;

$$P_v = \pi d_3 S \sigma_v$$

где  $\sigma_v$  - временное сопротивление материала разрушению при растяжении (предел прочности), МПа (табл. 2);

в) усилие вытяжки  $P$ , Н;

$$P = 0.6 \pi S (d_3 - d) \sigma_v$$

г) радиусы округлений оправки  $R_m$ , пуансона  $R_n$  и зазор между оправкой и пуансоном  $Z$ , мм, (см. с.4);

д) внутренний диаметр пуансона  $d_n$

$$d_n = D + 2Z$$

## Содержание отчета

В отчете по лабораторной работе должны быть следующие разделы:

- 1) теоретический;
- 2) расчетный.

В первом разделе дается краткое описание холодной штамповки, основных операций листовой штамповки.

Во втором разделе приводится схема получения детали «колпачок», дается описание штампа, расчет элементов штампа и усилий при штамповке, эскиз детали с размерами, а также приводится сравнительный анализ конструкторских размеров и фактически полученных после штамповки.

## Контрольные вопросы

1. Дать определение понятиям "деформация, упругая деформация, пластическая деформация".

2. Перечислите основные способы обработки металлов давлением.
3. Как изменяются структура и свойства металла после деформации в холодном состоянии?
4. Холодная листовая штамповка и области её применения.
5. Технологические операции холодной листовой штамповки.
6. Назвать элементы штампа, предназначенного для изготовления детали "колпачок".
7. Порядок расчета параметров холодной листовой штамповки.

#### **Список используемой литературы**

1. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов.- М.: Машиностроение, 1996,- 663 с.
2. Феодосьев В.И. и др. Сопротивление материалов.- М.: Наука, 1986.- 512с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### РАСЧЕТ УСИЛИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

**Цель работы :** Экспериментальное изучение основных операций листовой штамповки, а также технологии, инструментов и оборудования для листовой штамповки.

#### Оборудование и материалы

1. Пресс гидравлический ПГПР (учебный), предназначенный для демонстрации разнообразных физических опытов. Давление 15,2 МПа (155 кгс/см<sup>2</sup>). К прессу прилагаются различные вспомогательные приспособления.
2. Пластины из сплавов алюминия и стали для штамповки.

#### Теоретическая часть

Холодная листовая штамповка является одним из наиболее прогрессивных технологических методов производства. Холодная штамповка позволяет:

- 1) получать детали весьма сложных форм, изготовление которых другими методами обработки затруднительно или невозможно;
- 2) создавать прочные и жесткие, но легкие по массе конструкции деталей при небольшом расходе материала;
- 3) применять высокопроизводительное оборудование, при сравнительно небольших отходах;
- 4) получать взаимозаменяемые детали с достаточно высокой точностью размеров.

Деформации, характерные для холодной штамповки, расчлняются на две основные группы: деформации с разделением материала и пластические деформации. Первая группа объединяет деформации, которые приводят к местному разьединению материала путем

среза и отделения одной его части от другой. Группа пластических деформаций холодной листовой штамповки включает операции по изменению формы гнутых и полых листовых деталей.

Имеются четыре основных вида деформаций холодной листовой штамповки:

- 1) отделение одной части материала от другой по замкнутому или незамкнутому контуру - резка;
- 2) превращение плоской заготовки в изогнутую деталь - гибка;
- 3) превращение плоской заготовки в полую деталь любой формы или дальнейшее изменение её размеров - вытяжка;
- 4) изменение формы детали или заготовки путем местных деформаций различного характера - формовка.

Комбинированная штамповка представляет собой совмещение в одном штампе двух или нескольких технологически различных операций штамповки (переходов). По технологическому признаку комбинированные операции могут быть разделены на три группы:

- 1) разделительные комбинированные операции, совмещающие различные виды режущих операций (вырубка, пробивка, отрезка);
- 2) формоизменяющие комбинированные операции, совмещающие виды операций изменения формы (вытяжка, рельефная формовка, гибка, отбортовка и пр.);
- 3) комбинированные операции резки и изменения формы, совмещающие разделительные операции с формоизменяющими (вырубка-вытяжка, формовка и пробивка).

Кроме штамповочных операций, холодная штамповка включает заготовительные, давяльно-накатные, вспомогательные, термические и отделочные операции.

Холодная листовая штамповка широко применяется в машиностроительной, приборостроительной и других отраслях промышленности. Наибольшее распространение холодная штамповка получила в крупносерийном и массовом производстве, где большие масштабы выпуска позволяют использовать технически более совершенные, хотя и более сложные и дорогие штампы,

Расширение области применения холодной листовой штамповки, с одной стороны, характеризуются значительным увеличением габаритов штампуемых деталей до 10 м и более, а с другой стороны - резким уменьшением размеров - миниатюризацией деталей.

При листовой штамповке широко используются низкоуглеродистые стали (10,15,20,25) пластичные легированные стал, цветные металлы и их сплавы. Из неметаллических материалов применяются различные виды пластмасс: текстолит, гетинакс, винипласт и другие.

К разделительным операциям относятся резка, вырубка, пробивка и отрезка.

Листовые материалы для холодной штамповки в большинстве случаев предварительно нарезают на полосы или заготовки необходимых размеров. Резка полос, является заготовительной операцией и производится на рычажных, гильотинных, дисковых ножницах, а также на специальных отрезных штампах.

При чистой вырубке, пробивка и отрезке можно получать изделия повышенной точности изготовления. Схема чистой вырубке, приведенная на рис. 2. Нижний стол 2 и нижняя часть штампа 3 движутся вверх, поднимают полосу и прижимают её к матрице 4. Клиновые ребра вдавливаются в полосу; выталкиватель 1 прижимает полосу к пуансону 2

Пуансон движется вверх и врежется в металл. Вырубка детали окончена, давление пуансона и противодействие выталкивателя снижается. Нижний стол опускается вниз и раскрывает штамп, пуансон опускается вниз, выталкиватель 1 удаляет деталь из матрицы. Для определения, усилий при вырубке со скосом режущих кромок можно использовать следующую формулу:

$$P=L*S**K,$$

где P- усилие вырубке, S - толщина материала, K - коэффициент для L до 200 мм, при H=S

$$K=0,4...0,6, \text{ при } H=2S \quad K=0,2...0,4, \text{ H – высота скоса, мм.}$$

Расчётное усилие процесса среза штампами с параллельными режущими кромками определяется по формуле:

$$P_{cp}=L*S*$$

где - сопротивление срезу.

Полное усилие вырубке составляет

$$P=1,2P_{cp}+Q,$$

где  $Q$  - усилие сжатия буфера, прижима, выталкивателя, съемника,  $H$ .

При малой величине зазора отверстие получается чистым, а отход - с двойным или тройным сколом. Штампами такой конструкции пробивают отверстия диаметром от 0,4 мм в стали, латуни, алюминии, текстолите и гетинаксе толщиной  $S=(2...3)*d$  при высоком качестве поверхности среза.

При этом качество поверхности среза и точность за-готовок получаются значительно более высокими; чем при обычном спо-собе резки. Отрезанная заготовка в нижнем рабочем положении выталки-вается выталкивателем 3. Зажим прутка 1 между вкладышами 2 перед отрезкой создает необходимое осевое давление.

Гибка листового металла осуществляется в результате упругопластической деформации, протекающей различно о каждой из сторон изгибаемой заготовки. Схемы процесса одноугловой и двухугловой гибки приведены на рис.5. Наряду с простыми гнутыми деталями типа угольни-ка или скоби на производстве применяется большое количество сложно изогнутых детален разнообразной форма, имеющих отверстия, пазы, отбортовки и т.д.

Вытяжка представляет собой процесс превращения плоской заготовки в полую деталь любой формы и производится на вытяжных штампах. Она происходит за счет пластической деформации, сопровождаемой сметенном значительного объема металла в высоту. Вытяжкой изготавливается большое количество полых деталей самой разнообразной формы, отличающихся друг от друга как очертанием в плане, так и формой боковых стенок... По геометрической форме все полые детали могут быть разделены на три группы:

осесимметричной формы (тела вращения);

коробчатой фоты;

сложной несимметричной формы.

В процессе рельефной формовки происходит изменение формы заготовка, заключающееся в образовании местных углублений и выпук-лостей за счет растяжения материала.

Следовательно, рельефная формовка является частным случаем неглубокой местной

вытяжки, при которой материал подвергается главным образом растяжению. Существуют также особые виды обработки листовых металлов давлением. К ним относятся: импульсные высокоскоростные методы штамповки; штамповка давлением взрыва; штамповка электро-гидравлическим разрядом; магнитно-импульсная штамповка и т.п.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

1. Произвести штамповку листового материала. Металлическую пластинку заложить в сквозное отверстие матрицы, пуансон вставить в направляющий канал, а все приспособление зажать между плитами пресса. Момент продавливания образца сопровождается глухим ударом и резким падением показаний на манометре.
2. Определить расчетное усилие вырубки круглой заготовки диаметром  $d=50\text{мм}$ , толщиной  $S=5\text{мм}$  из стали 20 кп .  
Двухсторонний зазор  $Z=0,15S$ . Найти требуемое усилие пресса, учитывая, что вырубка происходит с обратным выталкиванием детали и пружинным съемом отхода с пуансона. Для отношения при  $Z=0,15S$  сопротивление срезу составляет По результатам расчетов выбрать пресс.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Перечислите операции разделения и изменения формы при листовой штамповке,
2. Укажите преимущества и недостатки листовой штамповки; применяемый исходный металл.
3. Перечислив операции разделения и изменения формы при листовой штамповке.
4. Охарактеризуйте каждую операцию листовой штамповки; применяемый при этом инструмент.

5.Изложите последовательность выполнения операций техно-логического процесса штамповки колпачка. Какие при этом применяются инструменты и оборудование?

### **Библиографический список**

Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке, - Л.: Машиностроение, 1979. - 520 с.

Сгибнев В. Ф, Ковочно-штамповочное производство. - М.:Машиностроение, 1980. - 144 с.

Кнорозов Б,В. Технология металлов, и материаловедение. - М, Металлургия, 1987. - 800 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТАМПОВ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

**Цель работы :** Изучить основные способы мехобработки типовых поверхностей деталей и технические возможности оборудования, имеющегося на данном предприятии в цехах металлообработки.

#### Теоретическая часть

Штампы для холодной листовой штамповки являются специальным инструментом, который может выполнять следующие функции: отделение одной части заготовки от другой и требуемое формоизменение заготовки; подача исходной заготовки в штамп и ее фиксация; удаление полученных деталей и отхода из технологической зоны штампа.

Штампы для холодной штамповки классифицируют по технологическим, конструкционным и эксплуатационным признакам.

Технологические признаки:

- операция, выполняемая в штампе (вырубка, вытяжка, пробивка и т. д.): наименование операции определяет название штампа (вырубной, вытяжной и т. д.);
- число операций: по числу операций штампы подразделяют на простые (однооперационные) и сложные (многооперационные последовательного и совмещенного действия); в штампах совмещенного действия деталь изготавливается за один ход пресса.

Конструктивный признак:

- способ направления рабочих частей штампов (без направляющих устройств и с направляющими устройствами). Первые применяются в мелкосерийном производстве, так как более просты в изготовлении, вторые – в крупносерийном и массовом производстве, так как обеспечивают высокую точность деталей, обладают высокой стойкостью и производительностью.

Эксплуатационные признаки:

- способ подачи и установки заготовки (ручная и автоматическая подача);
- способ удаления деталей и отходов (провал в окно матрицы, выталкивание на поверхность матрицы пневмосдувом, удаление отходов в виде остатка ленты путем сматывания в рулон).

Тип штампа и его конструкция зависят от формы, габаритных размеров и точности штампуемых деталей, выбранного технологического процесса штамповки, толщины и вида исходного материала, серийности производства и типа применяемого прессы.

Детали штампов подразделяются на две основные группы: технологического назначения и конструктивного характера.

Детали технологического назначения:

- рабочие (выполняют непосредственно деформацию); фиксирующие; прижимающие и удаляющие (прижимают заготовку во время операций, снимают и удаляют деталь и отходы).

Детали конструктивного характера:

- опорные или монтажные (служат базовыми деталями для монтажа штампа); направляющие (направляют движение верхней части штампа); крепежные (служат для крепления отдельных частей и узлов штампа).

При разработке технологических процессов изготовления деталей штампа для выбора оптимального варианта все детали независимо от конструктивного назначения разбить на пять основных групп. В эти группы детали объединены на основе общих конструктивных признаков, т. е. по геометрической форме.

### **КЛАССЫ ТИПОВЫХ ДЕТАЛЕЙ**

При многообразии форм и размеров штампуемых деталей форма и исполнение аналогичных по назначению деталей в различных штампах могут значительно отличаться (например, пуансон для пробивки круглого и фасонного отверстий).

Соответственно, и способы обработки деталей, т. е. технология изготовления, будут отличаться, хотя некоторые операции необходимы при изготовлении всех видов деталей определенного функционального назначения.

В целях упрощения разработки технологических процессов изготовления все детали штампа, независимо от их принадлежности к названным ранее группам и их функционального назначения, группируются по классам. Основным критерий группирования – общие конструктивные признаки и форма детали, определяющие основные способы обработки.

Детали штампа группируются в пять основных классов.

1. Призматические детали, в том числе детали с отверстиями простой формы.

2. Детали, образованные поверхностями вращения, подразделяемые по подгруппам:

- детали типа гладких валов;
- детали типа ступенчатых валов;
- концентричные детали.

3. Призматические детали, имеющие криволинейную поверхность, замкнутую или открытую, 2-мерной кривизны.

4. Детали сложной пространственной формы, имеющие поверхности 3-мерной кривизны.

5. Вспомогательные детали.

К первому классу относятся: плиты штамповые, монтажные, промежуточные; плоские прижимы, выталкиватели, съемники; планки и призмы направляющие; держатели пуансонов и матриц с посадочными отверстиями простой формы, держатели втулок; секции пуансонов и матриц с прямолинейным рабочим контуром; матрицы призматические с рабочим отверстием (окном) простой формы (круглое, прямоугольное, квадратное) и т. п.

К первой подгруппе второго класса относятся: колонки направляющие, шпильки, толкатели, ограничители штырьевые, ограничители закрытой высоты; ловители; пуансоны для пробивки, вырубки, отбортовки – гладкие (без выступов); штифты и т. п.

Ко второй подгруппе относятся: пуансоны различных конструктивных исполнений (с буртиком, крепежными полками) для пробивки, вырубки, вытяжки, отбортовки круглых в плане деталей или отверстий, толкатели ступенчатые; ограничители ступенчатые; хвостовики и т. д.

К третьей подгруппе относятся: матрицы различных конструктивных исполнений (с фланцем, цилиндрические) для пробивки, вырубки, вытяжки, отбортовки и т. п. круглых в плане деталей или отверстий; втулки направляющие; гильзы; стаканы; обоймы круглые и т. д.

К третьему классу относятся матрицы цельные, секционные для пробивки, вырубки, вытяжки, отбортовки и т. п. фасонных деталей или отверстий; секции матриц и пуансонов обрезных штампов для деталей с плоским фланцем; пуансоны для фасонных деталей или отверстий; плоские фиксаторы на контур; ловители фасонные и т. п.

К четвертому классу относятся: пуансоны, прижимы, матрицы и их фрагменты вытяжных штампов; пуансоны, секции матриц, прижимы штампов для правки и фланцовки; секции низа и верха, ножи, прижимы обрезных штампов и т. п., то есть в основном детали технологического назначения кузовных штампов.

К пятому классу относятся: детали механизации (рычаги, вилки, штанги, зажимы); детали пневмоарматуры (штуцеры, ниппели, переходники, футорки и т. п.); пружины различных типов; крепежные изделия (болты, винты, гайки, шайбы, шплинты и т. п.)

Внутри этих пяти больших групп технологии изготовления различных по назначению и конструктивному исполнению деталей могут значительно отличаться, хотя основная часть операций изготовления повторяется.

## **ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПА**

В общем случае процесс изготовления деталей состоит из следующих этапов:

- 1) получение заготовок;
- 2) разметка заготовок;
- 3) механическая обработка заготовок;
- 4) слесарная обработка ответственных и сложных деталей или их отдельных элементов;
- 5) термическая обработка;
- 6) механическое шлифование и доводка после термической обработки;
- 7) слесарное (ручное) шлифование и доводка рабочих поверхностей детали.

После изготовления деталей производятся сборка, наладка и испытание штампа.

Для деталей, входящих в разные типовые классы, различие технологических процессов будет заключаться в основном в различии операций, используемых при механической обработке заготовок и полуфабрикатов.

Различия в слесарной обработке будут незначительны. Способы получения заготовок для деталей всех классов (кроме отливок) заключаются в отрезке от прутка, бруса, полосы или плиты части металла при помощи:

- дисковой пилы;
- механической ножовки;
- вулканитового круга;
- газовой резки.

Для отрезки заготовок средних размеров по сечению для деталей любого типового класса рационально использовать дисковые пилы и механические ножовки, для сечений малых

размеров – вулканитовые круги. Газовые резаки используются для отрезки крупногабаритных заготовок из толстолиствого проката (заготовки монтажных штамповых плит, прижимы и т. п.).

Для мелких деталей, относящихся к телам вращения, отрезку можно не выполнять, а обработку производить из прутка, с отрезкой готовой детали.

После отрезки заготовки для деталей сложной формы или ответственных деталей подвергают ковке с целью придания им формы, близкой к форме готовой детали, и упорядочения структуры исходного материала.

Все заготовки (как из проката, так и поковки), изготовленные из инструментальных легированных и углеродистых сталей, подвергают изотермическому отжигу, обеспечивающему лучшую обрабатываемость их на последующих операциях, уменьшение деформаций при закалке, повышение стойкости рабочих частей штампов.

При разработке технологического процесса изготовления деталей оснастки подробные карты технологического контроля не составляются, а дается только маршрутная технология, предусматривающая наиболее целесообразную последовательность выполнения операций до полного изготовления основных деталей. Разрабатывая техпроцесс, главное внимание обращают на чередование отдельных операций с учетом создания технологической базы, которая обеспечит последующую обработку и от которой затем будут отсчитываться все размеры детали.

Таковыми базами являются поверхности детали, определяющие при изготовлении ее положение по отношению к режущему инструменту.

В качестве базы могут быть использованы наружные и внутренние по верхности обрабатываемой детали, центрирующие отверстия и т. д.

Различают в основном два вида базовых поверхностей:

- основные (конструктивные), определяющие положение детали в штампе;
- вспомогательные (технологические), создаваемые специально для лучшей и более точной обработки детали.

Выбор последовательности обработки деталей во многом определяет весь последующий ход изготовления штампа, оказывает влияние на точность, качество и производительность работы. При этом последовательность изготовления деталей зависит от имеющихся в цехе оборудования и различных приспособлений для механизации трудоёмких процессов слесарных работ.

При выборе вариантов техпроцессов изготовления деталей придерживаются двух основных правил:

- обрабатывать вначале те детали, профиль которых может быть выполнен на станках;
- затем выполнять ручную обработку сопрягаемых деталей, сравнивая их профиль с фактическими размерами деталей, полученными после станочной обработки.

## **ОБРАБОТКА ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ**

После получения заготовок для деталей данного типового класса первоначально обрабатывается базовая поверхность: строганием – для крупногабаритных и фрезерованием – для средних и мелких деталей.

Первоначально проводится черновая обработка, затем чистовая, причем фрезерование осуществляется торцовыми фрезами. После переустановки деталей на базовую поверхность обрабатывается установочная поверхность для монтажа всех деталей штампа, также строганием или фрезерованием.

Боковые поверхности деталей, не являющиеся ответственными, проходят грубую обработку фрезерованием для удаления неровностей после механической пилы и особенно газового резака (плиты штамповые, монтажные, промежуточные и т. п.).

У заготовок ответственных и точных деталей (держатели матриц, пуансонов, матрицы, секции и т. п.) боковые поверхности, необходимые для разметки или базирования, подвергают чистовой фрезерной обработке с оставлением припуска под шлифование с обеспечением строгой взаимной перпендикулярности всех шести сторон заготовки.

В результате данной операции, называемой «габаритение», получается точная заготовка – «габарит».

После первоначальной механической обработки заготовки крупногабаритных деталей размечают, нанося на их поверхность осевые линии штампа, от которых осуществляют разметку всех элементов детали (отверстий, вырезов, углублений и т. п.).

Обработку круглых отверстий выполняют сверлением, затем зенкерованием. Посадочные отверстия, требующие высокой точности размеров, после зенкерования дорабатываются растачиванием, предварительным и тонким, до требуемых размеров с допусками по Н7 на координатно-расточном станке с выдерживанием координат этих отверстий в пределах  $\pm 0,001 \div 0,005$  мм. Отверстия некруглого контура и углубления обрабатываются

фрезерованием по разметке или на координатно-расточном станке. Штифтовые отверстия сверлятся, зенкеруются и разворачиваются для получения размеров по Н7.

Детали небольших размеров после получения «габаритов» размечают, нанося осевые линии и центры крепежных отверстий. Круглые отверстия обрабатывают сверлением, зенкерованием и растачиванием на токарном станке, закрепляя заготовку в приспособлении (планшайбе), установленном в патроне станка. Рабочие отверстия (в матрицах) и посадочные в держателях после термической обработки шлифуют методом патронного шлифования до получения требуемых размеров с допусками по Н7. Кроме того, шлифованию подвергаются рабочая и опорная поверхности детали на плоскошлифовальном станке.

Отверстия некруглого контура фрезеруют по разметке или координатам и после термической обработки шлифуют на координатно-шлифовальном станке.

При наличии в детали нескольких точных отверстий обработку проводят на координатно-расточном станке, производя отсчет координат от двух взаимно перпендикулярных базовых поверхностей. Если в угловых зонах отверстий некруглого контура недопустимо оставление радиусов после фрезерования, то перед термической обработкой эти зоны обрабатываются строганием на долбежных станках или слесарным способом: посредством опиливания напильниками, с использованием приспособлений и на опиловочных станках или при помощи бормашинок и абразивных инструментов.

Обработку таких зон в рабочих окнах матриц предпочтительнее выполнять строганием, так как машинная обработка обеспечивает более высокую точность чем слесарная.

В составных (секционных) матрицах при правильной разбивке их на секции угловые зоны с радиусами не образуются при стыковке секций, так как они имеют прямолинейные рабочие поверхности. Эти прямолинейные поверхности и поверхности стыков обрабатываются на плоскошлифовальных станках по отдельности на каждой секции.

Обработка пуансонов, имеющих призматическую форму рабочей и посадочной поверхностей, производится фрезерованием на вертикально-фрезерных станках боковой поверхностью пальцевой фрезы (при высоте пуансона до 80 мм) и строганием на долбежных станках при большей высоте. При обоих способах необходимо предварительно обработать начисто опорную поверхность пуансона.

Шлифование боковых рабочих поверхностей (рабочего контура) производится на плоскошлифовальных станках с переустановкой детали после шлифовки каждой стороны.

При небольшой высоте детали шлифование можно производить на шлифовальном станке с вертикальным шпинделем.

## **ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ, ОБРАЗОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЯМИ ВРАЩЕНИЯ**

Изготовление деталей данного типового класса – характерные операции токарного станка, то есть основной вид обработки – токарное точение. Токарное точение разделяется на черновое (грубая обработка) и чистовое (тонкая обработка). При обработке заготовок токарному точению предшествуют подрезка торца и нанесение центровочного отверстия – искусственной базы для последующих чистовых операций (шлифование, притирка и т. п.), если они необходимы для достижения требуемой точности, и для заготовок, у которых свободная длина  $L > 5d$  ( $d$  – диаметр заготовки).

Если у штучной заготовки не предусмотрен технологический припуск для зажима её в патроне станка, то черновое обтачивание проводится за две установки: начерно обрабатывается свободная длина заготовки, затем обработанная часть зажимается в патроне станка и обрабатывается вторая часть заготовки начерно. При этом выполняется подрезка второго торца и нанесение на нем центровочного отверстия. Чистовое обтачивание также проводится в два этапа. Если у штучной заготовки предусмотрен припуск, то обработка проводится за одну установку, и отрезка детали с одновременной подрезкой второго торца выполняется перед термической обработкой, если она необходима для получения требуемых эксплуатационных характеристик. При этом на втором торце выполняется центровочное отверстие, если его наличие необходимо для выполнения последующих доводочных операций. Изготовление деталей из прутка аналогично изготовлению деталей с технологическим припуском. Шлифование и отделочные операции необходимы для изготовления деталей, имеющих поверхности, обрабатываемые по 6÷9 квалитетам точности.

Характерной деталью данной типовой группы является ступенчатый пуансон с заплечиками.

Изготовление концентрических деталей (с центральным отверстием, имеющим общую ось с наружной поверхностью) выполняется тремя способами:

- обработка всех поверхностей за одну установку, с отрезкой готовой детали от прутка или технологического припуска;
- обработка наружной поверхности, базирование по ней при обработке внутренней поверхности (отверстия);

- обработка внутренней поверхности, базирование по ней при обработке наружных поверхностей.

При выборе способа обработки необходимо ориентироваться на требования, предъявляемые к точности детали, качеству поверхностей, эксплуатационным характеристикам.

Первый способ обеспечивает наиболее высокую точность, так как исключены погрешности, возникающие при переустановке заготовки.

Обработку по второй схеме целесообразно применять для деталей с небольшими размерами отверстия, поверхность которого вдоль оси имеет небольшую длину, что затрудняет базирование по ней.

Третий способ рационально применять для деталей с отверстиями значительных размеров и сравнительно большой протяжённости.

Обработка концентрических деталей производится на токарных или револьверных станках. Револьверные обеспечивают значительно большую производительность и точность изготавливаемых деталей.

Обработка наружных поверхностей выполняется точением (черновым и чистовым).

Обработка отверстия после подрезки торца и нанесения центровочного отверстия выполняется сверлением, затем рассверливанием или зенкерованием, растачиванием черновым и тонким. При обработке небольших по диаметру отверстий и при наличии инструмента требуемого диаметра можно применить развертывание. Для получения точного размера и высокой чистоты поверхности применяется шлифование. Для деталей, требующих термической обработки, наряду с предварительным шлифованием производят окончательное шлифование после термической обработки и, если необходимо, шлифование торцов, выполняемое на плоскошлифовальном станке.

Характерным представителем концентричных деталей является матрица, запрессованная в держатель. Она имеет внутреннюю цилиндрическую поверхность (рабочее окно матрицы), которая должна быть концентрична наружной (посадочной) поверхности.

## **ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ С КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

Как было отмечено ранее, детали данного класса могут иметь криволинейные поверхности замкнутого или открытого контура. Технологический процесс их изготовления в основном одинаков. Различия заключаются в выполнении чистовых, заключительных операций.

Последовательность и характер начальных операций при изготовлении деталей данного класса аналогичны техпроцессу деталей 1-го типового класса: это получение «габаритов», разметка осевых линий, центровка крепежных отверстий, обработка крепежных отверстий, разметка стыковочных поверхностей у секционных рабочих частей.

Обработка криволинейного контура, как замкнутого, так и открытого, производится торцовым фрезерованием несколькими способами:

- фрезерованием по разметке с оставлением значительного припуска;
- фрезерованием с использованием шаблона – копира;
- фрезерованием на станках с ЧПУ.

Применение способа зависит от сложности обрабатываемого контура и имеющегося оборудования.

Независимо от применяемого способа фрезерование ведется вначале фрезами большого диаметра, затем обработка узких мест выполняется фрезами небольшого диаметра, обработка внутренних углов выполняется слесарным способом при помощи опилования или бор-машин.

Как правило, секционные матрицы и пуансоны фрезеруются в сборе, при этом стыковочные поверхности предварительно шлифуются.

После фрезерования и местной слесарной обработки на криволинейной поверхности должен оставаться припуск не более  $0,2 \div 0,3$  мм на сторону, который необходим для компенсации термических поворотов, возникающих при термообработке.

После термической обработки у детали в первую очередь шлифуется опорная поверхность, затем рабочий контур и лицевая поверхность.

У деталей с открытым контуром кроме опорной поверхности шлифуется плоскость, противоположная криволинейной, используемая как установочная база при окончательной обработке криволинейного контура. Лицевая поверхность (рабочая) у таких деталей на данном этапе не шлифуется.

Окончательная обработка криволинейной поверхности деталей с замкнутым контуром и деталей с открытым контуром разная.

Замкнутый контур обрабатывается шлифованием на станках с вертикальным шпинделем, для которого необходимо устанавливать максимальное число оборотов, чтобы шлифовальные круги небольшого диаметра, обычно применяемые для обработки замкнутых криволинейных контуров, имели максимально возможную окружную скорость, иначе процесс будет малопродуктивным, а круги быстро сработаются.

Для обработки деталей с открытым криволинейным контуром применять малопроизводительное шлифование на станках с вертикальным шпинделем нерационально. При обработке криволинейного контура таких деталей применяется профильное шлифование, выполняемое на плоскошлифовальных станках с горизонтальной осью шпинделя. Обработка ведется несколькими кругами одновременно или поочередно.

При этом круги предварительно профилируются, т. е. каждому кругу придается форма соответствующего участка криволинейного контура, для обработки которого данный круг предназначен. При этом используются круги больших диаметров, что обеспечивает высокую окружную скорость и, соответственно, производительность.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

1. Произвести внешний осмотр штампа и его раскрытие.
2. Определить тип и назначение штампа.
3. Произвести частичную разборку штампа (без распрессовки колонок и втулок направляющих).
4. Ознакомиться с устройством штампа, взаимодействием его деталей и узлов.  
Определить функциональное назначение каждой детали и ее точное название.
5. Распределить детали среди студентов с целью проведения работ:
  - выполнить рабочий чертеж детали с необходимым количеством видов, разрезов сечений;
  - произвести обмер детали и проставить на рабочие чертежи необходимые размеры;
  - определить, какие поверхности или элементы детали требуют повышенной точности изготовления;
  - проставить на рабочем чертеже отклонения размеров по квалитетам точности на требуемые поверхности и элементы;
  - проставить шероховатости поверхностей на рабочем чертеже детали;
  - выбрать базу и назначить отклонения формы поверхностей детали;
  - назначить материал изделия и его твердость.
6. Определить величины действительных технологических зазоров.
7. Собрать штамп; разборку и сборку штампа произвести после изучения инструкции по проведению слесарных механосборочных работ под руководством лаборантов и преподавателя (студентки в разборе-сборе не участвуют).

8. Составить каждому из студентов маршрутный технологический процесс изготовления конкретной детали штампа:

- определить, к какой из типовых групп относится данная деталь;
- определить последовательность выполнения и характер необходимых операций;
- выбрать тип и размеры исходной заготовки;
- оформить маршрутный технологический процесс с вычерчиванием операционных эскизов с указанием изменения размеров и геометрической формы изделия.

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Рабочий чертеж детали.
2. Описание функционального назначения и характера работы выбранной детали в штампе.
3. Описание основных операций изготовления деталей данной типовой группы.
4. Технологическая документация – маршрутный технологический процесс.

## **Контрольные вопросы**

1. По каким признакам классифицируются штампы холодной листовой штамповки?
2. По каким признакам классифицируются детали штампов холодной листовой штамповки?
3. Какие функции выполняют детали технологического назначения?
4. Какие функции выполняют детали конструктивного характера?
5. Какие марки сталей применяются для изготовления деталей штампов листовой штамповки?
6. На какие типовые группы делятся детали штампов?
7. Какие основные операции выполняются при изготовлении деталей:
  - первой типовой группы;
  - второй типовой группы;
  - третьей типовой группы;
  - четвертой типовой группы?

### **Библиографический список**

1. Владимиров, В.М. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений / В.М. Владимиров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1981. – 431 с.
2. Мендельсон, В.С. Технология изготовления штампов и пресс-форм: 2-е изд., перераб. и доп. / В.С. Мендельсон, Л.И. Рудман – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1982. – 207 с.
3. Палей, М.М. Технология производства приспособлений пресс-форм и штампов / М.М. Палей. – М. : Машиностроение, 1979. – 293 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Невинномысский технологический институт (филиал)

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

по выполнению практических работ  
по дисциплине «Технология и оборудование объемной штамповки»  
для студентов очной формы обучения  
направления подготовки  
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины «Технология и оборудование объёмной штамповки». Указания предназначены для студентов очной формы обучения направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Содержат основные разделы изучаемого теоретического материала, перечень вопросов необходимых для проработки, а также список рекомендуемой литературы.

*Составители*

*Отв. редактор*

## Содержание

<b>Введение</b> .....	4
<b>Практическая работа № 1</b> Определение типа производства на участке	6
<b>Практическая работа № 2</b> Изучение штамповки поковок в штампах с разъёмными матрицами	8
<b>Практическая работа № 3</b> Расчёт механизма передвижной тележки мостового крана	14
<b>Практическая работа № 4</b> Изучение конструкции и принципа действия промышленного робота УГПС-1 и составление управляющей программы на выполнение заданной работы	19
<b>Практическая работа № 5</b> Графическое обозначение элементов станочных приспособлений	23
<b>Практическая работа № 6</b> Разработка схем базирования	32
<b>Практическая работа № 7</b> Расчёт погрешности базирования	35

## Введение

### Введение

Методические указания по выполнению практических работ разработаны, согласно рабочей программе «Технология и оборудование объёмной штамповки» для специальности 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Практические работы направлены на овладение обучающимися видом профессиональной деятельности: Разработка технологических процессов изготовления деталей машин и соответствующих профессиональных компетенций (ПК):

ПК-10 Способность обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий.

ПК-11 Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умением осваивать вводимое оборудование.

ПК-12 Способность участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями, обучающийся в ходе выполнения и защиты практических работ должен:

#### **иметь практический опыт:**

- использования конструкторской документации для проектирования технологических процессов изготовления деталей;
- выбора методов получения заготовок и схем их базирования;
- составления технологических маршрутов изготовления деталей и проектирования технологических операций;
- выполнения необходимых расчетов технологических процессов обработки металлов резанием;
- пользования нормативно-справочной литературой;

#### **уметь:**

- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- определять тип производства;
- анализировать и выбирать схемы базирования;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;
- оформлять технологическую документацию;

#### **знать:**

- служебное назначение и конструктивно-технологические признаки детали;
- показатели качества деталей машин;
- типовые технологические процессы изготовления деталей машин;

- виды деталей и их поверхности;
- классификацию баз;
- виды заготовок и схемы их базирования;
- способы и погрешности базирования заготовок;
- правила выбора технологических баз;
- виды обработки резания;
- виды режущих инструментов;
- элементы технологической операции;
- назначение станочных приспособлений;
- назначение и виды технологических документов.

Практические работы следует проводить по мере прохождения студентами теоретического материала.

Практические работы рекомендуется производить в следующей последовательности:

- вводная беседа, во время которой кратко напоминаются теоретические вопросы по теме работы, разъясняется сущность, цель, методика выполнения работы;
- самостоятельное выполнение необходимых расчетов;
- обработка результатов расчетов, оформление технологической документации, отчета;
- защита практической работы в форме собеседования по методике проведения и результатам проделанной работы.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1**

### **ТЕМА: «Определение типа производства на участке»**

**ЦЕЛЬ:** Научиться определять тип производства.

#### **ОСНАЩЕНИЕ:**

1. Методические указания по проведению работы.

#### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:**

1. Ознакомление с целью работы и порядком её выполнения.
2. Получение индивидуального задания.
3. Определение коэффициента закрепления операций.

#### **Самостоятельная внеаудиторная работа.**

4. Оформление отчёта и подготовка его к сдаче.

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:**

Под типом производства понимают комплексную характеристику особенностей организации и технического уровня промышленного производства. На тип организации производства оказывают влияние следующие факторы: уровень специализации, масштаб производства, сложность и устойчивость изготавливаемой номенклатуры изделий, обусловленной размерами и повторяемостью выпуска. Различают три основных типа производства: единичное, серийное и массовое.

В зависимости от количества одновременно изготавливаемых изделий в серии различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производства.

Разновидность серийного производства принято различать по значениям коэффициента закрепления операций

$$K_z = M_{\text{оп}} / C_{\text{об}},$$

где  $M_{\text{оп}}$  — общее число операций, выполняемых в данном цехе (на участке) в месяц;

$C_{\text{об}}$  — число единиц оборудования, действующего в цехе (на участке).

Принято считать, что цехи относятся к той или иной разновидности серийного производства в зависимости от следующих значений коэффициента закрепления операций: к мелкосерийному — от 20 до 40; к среднесерийному — от 10 до 20; к крупносерийному — от 2 до 10.

#### **ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ:**

На участке механического цеха имеется определённое количество рабочих мест. В течение месяца на них выполняется определённое количество

разных технологических операций. Требуется установить коэффициент загрузки операций на участке и тип производства.

Таблица 1.1 Варианты заданий.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кол-во рабочих мест	42	29	31	17	18	35	7	19	27	49
Кол-во технологических операций	1300	209	520	816	17	339	22	8	820	833

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Дайте характеристику типов машиностроительного производства.
2. Дайте характеристику массового машиностроительного производства.
3. Дайте характеристику серийного машиностроительного производства.
4. Дайте характеристику единичного машиностроительного производства.
5. От чего зависит тип машиностроительного производства?
6. Как рассчитать коэффициент закрепления операций?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

### ТЕМА: «Изучение штамповки точных поковок в штампах с разъёмными матрицами»

**ЦЕЛЬ:** Исследовать изменение усилия штамповки в зависимости от числа боковых отростков и степени заполнения матрицы.

#### ОСНАЩЕНИЕ:

1. Методические указания по проведению работы.
2. Калькуляторы.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Ознакомление с целью работы и порядком ее выполнения.
2. Изучение особенностей штамповки точных поковок сложной формы.
3. Получение индивидуального задания.
4. Расчёт степени заполнения полости штампа.
5. Расчёт усилия штамповки.
6. Расчёт усилия сжатия полуматриц.
7. Заполнение протокола работы.
8. Построение зависимости  $P=f(z)$ .
9. Построение зависимости  $P=f(t)$ .

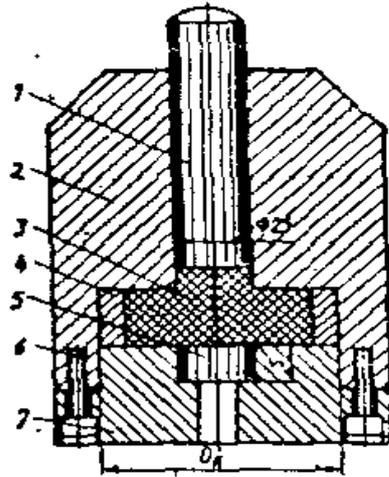
#### Самостоятельная внеаудиторная работа.

10. Выводы о проделанной работе. Оформление отчёта и подготовка его к сдаче.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:

##### *Штамповка точных поковок сложной формы.*

Известно, что чем сложнее конфигурация поковки, тем большее число переходов требуется для её штамповки и больший объём металла идёт в отход. Изготовление поковок в штампах с разъёмной матрицей позволяет не только получать поковки с размерами и формой, близкими к размерам и форме детали, но и значительно сократить последующую механическую обработку поверхностей сложной конфигурации. Эта разновидность точной объёмной штамповки осуществляется либо на универсальном оборудовании (кривошипных горячештампованных прессах), либо на специальном (прессах двойного действия). Формоизменение происходит в закрытой полости, образованной разъёмной матрицей и пуансоном, при этом части матрицы должны быть сжаты силами, исключающими её раскрытие.



1.1.1.1.1.1.1 Рисунок 2.1 – Приспособление для штамповки в разъёмных матрицах.

1 – пуансон; 2 – контейнер; 3 – поковка; 4 – сменное кольцо; 5 – сменный вкладыш для удаления поковки; 6 – винт; 7 – основание.

Конструкция штампа определяется расположением плоскости его разъемов, а так же числом и направлением движения пуансонов. Наиболее распространены схемы: с горизонтальной (рис. 2.2 ,а) и вертикальной (б) плоскостями разъема; с двух- (в) и многопуансонным (г) деформированием.

Первые две схемы применяются в штампах, устанавливаемых на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП), третья и четвертая – на специальных многоплунжерных гидравлических прессах.

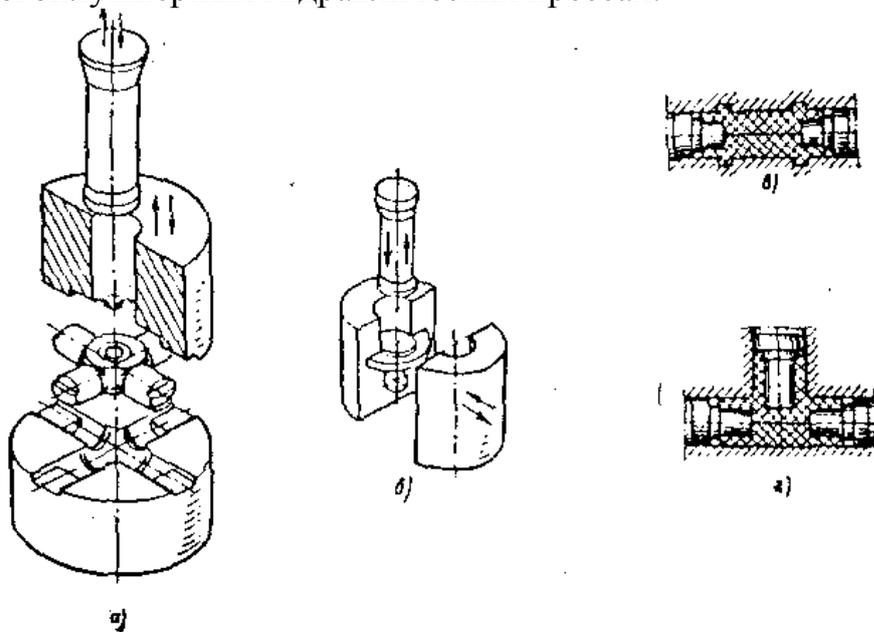


Рисунок 2.2 – Сменные кольца-матрицы.

Силовой режим штамповки в значительной мере определяет качество поковки и конструкцию зажимного устройства, удерживающего части матрицы

в сомкнутом состоянии. В то же время силовой режим зависит от интенсивности заполнения труднодоступных участков полости матрицы. Избыточное технологическое усилие ведёт к вытеканию части металла в зазоры между пуансонами, матрицей и частями самой матрицы. В результате возникает необходимость удаления заусенца на заточных станках.

Полностью оформленная поковка не имеет вертикального отростка под пуансоном, поэтому изменение высоты заготовки определяет объём вытесненного в полость матрицы металла.

Степень заполнения полости штампа определяется следующим образом:

$$\psi = 1 - \frac{\pi \cdot d^2 \cdot l}{\left[ (\pi \cdot D_{\text{пок}}^2 + 4z \cdot l \cdot b) \cdot H_{\text{пок}} \right]}$$

Усилие штамповки рассчитывается по формуле:

$$P_1 = \sigma_s \cdot \pi \cdot d^2 / \left[ 4 \cdot \left( 2,1 + 1,5 \ln \frac{D_{\text{пок}} - d}{4r} \right) + 0,4d^2 \ln \frac{D_{\text{пок}}}{D_{\text{пок}} - d} + \pi \mu h d \right]$$

Усилие сжатия полуматриц

$$P_2 = \sigma_s \left\{ 1,65 \cdot D_{\text{пок}}^2 + 1,25 (D_{\text{пок}} + 2d - 2r) d \cdot \ln \left[ \frac{D_{\text{пок}} - d}{4r} \right] + 0,8 \cdot z \cdot b \cdot l \right\},$$

где, согласно рисунку 2.4:

$d$  – диаметр пуансона, м

$D_{\text{пок}}$ ,  $H_{\text{пок}}$  – диаметр и высота поковки, м

$r$  – радиус скругления, м

$h$  – высота вертикального отростка, м

$\mu$  – коэффициент пластического трения ( $\mu = 0,4 \dots 0,5$ )

$z$  – число отростков в матрице

$b$  и  $l$  – ширина и длина отростка соответственно, м

$\sigma_s$  – истинный предел текучести, МПа.

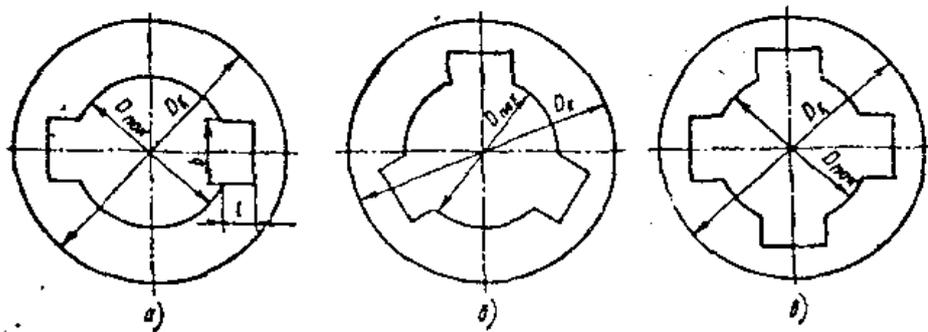


Рисунок 2.3 – Сменные кольца – матрицы.

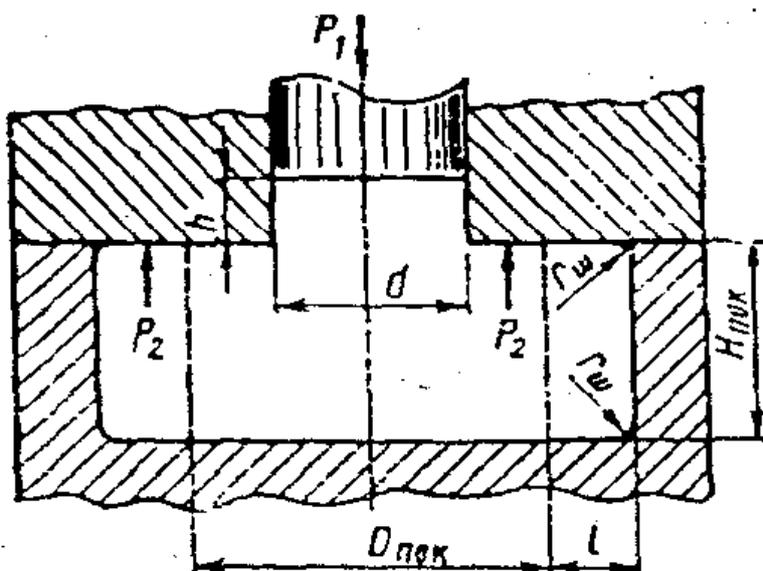


Рисунок 2.4 – Схема для расчёта усилий штамповки, сжатия полуматриц и заполнения полости штампа.

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ:

Таблица 2.1 – Исходные данные к практической работе.

N вар	Вид заготовки	D <sub>пок</sub> , мм	H <sub>пок</sub> , мм	b, мм	l, мм
1	1	100	40	25	20
	2	150	50	25	15
	3	250	80	30	20
2	1	120	55	25	20
	2	150	60	30	20
	3	180	65	20	15
3	1	155	30	20	15
	2	165	35	25	20
	3	200	40	30	25
4	1	110	30	30	15
	2	125	40	25	15
	3	130	50	20	20
5	1	90	20	20	15
	2	120	25	25	20
	3	130	35	25	25
6	1	95	40	25	15
	2	115	45	20	20
	3	135	55	30	25
7	1	85	45	20	20
	2	150	60	25	22
	3	160	80	35	28
8	1	98	20	15	25
	2	100	25	20	30
	3	135	35	25	35
9	1	130	25	22	15
	2	155	35	30	20
	3	180	40	35	35
10	1	115	40	15	20
	2	200	55	25	27
	3	230	60	35	32

Высота вертикального отростка отсутствует. Материал заготовки – сталь 20, ( $\sigma_B = 250$  МПа). Диаметр пуансона  $d=25$  мм. Радиус скругления угла полости матрицы  $r=6$  мм.

7. Расчётные параметры заносятся в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Протокол работы.

Вид заготовки	Число отростков	Расчётные параметры		
		$\psi$	$P_1, Н$	$P_2, Н$
1	2			
2	3			
3	4			

8,9. Построение графиков зависимостей  $P=f(z)$ ,  $P=f(\Psi)$ .

10. Выводы об изменении усилия штамповки от числа боковых отростков и степени заполнения матрицы.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Что такое горячая объёмная штамповка?
2. В чём преимущества горячей объёмной штамповки?
3. Принцип действия паровоздушного штамповочного молота?
4. Принцип действия кривошипного горячештамповочного прессы?
5. Принцип действия горизонтально-ковочной машины?
6. Что такое холодная листовая штамповка?
7. Какие операции выполняются при холодной листовой штамповке?
8. Какой инструмент используется при холодной листовой штамповке?
9. Техника безопасности в цехах горячей и холодной обработки металлов давлением?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3**

**ТЕМА: «Расчёт механизма передвижной тележки мостового крана»**

**ЦЕЛЬ:** Приобрести навыки по расчёту механизмов средств перемещения грузов. Научиться выбирать электродвигатель и редуктор для работы тележки.

### **ОСНАЩЕНИЕ:**

1. Методические указания по проведению работы.
2. Калькулятор.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:**

1. Ознакомление с целью и порядком выполнения работы.
2. Изучение принципов работы механизмов мостового крана.
3. Получение индивидуального задания.
4. Уточнение схемы механизмов мостового крана.
5. Расчет размеров колеса тележки.
6. Расчёт мощности привода механизма перемещения.
7. Выбор электродвигателя, редуктора, тормоза привода, механизма перемещения крана.
8. Вывод о проделанной работе.

### **Самостоятельная внеаудиторная работа.**

9. Оформление отчёта и подготовка его к сдаче.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:**

Для перемещения грузов по цеху, складу, иному производственному помещению служит мостовой кран. По проложенным по стенам подкрановым путям передвигается крановый мост с закрепленной на нем грузовой тележкой, осуществляющей подъем и опускание груза.

Механизм передвижения тележки электрического мостового крана выполняют с вертикальным редуктором в приводе (см.рис. 3.1). Тележка опирается на четыре цилиндрических колеса, движущихся по плоскому горизонтальному рельсу (линейный контакт).

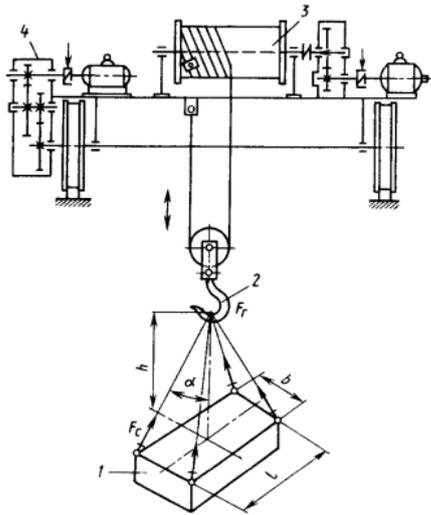


Рисунок 3.1 – Механизм передвижения. 1- груз, 2 – крюк, 3 - механизм подъёма, 4 – механизм перемещения.

Собственный вес тележки

$$F_T = 0,4F_r, \text{ Н.}$$

где  $F_T$  – вес тележки, Н;

$F_r$  – грузоподъёмная сила крана, Н.

Нагрузка на одно колесо тележки

$$F_r = (F_r + F_T)/4, \text{ Н.}$$

Радиус колеса по допустимым контактным напряжениям

$[\sigma_H] = 600$  МПа для стальных колес твердостью HB = 170 и модулем упругости стали  $E = 2,1 \times 10^5$  МПа.

$$R_K = \frac{0,418}{\sigma_H} \sqrt{\frac{F_r \times k_v \times E}{\varphi_K}}, \text{ мм}$$

где  $\varphi_K = \frac{B_p}{R_K} = 0,2$  - коэффициент ширины колеса;

$k_v$  — скоростной коэффициент,

$$k_v = 1 + 0,02V_T$$

$B_p$  — ширина контакта при диаметре стандартного колеса  $D_K = 250$  мм,

Действительная ширина контакта

$$B_p = R_K \times \varphi_K, \text{ мм}$$

Расчетный диаметр колеса

$$D_K = 2 R_K, \text{ мм.}$$

Коэффициент сопротивления качению колеса по рельсу

$$k = 0,915 \sqrt{F_r \times \varphi_K / E}.$$

Диаметр вала колеса

$$d = D_K/6, \text{ мм.}$$

Сопротивление передвижению тележки, колеса которой установлены на подшипниках качения ( $f=0,02$ ):

$$F_K = (F_r + F_T) \left( \frac{f d + 2k}{D_K} \right) k_{реб}, \text{ Н}$$

где  $k_{реб} = 1,5$ —коэффициент, учитывающий трение реборд колеса о рельс.

Мощность привода механизма передвижения при установившемся движении

$$N = F_K \times V_T / (60 \times \eta) \text{ Вт},$$

$\eta = 0,8$  — КПД зубчатого цилиндрического редуктора.

Выбирают электродвигатель по таблице 3.1.

Частота вращения колеса тележки

$$n_K = V_T / (\Pi \times D_K), \text{ об/мин.}$$

Передаточное отношение привода механизма передвижения тележки

$$u = n_d / n_K$$

Для заданного режима работы выбирают редуктор вертикального исполнения, удобный для компоновки привода механизма передвижения крановой тележки. Вал электродвигателя соединяется с входным валом редуктора втулочно - пальцевой муфтой, объединенной со шкивом тормоза, так как при скорости  $V_T$  более 30 м/мин необходим тормоз для механизма передвижения. Номинальный статический момент электродвигателя

$$M_{\text{НОМ}} = N_{\text{НОМ}} / \omega = N_{\text{НОМ}} \times 30 / \Pi \times n_d, \text{ Нм.}$$

Тормозной момент

$$M_T = k_T \times M_{\text{НОМ}}, \text{ Нм.}$$

По таблице 3.2 выбирают тормоз.

Для обеспечения возможности трогания с места тележки без буксования ходовых колес должно быть соблюдено условие:

$$F_{\text{сц}} \geq k_{\text{сц}} F_{\text{тяг}}$$

где  $k_{\text{сц}} = 1,1$  — коэффициент запаса.

Здесь

$$F_{\text{сц}} = [(F_r + F_T) z_n / z_0] f, \text{ кН.}$$

$$f = 0,17$$

$$F = 2M_{\text{НОМ}} u_p \eta / D_K, \text{ кН}$$

Нормальная работа четырехколесной тележки ( $z_0 = 4$ ) без буксования обеспечивается при числе приводных (ведущих) колес  $z_n = 2$ .

Таблица 3.1 – Характеристика электродвигателей переменного тока закрытого исполнения.

Тип	Мощность (кВт) при синхронной частоте вращения, об/мин			
	3000	1500	1000	750
4AA56A	0,18	0,12	—	—
4AA56B	0,25	0,18	—	—
4AA63A	0,37	0,25	0,18	—
4AA63B	0,55	0,37	0,25	—
4A71A	0,75	0,55	0,37	—
4A71B	1,1	0,75	0,55	0,25
4A80A	1,5	1,1	0,75	0,25
4A80B	2,2	1,5	1,1	0,55
4A90A	3,0	2,2	1,5	0,75
4A90B	—	—	—	1,1
4A100A	4,0	3,0	2	—
4A100B	5,0	4,0	2,2	1,5
4A112MA	7,5	5,5	3,0	2,2
4A112MB	—	—	4,0	3,0
4A132S	—	7,5	5,5	4,0
4A132M	11,0	11,0	7,5	5,5
4A160S	15,0	15,0	11,0	7,5
4A160M	18,5	18,0	15,0	11,0
4A180S	22,0	22,0	—	—
4A180M	30,0	30,0	18,5	15,0
4A200M	37,0	37,0	22,0	18,5
4A200L	45,0	45,0	30,0	22,0
4A220M	55,0	55,0	37,0	30,0
4A250S	75,0	75,0	45,0	37,0
4A250M	90,0	90,0	55,0	45,0
<i>Двигатели с повышенным пусковым моментом</i>				
4AP160	—	15,0	11,0	7,5
4AP160M	—	18,5	15,0	11,0
4AP180	—	22,0	18,5	15,0
4AP180M	—	30,0	22,0	18,5
<i>Двигатели с повышенным скольжением</i>				
4AC132	10,0	8,5	6,3	4,5
4AC132M	—	11,8	8,5	6,0
4AC160S	—	17,0	12,0	9,0
4AC180S	—	26,5	19,0	16,0
4AC180M	—	31,6	26,5	19,0

Таблица 3.2 – Характеристика тормозов ТКТ короткоходовым магнитом

Тормоз	Тормозной момент при ПВ 25 ... 40 % Н·м	Длина рычага, мм		Ширина колодки $B_k$ , мм	Диаметр $D_T$ тормозного шкива, мм
		$l_1$	$l_2$		
ТКТ-100	20	100	70	70	100
ТКТ-200/100	40	205	135	90	100
ТКТ-200	160	205	135	90	200
ТКТ-300/200	240	430	190	140	200
ТКТ-300	500	430	190	140	300

**ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ:**

Требуется рассчитать механизм передвижения тележки электрического мостового крана. Варианты заданий приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные.

№ варианта	Грузоподъёмная сила $F_T$ , кН	Скорость перемещения тележки $V_T$ , м/мин	Режим работы
1	60	15	Тяжёлый
2	65	25	Средний
3	50	30	Лёгкий
4	45	20	Тяжёлый
5	80	10	Средний
6	55	20	Лёгкий
7	30	35	Тяжёлый
8	35	30	Средний
9	40	25	Лёгкий
10	75	25	Тяжёлый

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Какие краны относятся к кранам мостового типа?
2. Грузоподъёмность мостовых кранов?
3. Перечислить виды металлургических кранов?
4. В чём преимущество подвесных кранов?
5. Грузоподъёмность козловых кранов и их недостатки?
6. Область применения кранов-штабелёров и их грузоподъёмность?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

### ТЕМА: «Изучение конструкции и принципа действия промышленного робота УПС-1 и составление управляющей программы на выполнение заданной работы»

**ЦЕЛЬ:** ознакомиться с основными элементами конструкции манипулятора и пульта управления, получить практические навыки по составлению программы работы ПР.

#### ОСНАЩЕНИЕ:

1. Методические указания по проведению работы.
2. Модель ПР.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Ознакомление с целью работы и порядком её выполнения.
2. Изучение назначения, технической характеристики ПР.
3. Ознакомление с конструкцией промышленного робота.
4. Получение индивидуального задания.
5. Составление управляющей программы.
6. Вывод о проделанной работе.

#### Самостоятельная внеаудиторная работа.

7. Оформление отчёта и подготовка его к сдаче.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:

Промышленный робот мод. ПРП-5 предназначен для автоматизации загрузочно-разгрузочных операций станков с ЧПУ, прессов и другого автоматизированного оборудования.

Таблица 4.1 – Технические характеристики ПР.

Максимальная грузоподъёмность, кг	5
Количество степеней подвижности	3
Количество рук, шт	1
Точность позиционирования, мм	±0,1
Максимальное перемещение руки, мм	510
Максимальный угол поворота	180
Максимальная скорость перемещения, мм/с	1000
Минимальная скорость перемещения, мм/с	180
Давление воздуха, подаваемого в цилиндры, МПа	0,2
Максимальный расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /час	25
Тип системы управления	УМЦ-30
Количество управляемых по программе координат	7
Способ задания программы	набор программы на

	пульте управления
Объем памяти устройства	100 кадров
Тип управления привода	пневматический с электромагнитным управлением
Обмен информацией с манипулятором и технологическим оборудованием	выдача 24 управляющих команд на включение электромагнитов ;приём десяти сигналов выполнения команд манипуляторов, выдача семи технологических команд управления

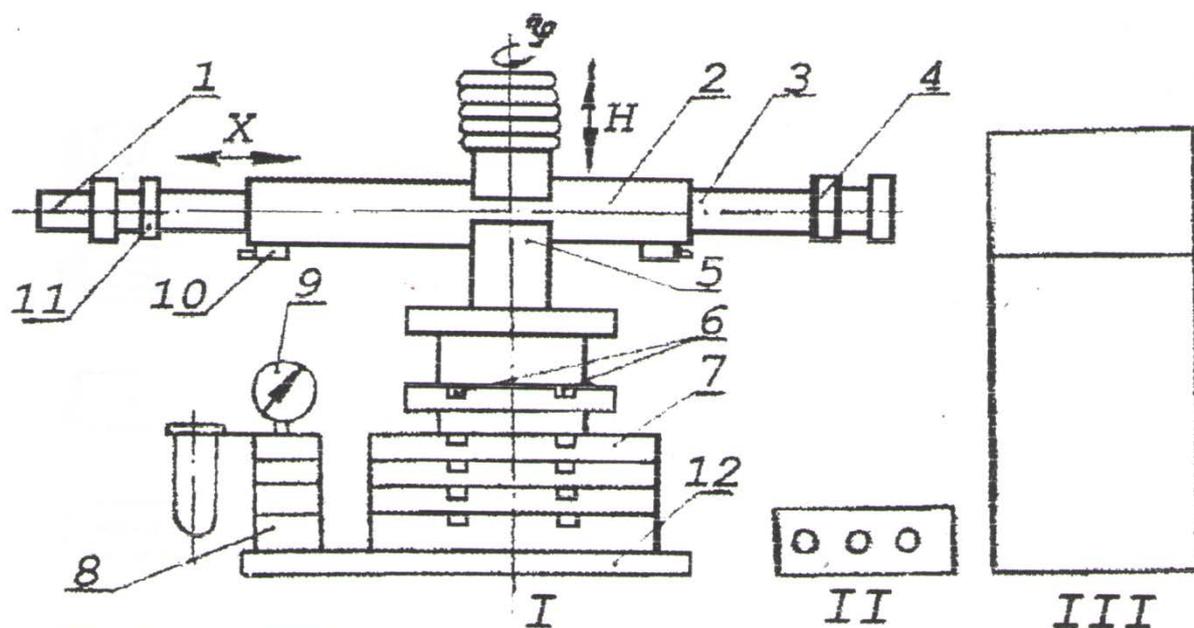


Рисунок 4.1 – Общий вид ПР ПРП-5. I – манипулятор, II – модуль согласующий, III- устройство программного управления мод. УЦМ-30.

Манипулятор состоит из основания (12), каретки (5), руки (3), цилиндров пневмоприводов (2), золотниковых пневмораспределителей (7), устройства подготовки воздуха (8). Воздух под давлением 0,5-0,6 МПа подается от компрессора в устройство подготовки воздуха (8), где очищается от влаги, насыщается маслом и при давлении 0,2 МПа, пройдя через редукционный клапан, попадает в пневмоцилиндр привода выдвижения руки (2), поворота руки, подъема каретки или в цилиндр привода охвата (1), вызывая соответствующие движения. Последовательность движений программируется на пульте УЦМ-30, или может осуществляться вручную от пульта ручного управления.

Сигналы, поступающие с пультов через согласующий модуль включают определенные пневмораспределители (7) и сжатый воздух поступает в

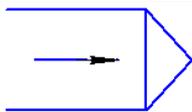
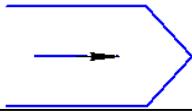
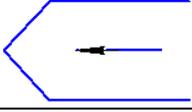
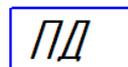
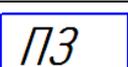
требуемые цилиндры, которые приводят в действие звенья манипулятора. Скорость передвижения звеньев регулируется дросселями.

Величина перемещения задается упорами (4), которые устанавливаются при настройке робота. Для смягчения удара в конце хода звена на роботе установлены пружинящие устройства - демпферы (10).

Пульт ручного управления предназначен для ручного управления манипулятором при его настройке.

Набор программ осуществляется на пульте управления системы УЦМ-30.

Таблица 4.2 - Органы управления пульта.

Режим «автоматический однократный»	
Режим «автоматический»	
Пуск устройства	
Сбой программы	
«Рука» вперед	
«Рука» назад	
Манипулятор вверх	
Манипулятор вниз	
Схват зажать	
Схват разжать	
Поворот «руки» вправо (вид спереди)	
Поворот «руки» влево (вид спереди)	
Задержка шага	
Конец программы	

Система управления обеспечивает работу робота в следующих режимах:

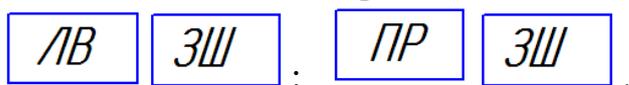
- "Наладочный" - управление от пульта ручного управления;
- "Программирование" - занесение программы в блок памяти устройства при помощи пульта управления;

- "Шаговый" - покадровое воспроизведение программы по команде оператора с пульта управления;
- "Автоматический однократный" - отработка одного цикла;
- "Автоматический многократный" - многократное воспроизведение программы.

Устройство УЦМ-30 обеспечивает:

- цифровую индикацию номера кадра;
- световую сигнализацию включения сети, работы и сбоя устройства, выдачи технологических команд.

Примечание: движения "поворот руки вправо и влево" программируется совместно с командой "Задержка шага" ЗШ:



### ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ:

Составить управляющую программу работы робота.

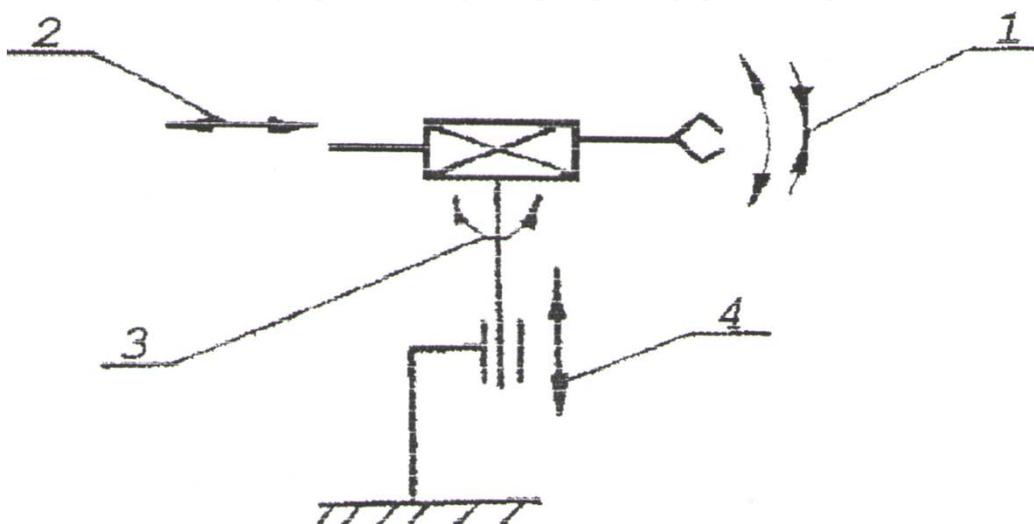


Рисунок 4.2 – Кинематическая схема ПР.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что такое промышленный робот?
2. Что такое автооператор?
3. Для чего используют исполнительное устройство?
4. Что обеспечивает информационная система?
5. В какой системе координат могут работать ПР?
6. Основные технические характеристики ПР?
7. Как классифицируются ПР?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

**ТЕМА:** «Графическое обозначение элементов станочных приспособлений»

**ЦЕЛЬ:** Изучить графическое обозначение опор, зажимов и установочных устройств станочных приспособлений.

### ОСНАЩЕНИЕ:

1. Методические указания по проведению работы.
2. ГОСТ 3.1107-81 Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Ознакомление с целью работы и порядком её выполнения.
  2. Изучение графических обозначений элементов станочных приспособлений.
  3. Изучение примеров графических обозначений опор, зажимов и установочных элементов.
  4. Выполнение индивидуального задания.
- Самостоятельная внеаудиторная работа.**
5. Оформление отчёта и подготовка его к сдаче.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:

Станочные приспособления включают в себя установочные элементы, зажимные механизмы, направляющие, вспомогательные элементы и корпус. Конструкции всех приспособлений основываются на использовании указанных элементов.

2 В СВЯЗИ С БОЛЬШОЙ ЧИСЛЕННОСТЬЮ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (БОЛЕЕ 25 МЛН. ШТ.), ИХ ШИРОКОЙ НОМЕНКЛАТУРОЙ И НЕОБХОДИМОСТЬЮ ПОСТОЯННОГО ОБНОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТАНДАРТИЗОВАНЫ И СВЕДЕНЫ В ГОСТ 3.1107-81 (СТ СЭВ 1803-79) ЕСТД. ОПОРЫ, ЗАЖИМЫ И УСТАНОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА. ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.

Для приводов зажимных механизмов применяют следующие обозначения: *P* — пневматический; *H* — гидравлический; *E* — электрический; *M* — магнитный; *EM* — электромагнитный; без обозначения — прочие.

Обозначения приводов наносят слева от обозначения зажимов.

Число точек приложения силы зажима к заготовке при необходимости указывают справа от обозначения зажимного механизма. На схемах, имеющих несколько проекций, на отдельных проекциях допускается не приводить обозначения элементов приспособления, если их положение однозначно

определяется на одной проекции. Допускаются отклонения от размеров указанных графических обозначений.

Примеры графических обозначений опор, зажимов и установочных элементов на графических схемах приведены в табл. 5. 1 – 5. 6.

Таблица 5. 1 - Графическое обозначение опор станочных приспособлений

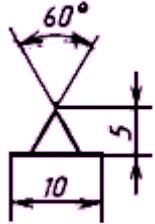
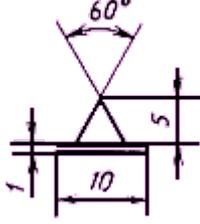
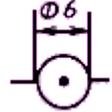
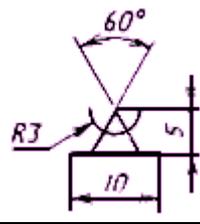
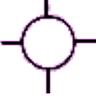
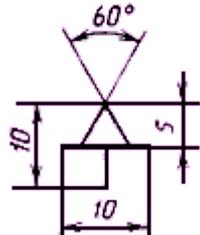
Наименование опоры	Обозначение опоры на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
1. Неподвижная			
2. Подвижная			
3. Плавающая			
4. Регулируемая			

Таблица 5. 2 - Графическое обозначение зажимов станочных приспособлений

Наименование зажима	Обозначение зажима на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу

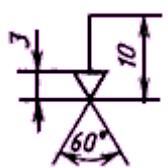
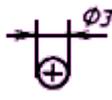
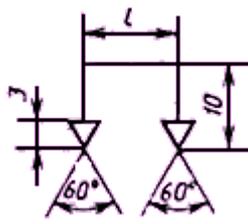
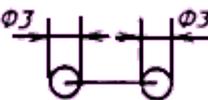
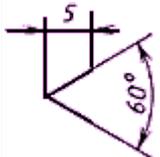
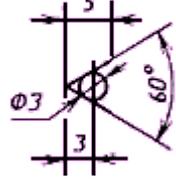
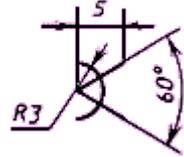
1. Одиночный			
2. Двойной			

Таблица 5.3 - - Графическое обозначение установочных устройств

Наименование установочного устройства	Обозначение установочного устройства на видах		
	спереди, сзади, сверху, снизу	слева	справа
1. Центр неподвижный		Без обозначения	Без обозначения
2. Центр вращающийся		То же	То же
3. Центр плавающий		"	"

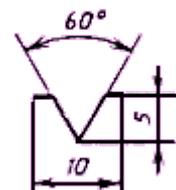
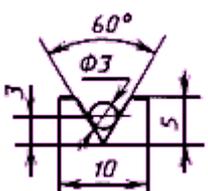
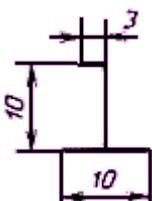
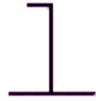
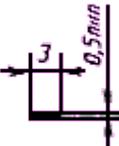
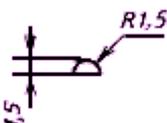
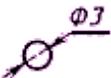
4. Оправка цилиндрическая			
5. Оправка шариковая (роликовая)			
6. Патрон поводковый			

Таблица 5. 4 - Графическое обозначение формы рабочей поверхности элементов приспособлений

Наименование формы рабочей поверхности	Обозначение формы рабочей поверхности на всех видах
1. Плоская	
2. Сферическая	
3. Цилиндрическая (шариковая)	
4. Призматическая	

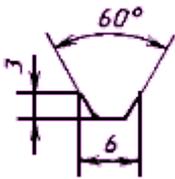
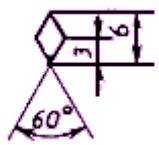
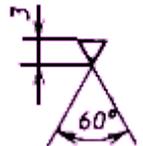
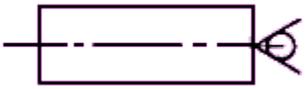
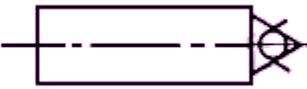
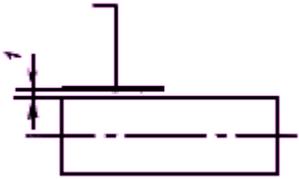
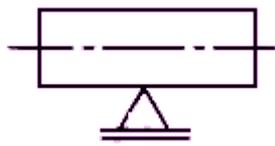
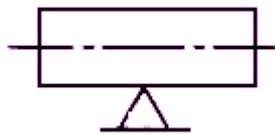
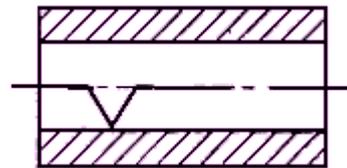
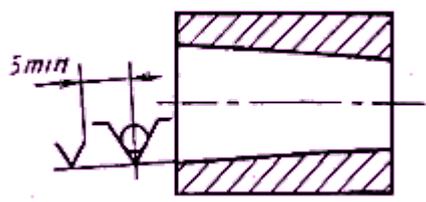
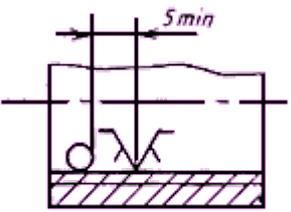
	
5. Коническая	
6. Ромбическая	
7. Трехгранная	

Таблица 5. 5 - Примеры графического обозначения опор, зажимов и установочных элементов.

Наименование	Примеры нанесения обозначений опор, зажимов и установочных устройств
1. Центр неподвижный (гладкий)	
2. Центр рифленый	
3. Центр плавающий	

4. Центр вращающийся	
5. Центр обратный вращающийся с рифленой поверхностью	
6. Патрон поводковый	
7. Люнет подвижный	
8. Люнет неподвижный	
9. Оправка цилиндрическая	
10. Оправка коническая, роликовая	
11. Оправка резьбовая, цилиндрическая с наружной резьбой	

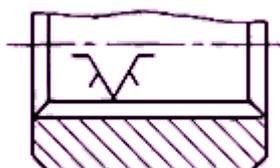
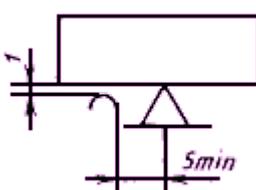
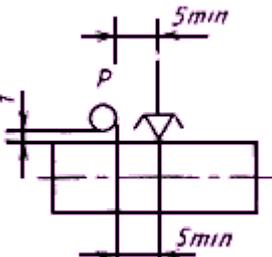
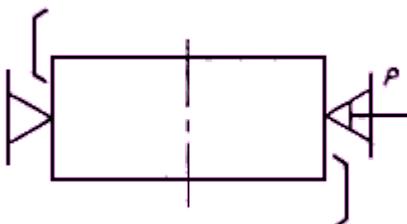
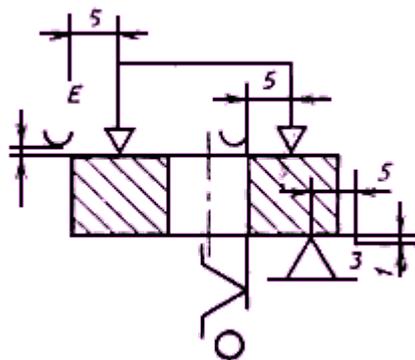
12. Оправка шлицевая	
13. Оправка цанговая	
14. Опора регулируемая со сферической выпуклой рабочей поверхностью	
15. Зажим пневматический с цилиндрической рифленой рабочей поверхностью	

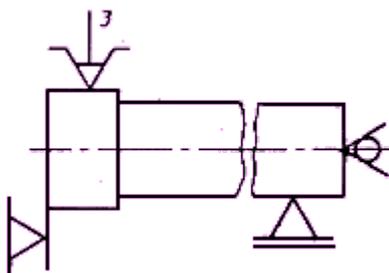
Таблица 5.6 - Примеры схем установов изделий

Описание способа установа	Схема обозначения
1. В тисках с призматическими губками и пневматическим зажимом	

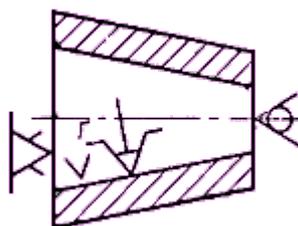
2. В кондукторе с центрированием на цилиндрический палец, с упором на три неподвижные опоры и с применением электрического устройства двойного зажима, имеющего сферические рабочие поверхности



3. В трехкулачковом патроне с механическим устройством зажима, с упором в торец, с поджимом вращающимся центром и с креплением в подвижном люнете



4. На конической оправке с гидропластовым устройством зажима, с упором в торец на рифленую поверхность и с поджимом вращающимся центром



### ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ:

Таблица 5.7 – Варианты индивидуальных заданий.

№ варианта	Задание
1	Изобразить вал, закреплённый в трёхкулачковом патроне с упором в торец, поджимом рифлёным центром и креплением в неподвижном люнете.
2	Изобразить втулку с центральным шлицевым отверстием, установленную на оправку, упором в торец на рифлёную поверхность и с поджимом вращающимся центром.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие требования предъявляются для установочных элементов?
2. Из каких материалов изготавливают установочные элементы?
3. Какие конструкции опор вы знаете?
4. Какие конструкции опорных пластин вы знаете?
5. Какие конструкции установочных призм вы знаете?
6. Какие конструкции установочных пальцев вы знаете?
7. Какие конструкции оправок вы знаете?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

### ТЕМА: «Разработка схем базирования»

**ЦЕЛЬ:** Приобретение практических навыков в выполнении схем базирования заготовки в приспособлении.

#### **ОСНАЩЕНИЕ:**

1. Методические указания по проведению работы.

#### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:**

1. Ознакомление с целью работы и порядком её выполнения.
2. Получение индивидуального задания.
3. Выполнение схемы обработки заготовки.
4. Разработка схемы базирования заготовки.

#### **Самостоятельная внеаудиторная работа.**

5. Оформление отчёта и подготовка его к сдаче.

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:**

У каждой обрабатываемой заготовки на каждой технологической операции различают поверхности:

- установочные;
- обрабатываемые;
- поверхности, по которым производится закрепление;
- поверхности, от которых производится измерение параметров обработанной поверхности;
- свободные.

Под **базированием** заготовки понимается ориентирование её относительно режущего инструмента и неподвижных частей станка.

У каждой детали машин различают следующие базы:

- конструкторские
- технологические
- измерительные

**Конструкторские базы** – это точка, линия, поверхность или совокупность этих элементов, относительно которых задаётся расположение деталей в сборочной единице.

Для симметричных элементов ось симметрии является конструкторской базой.

**Технологическая база** – это точка, линия, поверхность или совокупность этих элементов, с помощью которой заготовка ориентируется на станке при её обработке. При установке детали в приспособлении за технологические базы принимают реальные поверхности, непосредственно контактирующие с установочными элементами приспособления.

**Измерительными базами** называют поверхности детали, от которых производят отсчет размеров при ее обработке. Число, форму и расположение опорных установочных базовых поверхностей следует выбирать так, чтобы обеспечить определенное и неизменное положение обрабатываемой детали в приспособлении относительно режущего инструмента при обработке.

Понятие измерительной и конструкторской баз очень сходны.

При разработке техпроцесса для выбора баз по каждой операции руководствуются следующими правилами:

*1. Правило «чёрной» и «чистой» баз.*

На первой технологической операции в качестве базы используется «чёрная» поверхность, при базировании по которой, производится обработка чистой базы для следующей операции. Как правило, в первую очередь обрабатывают основные технологические базы на первой технологической операции. «Чёрную» базу выбирают только один раз – это наиболее протяжённая поверхность с наименьшими припусками, зачищенная.

*2. Правило совмещения баз.*

На каждой технологической операции необходимо стремиться в качестве конструкторской, технологической и измерительной баз использовать один и тот же элемент детали, т.е. совмещать все эти базы. При этом достигается наивысшая точность обработки. Например, при обработке наружных поверхностей вала, ось вала - это конструкторская, технологическая и измерительная база.

*3. Правило единства баз.*

При разработке техпроцесса стремятся на основных технологических операциях (при обработке самых точных и ответственных поверхностей) обработку выполнять от единой базы, как правило, от основной технологической базы.

*4. Правило последовательной смены баз.*

Если при выполнении техпроцесса не возможно выполнять обработку от единой базы, то в качестве базы для последующей операции выбирается более точная чистая поверхность.

*5. Правило шести точек.*

Из механики известно, что свободное тело в пространстве обладает шестью степенями свободы: перемещение по осям X Y Z и вращение вокруг осей X Y Z . Чтобы зафиксировать тело в пространстве на него необходимо наложить 6 связей – жесткие связи. При базировании заготовки в приспособлении ей необходимо обеспечить 6 точек опоры, расположенных в 3-х базирующих плоскостях.

**ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ:**

Разработать схему базирования заготовки для заданного варианта детали.

Таблица 6.1 Варианты заданий.

№ вариант	Выдержки ваемый	Базирование. Обрабатываемые	Схема установки
-----------	--------------------	--------------------------------	-----------------

а	размер	поверхности.	
1	A	По плоским поверхностям. Обработка уступа	
2	B		
3	C		
4	K		
5	H <sub>1</sub>	По наружной цилиндрической поверхности в призму с углом 2α при обработке плоской поверхности	
6	H <sub>2</sub>		
7	H <sub>3</sub>		
8	H <sub>1</sub> , H <sub>2</sub>	Внутренней цилиндрической поверхностью на жёсткий цилиндрический палец с гарантированным зазором при обработке плоской поверхности	
9	H <sub>3</sub>		
10	H <sub>4</sub>		

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие виды поверхностей вы знаете?
2. Какие виды баз вы знаете?
3. Что такое конструкторская база?
4. Что такое технологическая база и какие технологические базы вам известны?
5. Перечислить правила выбора баз?
6. В чём заключается правило «чёрной» и «чистой» баз?
7. В чём заключается правило совмещения баз?
8. В чём заключается правило единства баз?
9. В чём заключается правило последовательной смены баз?
10. В чём заключается правило шести точек?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

### ТЕМА: «Расчёт погрешности базирования»

**ЦЕЛЬ:** Приобретение практических навыков в расчёте погрешности базирования заготовки в приспособлении.

#### ОСНАЩЕНИЕ:

1. Методические указания по проведению работы.
2. «Станочные приспособления». Справочник в 2-х томах под редакцией Вардашкина Б.Н., М. «Машиностроение», 1984 г.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Ознакомление с целью работы и порядком её выполнения.
2. Получение индивидуального задания.
3. Выполнение схемы обработки заготовки.
4. Расчёт погрешности базирования заготовки.

#### Самостоятельная внеаудиторная работа.

5. Оформление отчёта и подготовка его к сдаче.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:

Погрешность обработки на станке зависит от суммы погрешностей базирования и закрепления заготовки, наладки станка, точности инструмента, случайных отклонений, точности изготовления приспособления и т.д.

Поскольку абсолютные величины погрешностей приспособлений, станков и инструментов неизвестны, а установлены лишь пределы их отклонений, указываемые на чертежах и в стандартах, то такие погрешности при расчете вводят под квадратный корень как случайные по максимальным значениям.

Суммарная погрешность обработки складывается из:

- 1) погрешности установки деталей  $\varepsilon_y$ ;
- 2) погрешности настройки станка  $\Delta_n$ ;
- 3) погрешности обработки  $\Delta_{обр}$ .

*Погрешность установки ( $\varepsilon_y$ )* возникает в процессе установки деталей в приспособлении и складывается из погрешности базирования ( $\varepsilon_б$ ) и погрешности закрепления ( $\varepsilon_з$ ). Кроме того, в погрешность установки следует включать дополнительную погрешность, связанную с приспособлением ( $\varepsilon_{пр}$ ): неточностью его изготовления, неточностью установки на станке, износом его установочных элементов.

*Погрешность настройки ( $\Delta_n$ )* возникает в процессе установки режущего инструмента на размер или регулировки упоров и копиров для автоматического получения точности размеров на станке.

*Погрешность обработки.* ( $\Delta_{обр}$ ) возникает в процессе непосредственной обработки и вызывается:

- 1) геометрической неточностью станка в ненагруженном состоянии;
- 2) деформацией упругой технологической системы станок — приспособление — деталь — инструмент под нагрузкой.
- 3) износом и температурными деформациями режущего инструмента и другими причинами.

Если все эти погрешности сложить, то получим условие обеспечения заданной точности координирующего размера (условие работы без брака):

$$\varepsilon_y + \Delta_n + \Delta_{обр} \leq \delta,$$

где  $\delta$  — допуск на размер, получаемый на данной операции (установке).

Погрешность установки является составной частью суммарной погрешности координирующего размера и во многих случаях имеет доминирующее значение. Она складывается из погрешности базирования, погрешности закрепления и погрешности самого приспособления.

Каждая из составляющих погрешности установки, т. е.  $\varepsilon_{\delta}$ ;  $\varepsilon_3$ ;  $\varepsilon_{пр}$ , представляет собой величину поля рассеивания получаемого координирующего размера при данной установке. Если, например, выдерживаемый при данной установке размер обозначить через  $N$  и предположить, что никаких других погрешностей, кроме погрешности базирования, не существует, то погрешность базирования ( $\varepsilon_{\delta}$ ) будет полем рассеивания размера  $N$ . Так как при обработке партии деталей величина поля рассеивания определяется как разность между максимальным  $N_{max}$  и минимальным  $N_{min}$  размерами деталей данной партии, то

$$\varepsilon_{\delta} = N_{1max} - N_{1min}$$

В действительности эти погрешности могут возникать одновременно и если предположить, что никаких других погрешностей кроме указанных трех не будет, то получим суммарное поле рассеивания координирующего размера, величину которого мы называем погрешностью установки  $\varepsilon_y$ :

$$\varepsilon_y = N_{max} - N_{min}$$

Так как  $\varepsilon_{\delta}$ ;  $\varepsilon_3$  и  $\varepsilon_{пр}$  представляют собой поля рассеивания случайных величин, распределение которых подчиняется закону нормального распределения (характеризуется кривой Гаусса), то погрешность установки  $\varepsilon_y$  как суммарное поле (суммарная погрешность) находится путем суммирования составляющих ее погрешностей по правилу квадратного корня

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

*Погрешность базирования*  $\varepsilon_{\delta}$  - это отклонение фактически достигнутого положения заготовки от требуемого. Она возникает при несовпадении технологической и измерительной баз.

**Погрешность базирования равна разности предельных значений размеров, связывающих технологическую и измерительную базы в направлении выполняемого размера.**

Размер, связывающий технологическую и измерительную базы называется базисным размером.

$$\varepsilon_{\delta} = N_{max} - N_{min} = ITH$$

*Погрешностью закрепления  $\epsilon_3$*  –называют смещение измерительной базы заготовки при механической обработке и смещение сопрягаемой поверхности собираемой детали при сборке в приспособлении под действием силы закрепления  $Q$ . Смещение возможно в результате деформации звеньев технологической цепи, через которую передается сила закрепления заготовки или собираемой детали. Наибольшую величину имеют смещения в местах стыка заготовки (детали) с УЭ. Смещение измерительной базы заготовки (или сопрягаемой поверхности детали) рассматривается в направлении выполняемого размера, поэтому, если сила закрепления  $Q$  направлена перпендикулярно выдерживаемому размеру или смещению сопрягаемых поверхностей, т. е. параллельно осям цилиндрических детали и отверстия, погрешность закрепления отсутствует,  $\epsilon_3 = 0$ .

*Погрешность положения в приспособлении  $\epsilon_{пр}$*  заготовки при обработке или детали при сборке вызывается неточностью приспособления, погрешностями при изготовлении и сборке его установочных элементов, износом последних и ошибками установки приспособления на станке.

### **ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ:**

Расчитать погрешность базирования для заданного варианта обработки заготовки. Варианты обработки заготовки в таблице 6.1., исходные данные для заданных вариантов в таблице 7.1.

Таблица 7.1 Исходные данные.

№ вар.	l	$L_1$	L	$\tau$	d	$\alpha$	D	$d_{II}$	d
1	50h7	100h9	180h11	80					
2	60f8	90h8	200h12	60					
3	70h6	110d9	210js12	70					
4	80d8	120f8	220js11	80					
5					70h8	45			
6					60e8	60			
7					50h7	90			
8							40H6	40f6	100h12
9							50H7	50f7	120h11
10							60H8	60e8	160h12

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

1. Что называется погрешностью базирования и когда она возникает?
2. Каковы основные принципы базирования?
3. Назовите виды баз по назначению.
4. Назовите виды баз по лишаемым степеням свободы.
5. Из чего складывается погрешность установки?
6. Что такое погрешность базирования и как она находится?

## ***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

по выполнению практических работ  
по дисциплине «Технология и оборудование объёмной штамповки»  
для студентов очной формы обучения  
направления подготовки  
15.03.02 Технологические машины и оборудование

*Составители*

*Отв. редактор*

Редактор Л.Д. Бородастова

---

Подписано в печать

Формат 60 × 84 1/16

Уч.-изд. л. 0,4 п.л.

Усл. печ. л. 0,5 п.л.

Тираж 50 экз.

---

**Северо-Кавказский федеральный университет**

Невинномысский технологический институт (филиал)

357108, г. Невинномысск, ул. Гагарина, 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ

### **ЛИСТОВАЯ ШТАМПОВКА**

методические указания к курсовому проектированию для студентов  
направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Невинномысск 2019

Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Курсовой проект по листовой штамповке» разработаны в соответствии с требованиями федеральным государственным образовательным стандартом в части содержания и уровня подготовки выпускников по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения, выполняющих курсовые проекты. Указания включают требования к содержанию и оформлению курсового проекта, методические рекомендации по расчету основного и вспомогательного оборудования, список рекомендуемой литературы.

Составители: к.т.н. Павленко Е.Н.

Рецензент: к.т.н. Казаков Д.В.

## ВВЕДЕНИЕ

Штамповка является самостоятельным видом обработки металлов давлением, объединяющим ряд технологических процессов, осуществляемых холодной пластической деформацией при помощи различного типа штампов, непосредственно деформирующих металл и выполняющих требуемую операцию. Это один из наиболее прогрессивных технологических методов производства деталей, который имеет ряд преимуществ перед другими видами обработки металлов как в техническом, так и экономическом отношении.

Разработка технологических процессов штамповки и проектирование штампов неразрывно связаны между собой, хотя и могут выполняться разными лицами. Технолог должен хорошо знать конструкцию штампов, а конструктор должен обладать основными технологическими знаниями по холодной штамповке.

Цель курсового проекта - приобретение студентами практических навыков самостоятельного проектирования технологических процессов листовой штамповки и конструирования штампов. Курсовое проектирование развивает навыки самостоятельной работы, дает возможность студенту закрепить и углубить полученные знания, научиться пользоваться справочными материалами.

Курсовой проект по дисциплине «Курсовой проект по листовой штамповке» является завершающей стадией изучения этой дисциплины и выполняется сугубо индивидуально при консультировании со стороны преподавателя.

## СОДЕРЖАНИЕ, ОБЪЕМ И ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект предусматривает разработку технологического процесса листовой штамповки детали в соответствии с выданным заданием и проектирование штампа для ее изготовления. Он состоит из пояснительной записки и графической части.

Содержание пояснительной записки и требования к ее оформлению

Пояснительная записка объемом 30-40 листов формата А4 выполняется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ 2.106 96 «Единая система конструкторской документации. Текстовые документы» и включает:

- титульный лист (см. приложение);
- задание к курсовому проекту;
- содержание;
- введение;
- описание детали и анализ ее технологичности;
- анализ возможных вариантов изготовления детали и обоснование наиболее экономически целесообразного варианта технологического процесса;
- конструктивную схему предложенную в соответствии с выбранным вариантом технологического процесса штампа с кратким описанием его устройства и работы;
- определение формы и размеров заготовки; проектирование раскроя материала и определение коэффициента использования металла;
- расчет переходов штамповки с приведением операционных эскизов;
- расчет технологических усилий штамповки;
- определение центра давления штампа;
- расчет исполнительных размеров рабочих деталей штампа;
- расчет деформаций штампа на прочность и жесткость;
- выбор материалов для изготовления деталей штампа и их термообработка;
- описание конструкции и работы штампа и средств автоматизации по сборочному чертежу;
- определение параметров, необходимых для выбора штамповочного оборудования (усилие, закрытая высота, ход ползуна, размеры стола и др.);
- выбор модели прессы с приведением его основных характеристик;
- организация рабочего места (планировка);
- мероприятия по охране труда и техника безопасности (отдельно выделить меры, предусмотренные в конструкции спроектированной штампа);
- расчет экономической эффективности разработанного технологического процесса;
- выводы;
- список использованных источников;

приложение (спецификация).

Текст пояснительной записки должен быть разделен на разделы, нумеруемые арабскими цифрами без точки.

Формулы, имеющиеся в пояснительной записке, должны быть пояснены. Обозначения, символы и числовые коэффициенты, если они не пояснены ранее в тексте, следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны. Формулы нумеруются сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формул справа в круглых скобках. Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, в формуле (1).

Все рисунки должны быть пронумерованы сквозной нумерацией арабскими цифрами. Они должны иметь наименование и при необходимости пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных следующим образом: Рисунок 5 — Схема раскроя.

Таблицы нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией. Слева над таблицей помещают слово «Таблица» с указанием ее номера. При наличии заголовка таблицы его располагают следующим образом: Таблица 3 - Механические свойства листовой и рулонной стали. Точка в конце заголовка не ставится. На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте с указанием ее номера.

Все материалы, приводимые в записке, должны быть четко и аккуратно оформлены, произвольное сокращение слов не допускается.

Справочные данные, приводимые в записке, должны иметь ссылки на использованные источники, их приводят в квадратных скобках. Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источник в тексте пояснительной записки в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Требования к оформлению чертежей

Графическая часть курсового проекта объемом четыре-пять листов формата А1 должна содержать сборочный чертеж указанного в задании штампа со встроенными средствами автоматизации (один -два листа формата А1) и частичную его детализовку (три листа формата А1).

Сборочный чертеж штампа должен содержать фронтальный разрез (при необходимости и другие разрезы) и план низа (вид сверху на нижнюю часть штампа при снятой верхней части). Сборочный чертеж штампа со встроенными средствами автоматизации выполняется в сомкнутом состоянии (в крайнем нижнем положении), как правило, в масштабе 1:1. На дополнительных видах, разрезах, сечениях допускается изображать штампы в раскрытом состоянии. При этом над изображением следует приводить надпись «В раскрытом состоянии». План низа изображают, как правило, в проекционной связи с главным видом (разрезом). Если же план низа выполнен не в проекционной связи с главным видом, то над его изображением следует наносить надпись «План низа». При необходимости

выполняют план верха (вид сверху на верхнюю часть штампа). Вид сверху, как правило, изображают не в прямой проекционной связи с главным видом, над изображением помещают надпись «План верха». Фронтальная сторона штампа, если она повернута к наблюдателю на угол 90 или 180°, на сборочном чертеже обозначается надписью «Фронт». Заготовка или деталь в разрезах и сечениях показывается при толщине материала до 2 мм утолщенной линией, при толщине материала более 2 мм — заштрихованными участками по три штриха, а на плане низа — в виде обстановки тонкой сплошной линией.

На первом листе сборочного чертежа штампа в правом верхнем углу помещают эскиз отштампованной детали в том виде и с теми размерами, которые получаются после обработки в данном штампе, и в том же положении, в каком происходит ее штамповка. Под описательным эскизом приводят сведения о материале заготовки, ее форме и размерах и о требуемом для штамповки усилии. При штамповке из полосы или ленты рядом с эскизом детали приводят схему раскроя, из штучной заготовки — ее эскиз. При необходимости приводятся переходы штамповки. На плане схемы раскроя штриховкой выделяют зоны материала, отделяемые от заготовки. Указанные эскизы допускается выполнять на отдельном (последнем) листе сборочного чертежа. На сборочном чертеже помещают указания по технике безопасности при эксплуатации штампа (о применении пинцетов, способе включения пресса и пр.).

На сборочном чертеже указывают габаритные и сборочные размеры: размеры штампа в плане; закрытую высоту (расстояние между опорными поверхностями плит, когда штамп находится в крайнем нижнем положении); вылет (расстояние от продольной оси штампа до наиболее удаленной от этой оси точки, находящейся на его задней поверхности); расстояние между осями направляющих колонок (на плане низа); размеры, относящиеся к расположению фиксаторов, упоров и направляющих линеек; размеры, определяющие взаимное расположение отдельных инструментов; и размеры, характеризующие вид соединения отдельных сопрягающихся деталей штампа в буквенном обозначении по ГОСТ 25346 82 «Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений».

Сборочный чертеж должен содержать:

размеры, предельные отклонения, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

номера позиций составных частей, входящих в изделие; установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

Сборочные чертежи следует выполнять с упрощениями в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД (ГОСТ 2.109 73 «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам», (ГОСТ 2.315-68 «Единая система конструкторской документации. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей» и др.). На сборочных чертежах

допускается не показывать:

фаски, скругления, проточки, углубления, высугуны, накатки, насечки, оплетки и другие элементы;

зазоры между стержнем и отверстием; крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: «Крышка поз. 3 не показана»;

видимые составные части изделия или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями.

На сборочном чертеже вес детали штампа, включая встроенное в штамп средство автоматизации (подача, удаляющее устройство), нумеруют. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

После вычерчивания сборочного чертежа составляется спецификация деталей штампа и разрабатываются рабочие чертежи деталей с простановкой размеров, допусков, параметров обработки поверхностей, указанием термической обработки и других технических требований.

На последующих трех листах формата А1, разделенных графически на необходимые форматы, выполняются рабочие чертежи основных деталей штампа (нижней и верхней плиты, пуансонов и матриц, пуансонодержателя, матрицедержателя, прижима, съемника, направляющих колонок и втулок, хвостовика). На этих чертежах детали вычерчиваются в рабочем положении. На чертежах деталей приводится материал с указанием ГОСТа, размеры, допускаемые отклонения, шероховатости поверхностей, термообработка и другие параметры, необходимые для изготовления и контроля детали.

Чертежи необходимо выполнять по правилам, установленным ГОСТ 2.424 80 «Правила выполнения чертежей штампов», стандартами на отдельные детали штампов и стандартами единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### Введение

Во введении следует охарактеризовать листоштамповочное производство с точки зрения его технологических возможностей (видов обрабатываемых материалов, номенклатуры, точности размеров и качества поверхности получаемых деталей, производительности, возможности механизации и автоматизации технологических процессов) и преимуществ в техническом и экономическом отношении, а также отметить специфику листовой штамповки в различных отраслях промышленности и особенности организации листоштамповочного производства в условиях серийного и массового производства.

### Анализ технологичности детали

В этом разделе описывается конструкция и назначение детали, приводятся сведения о материале детали, его химическом составе и механических свойствах. Анализируется технологичность детали и дается заключение о возможности изготовления ее методами листовой штамповки или необходимости применения дополнительной обработки другими методами. Выбирается тип производства в соответствии с заданной производственной программой.

Прежде чем разрабатывать технологический процесс изготовления детали, технолог должен проверить ее технологичность. Под технологичностью детали понимают такое сочетание основных элементов ее конструкции, которое обеспечивает наиболее простое и экономичное изготовление, а также высокие качества в эксплуатации.

Основными показателями технологичности являются: минимальный расход металла, минимальное число операций и их низкая себестоимость, отсутствие или небольшой объем последующей механической обработки, высокая производительность на всех операциях изготовления, высокая стойкость штампов.

Анализ технологичности штампуемой детали проводят обязательно с учетом конкретных производственных условий и масштабного производства. Суммарной оценкой технологичности конструкции обычно является себестоимость штампуемой детали, которая в значительной мере зависит от объема выпуска изделий. При массовом производстве штампуемых деталей основными показателями при оценке технологичности является расход материала и трудоемкость изготовления. Уменьшение трудоемкости изготовления может быть достигнуто совмещением операций, применением сложных штампов-автоматов, пресс-автоматов, автоматических линий.

При мелкосерийном производстве на себестоимость продукции большое влияние оказывает стоимость штампа, поэтому затраты на проектирование и изготовление оснастки должны быть минимальными. Для сокращения затрат технологический процесс расчленяют на ряд отдельных простых операций, а штампы оснащают только относительно простыми пуансонами и матрицами.

Общие технологические требования к конструкции штампуемых деталей. Конфигурация детали или ее развертки должна обеспечивать наибольший коэффициент использования материала.

Допуски на размеры деталей должны устанавливаться в зависимости от экономически и технологически достижимых возможностей штамповки (11-14 квалитет). В случае необходимости повышенная точность (6-9 квалитет) может быть получена введением дополнительных операций (зачистки, калибровки, правки и др.).

При выборе оптимальных параметров штамповки учитывают требования к точности наружных размеров, диаметров отверстий и их взаимного расположения, формы контура, угловых размеров, плоскостности и т. и.

Практикой листовой штамповки установлены определенные критерии технологичности, которые определяют критические параметры деталей, отклонение от которых приводит к повышению трудоемкости операции штамповки, а также сложности и стоимости штампов.

Требования к деталям, получаемым вырубкой, пробивкой, от резкой. При анализе плоских деталей, изготавливаемых преимущественно разделительными операциями, проверяют ограничения по геометрической форме детали, размерам пазов и уступов, форме и взаимному расположению отверстий, расположению отверстий относительно наружного контура. Проверяют также требования к отклонениям от плоскостности, наличию заусенцев, сколов и других дефектов.

Форма детали должна быть простой, без резких переходов, узких и длинных открытых прорезей. Стороны вырубаемого контура должны сопрягаться плавными кривыми возможно большего радиуса, так как малые радиусы понижают стойкость штампа, затрудняют его изготовление и ухудшают поверхность среза. Минимальный радиус сопряжения равен половине толщины металла.

Рабочие части штампов, оформляющие узкие пазы и выступы, особенно при отсутствии закругленных углов, быстро изнашиваются. Ширина паза не должна быть менее двух толщин металла. А конец паза необходимо закруглить радиусом  $r > s$  ( $s$  — толщина материала). Пазы и выступы треугольной формы более технологичны, чем пазы и выступы с параллельными сторонами. Пазы и выступы шириной меньшей толщины можно изготовить лишь обработкой резанием.

Минимальные размеры пробиваемых отверстий зависят от их формы, механических свойств штампуемого материала, конструкции пробивного штампа и приведены в справочной и учебной литературе [1-4].

Наименьшие расстояния между краями пробиваемых отверстий, а также расстояния от края отверстия до края детали составляют  $e > s$  для круглых отверстий и  $e > (1,5—2,0)$  — для прямоугольных. Уменьшение этих расстояний может привести к разрывам перемычек между отверстиями, выпучиванию или выворачиванию края детали.

При пробивке отверстий в согнутых или вытянутых деталях

необходимо выдерживать определенное расстояние между отверстиями и вертикальной стенкой детали во избежание захода края отверстия на сопряженную часть стенок. Это расстояние  $L$  должно быть больше (или равно) суммы радиуса закругления  $r_{в1}$  и половины диаметра отверстия  $d/2$ , то есть  $L > r_{в1} + d/2$ .

Требования к деталям, получаемым гибкой. При определении технологичности деталей, получаемых гибкой, следует обратить внимание на правильный выбор радиусов сопряжения отгибаемых полок и размеры этих полок. Уменьшение радиуса изгиба приводит к росту напряжений во внутренних и наружных слоях металла, которые могут быть причиной разрушения заготовки при изгибе. Минимальный радиус гибки зависит от механических свойств штампуемого материала, угла гибки, толщины заготовки, состояния поверхности и кромки заготовки, положения линии гибки к направлению прокатки, способа гибки и других факторов. Чем ниже предел текучести и больше относительное удлинение, тем меньше может быть  $r_{гjn}$ .

При гибке с малыми радиусами положение линиигиба вдоль направления прокатки металла может привести к трещинам. Минимальное значение радиуса гибки можно принимать, если линиягиба расположена под углом  $90^\circ$  к направлению волокон. Минимальные радиусы гибки лтш следует применять лишь в случаях конструктивной необходимости. Практически гибку осуществляют с радиусами в 1,5-2 раза большими минимально допустимого радиуса.

Для получения П-образных деталей с вертикальными стенками высота полок должна быть в два-три раза больше толщины металла. В противном случае приходится назначать технологический припуск на высоту полок с последующей его огрезкой по размеру на специальном отрезном штампе, что удлиняет технологический процесс, или подчеканить зону радиусов изгиба.

Требования к деталям, получаемым вытяжкой. Для деталей, получаемых путем вытяжки и формовки, особое внимание должно быть обращено на правильный выбор радиусов сопряжения стенок с дном и фланцем, соотношение размеров, характеризующих поперечное сечение и высоту вытягиваемой детали. От радиуса закругления вытяжной кромки матрицы зависят напряжения в вытягиваемом материале, допустимый коэффициент вытяжки, гофрообразование и вероятность разрушения заготовки.

Обычно значения минимально допустимых радиусов сопряжения внутренних стенок с дном для материалов толщиной от 1 до 6 мм, не вызывающих удлинения технологического процесса, составляют от 2 до 10-12 мм ( $r_{в1} > 2r$ ), а наружных стенок с фланцем — от 3 до 12—15 мм ( $r_{в2} > 3-4r$ ). Указанные радиусы при необходимости могут быть уменьшены до  $(0,1-0,4)r$ , но при условии введения дополнительной операции калибровки.

Разработка технологического процесса Технологический процесс листовой штамповки объединяет операции по подготовке материала, изготовлению заготовок (разрезание листов на полосы, полос на штучные

заготовки); деформирующие операции (разделительные, формоизменяющие); операции термической обработки (промежуточный отжиг для снятия наклепа, полученного при деформации металла; закалка и отпуск для придания необходимых свойств); отделочные операции (удаление заусенцев, промывка, окраска, декоративное покрытие и др.)

В технологии должны быть предусмотрены и контрольные операции, необходимые для проверки размеров и качества полуфабрикатов и деталей.

Разработка технологического процесса листовой штамповки включает в себя анализ технологичности детали (исследование формы, соотношения размеров, объема выпуска, штампускости материала); определение формы и размеров заготовки; выбор методов подготовки материала под штамповку, режимов термической обработки; определение операций и переходов штамповки; конструирование штампов, выбор типа оборудования, средств механизации и автоматизации.

Приступая к разработке технологического процесса штамповки детали, следует сразу же установить характер и последовательность выполнения операций листовой штамповки. Необходимо провести сравнение различных вариантов, которыми может быть изготовлена деталь, и выбрать наиболее оптимальный с точки зрения экономичности, производительности, точности и качественных показателей.

В этом разделе необходимо обосновать выбор типа штампа, способа подачи материала в штамп, способа удаления деталей и отходов, количества одновременно штампуемых деталей, средств механизации и автоматизации.

Выбор типа штампа является начальным этапом при разработке его конструкции. Для выбора типа штампа анализируется конструкция и размеры детали, требуемая точность размеров, вид исходного материала (лист, полоса, лента, штучная заготовка), способы подачи и фиксации заготовок, способы удаления штампуемых деталей и отходов, средства безопасности, заданная производительность и т. д. На основании этих данных выбирают тип штампа. Одним из решающих факторов при его выборе является экономический - себестоимость производимых деталей.

При разработке технологического процесса нужно придерживаться следующих общих положений.

В большинстве случаев штамповку какой-либо детали можно осуществлять тремя способами: на нескольких штампах простого действия, в каждом из которых выполняется только одна операция; в штампах последовательного и совмещенного действия, в которых одновременно выполняется несколько операций.

Во всех случаях необходимо стремиться принимать наименьшее количество операций и увеличивать производительность штамповки. Только в мелкосерийном производстве может оказаться экономически более выгодным разделение технологического процесса штамповки на простейшие операции, которые выполняются в простых и недорогих штампах.

При изготовлении изогнутых деталей с отверстиями последовательность операций зависит от точности расположения отверстия

относительно базы. При повышенной точности их расположения пробивать отверстия следует после гибки, при пониженной - перед ней. Если отверстия расположены близко к линии изгиба, то в процессе гибки может искажаться их форма. Поэтому пробивать отверстия в этом случае следует после гибки.

При изготовлении полых деталей с фланцем, но без дна, для низких деталей следует применять отбортовку, а для высоких - неглубокую вытяжку с последующей пробивкой и отбортовкой. В зависимости от соотношения высоты и диаметра вытягиваемой детали, а также от относительной толщины заготовки, вытяжка может быть осуществлена за одну или несколько операций.

В целях увеличения производительности, уменьшения количества штампов и прессов вместо обычной раздельной штамповки применяется комбинированная, заключающаяся в объединении нескольких операций в одном штампе. Объединение операций можно осуществлять либо в штампах последовательного действия, в которых все необходимые операции выполняются последовательно в направлении подачи полосы или штучной заготовки на протяжении нескольких ходов пресса, но при установившемся режиме за каждый ход пресса получается готовая деталь, либо в штампах совмещенного действия, в которых все операции выполняются последовательно или одновременно в направлении перемещения ползуна пресса. В некоторых случаях объединение операций выполняются по обоим принципам: в начале процесса - последовательной штамповкой, а в конце - совмещенной.

Достоинством штамповки в последовательных штампах является возможность получения изделий любой сложности при достаточной прочности и стойкости рабочих частей штампа. Недостатком этого метода является пониженная точность, вызванная погрешностями при подаче полосы. Этот метод применяется для изготовления деталей размером до 150 мм 12-го—14-го качества точности.

Совмещенная штамповка применяется для изготовления деталей размерами до 600 мм и может обеспечить 8-й—12-й качество точности. Число совмещаемых операций не превышает четырех. При определенных соотношениях наружного и внутреннего контура детали толщина стенок у пуансонов и матриц получается слишком малой, затрудняя их изготовление и термообработку. При этом способе штамповки труднее автоматизировать технологический процесс, так как необходимо обеспечить надежный способ удаления отштампованной детали.

Штамповка в штампах последовательного действия осуществляется по различным схемам. Наиболее распространенной схемой является штамповка с отделением готовой детали на последнем переходе. В этих штампах легко автоматизировать подачу ленты. При шагах перемещения менее 50 мм механизм подачи может быть встроен в штамп, а при больших перемещениях он является дополнительным узлом пресса.

Автоматизация технологических процессов листовой штамповки позволяет не только увеличить производительность труда и экономическую

эффективность изготовления деталей, но и наиболее полно исключить возможность получения травм штамповщиками. Тип автоматической подачи, выбираемый в каждом конкретном случае, зависит от размеров и точности штампуемой детали, толщины материала, шага подачи, производительности и производственной программы. Вопросы, связанные с автоматизацией процессов штамповки, подробно освещены в работах [2-5, 8].

Таким образом, изготовление штампованных деталей при соблюдении всех требований технологического характера может быть осуществлено различными технологическими способами и вариантами технологического процесса. Наиболее рациональным вариантом будет тот, который обеспечивает наименьшую себестоимость деталей и является наиболее выгодным с экономической точки зрения. Определение экономической эффективности различных вариантов технологических процессов холодной штамповки приведено в работе [3].

Системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) штамповки позволяют интенсифицировать процесс разработки и оптимизировать технологические процессы листовой штамповки. С помощью САПР ТП рассчитывают размеры развертки пространственных деталей (изогнутых и полых); выбирают рациональный вариант раскроя в листе, ленте, полосе с расчетом коэффициента использования штампуемого материала; выбирают оптимальный маршрут технологического процесса.

#### Выбор типа штампа

При выборе типа штампа следует руководствоваться следующим. При изготовлении мелких деталей целесообразно применять комбинированные штампы, дающие полностью законченные детали, так как пооперационная штамповка с установкой заготовок вручную пинцетом недостаточно производительна и небезопасна. Иногда возникают трудности при выборе типа штампа совмещенного или последовательного действия. Оба типа, как и сами способы штамповки, имеют достоинства и недостатки, непосредственно отражающиеся на качестве, точности и стоимости детали. В литературе [3, 4, 9, 10] даны общие указания по выбору штампа совмещенного или последовательного типа в крупносерийном и массовом производстве в зависимости от размеров и степени точности деталей.

В массовом производстве мелких деталей, не требующих большой точности, широко применяются штампы последовательного действия, так как они обеспечивают большую производительность, благодаря возможности работы на быстроходных прессах, и более безопасны в работе, чем штампы совмещенного действия. В то же время штампы совмещенного типа обеспечивают получение более точных деталей и изделий больших размеров.

При изготовлении мелких деталей в массовом производстве в целях значительного увеличения производительности и экономии металла следует применять многорядные последовательные штампы, имеющие 2—11 рядов и изготавливающие за каждый ход пресса такое же количество готовых деталей. Применение многорядных штампов выгодно еще тем, что их стоимость

возрастает меньше, чем рядность штамповки.

Многочисленные последовательные штампы являются наиболее совершенными с точки зрения автоматизации процесса штамповки, так как у них полностью автоматизированы межоперационная передача заготовок и удаление готовых деталей. При применении автоматической подачи ленты эти штампы представляют собой полный автомат, для которого требуется лишь установка нового рулона ленты и периодическое наблюдение за износом рабочих частей и качеством деталей.

В результате решения основных технологических вопросов таких, как установление характера, количества, последовательности и совмещенности операций холодной штамповки, выявляется технологическая схема штампа, которая должна отражать:

- тип штампа в соответствии с характером производимых деформаций;
- количество одновременно выполняемых операций или переходов (совмещенность операций);
- способ выполнения операций по времени (последовательно или параллельно);
- количество одновременно штампуемых деталей;
- схему расположения рабочих частей штампа;
- способ подачи и фиксации материала или заготовки в штампе;
- способ удаления деталей и отходов.

Выбранная конструкция штампа должна обеспечить высококачественную штамповку, максимальную производительность, достаточную стойкость в эксплуатации, сравнительно невысокую стоимость изготовления, а также удовлетворять условиям безопасности.

#### Определение формы и размеров заготовки

Форму и размеры заготовки для детали, получаемой вырубкой-пробивкой, определять не требуется, так как они полностью соответствуют рабочему чертежу детали. Для определения длины заготовки при гибке по кривой определенного радиуса часто пользуются способом развертки детали, основанным на том, что нейтральный слой сохраняет при гибке свои первоначальные размеры. Поэтому для определения длины заготовки, обеспечивающей после гибки получение заданных размеров детали, необходимо: определить положение нейтрального слоя деформации; разбить контур штампуемой детали на элементы, представляющие собой прямолинейные отрезки и криволинейные участки с одинаковой кривизной;

просуммировать длины этих участков. Длины прямых участков суммируются без изменения, длины криволинейных участков - с учетом деформации материала и соответствующего смещения нейтрального слоя. Формулы для расчета длины разверток гнутых деталей при различных формах сопряжений приведены в работах [1—4, 7].

Для определения размеров плоской заготовки при вытяжке полых тел исходят из условий равенства поверхностей для деталей, вытягиваемых без утонения стенок, равенства объемов заготовки и вытягиваемой детали - для

деталей, имеющих разную толщину стенок и дна, то есть при вытяжке с утонением материала. Размеры заготовки рассчитывают аналитическим, графоаналитическим и графическим способом.

На практике встречаются следующие случаи вытяжки деталей различной конфигурации, требующих различных способов расчета размеров заготовки.

Для вытяжки деталей, имеющих форму тела вращения, заготовки имеют форму круга. Диаметр заготовки рассчитывается с учетом припуска на обрезку, его величина принимается по таблицам, приведенным в работах [3, 4, 7].

Перед проведением расчета вычерчивается эскиз детали с учетом припуска на обрезку. Затем контур детали разбивается на отдельные участки геометрически простой формы, площади или объем которых определяются по формулам [3, 4, 7], суммируются и затем подставляются в расчетные формулы для определения диаметра заготовки [1-4, 7].

Если вытягиваемая деталь имеет сложную форму, то для определения площади ее поверхности, а значит, и диаметра заготовки, следует использовать правило Гюльдена-Паппуша [3, 4, 7].

При определении размеров заготовки в пояснительной записке следует представить расчетный эскиз с обозначением элементов, входящих в расчетные формулы, и эскиз рассчитанной заготовки.

#### Раскрой материала

После определения формы и размеров заготовки выбирают сортамент материала (лента, лист, полоса) и приступают к его раскрою, то есть к определению размеров полосы, ленты или листа, а также взаимному расположению штампуемых из них деталей. Раскрой материала во многом определяет его экономию в штамповочном производстве, поэтому этому вопросу уделяется большое внимание. Выбор варианта раскроя материала в большей степени зависит от конструкции штампуемой детали. Вопросы раскроя материала наиболее полно отражены в работах [1-4, 7].

Наиболее распространенной заготовкой при штамповке является полоса (лента). Под раскроем полосы понимается расположение штампуемых деталей (заготовок) на полосе, определяющее положение смежных контуров, отсутствие или наличие перемычек, их величину. Различают следующие типы раскроя: с отходами (при наличии перемычек по всему контуру вырубаемой детали), малоотходный (отсутствуют либо междетальные, либо боковые перемычки) и безотходный. Вырубка с перемычками дает более точные детали, так как перемычки по всему контуру позволяют компенсировать пофешности подачи материала. Безотходная штамповка применяется для изготовления деталей простой конфигурации и невысокой точности (не выше 14-го качества) и заготовок, которые подвергаются дальнейшей механической обработке.

Применяемые на практике способы раскроя в зависимости от расположения вырезаемых деталей в полосе могут быть сведены к следующим основным: прямому, наклонному, встречному прямому,

встречному наклонному, комбинированному, многорядному, с вырезкой перемычек.

При выборе способа расположения детали на полосе рекомендуется учитывать следующие рекомендации. Прямоугольные детали целесообразно располагать вдоль полосы меньшей стороной для того, чтобы по длине полосы поместилось наибольшее число деталей. При расположении деталей поперек полосы или с наклоном достигается экономия материала, а также увеличение производительности труда благодаря уменьшению шага подачи. При расположении деталей неправильной геометрической формы следует добиваться такого их взаимного расположения на полосе, при котором экономия материала достигается благодаря уменьшению междетальных перемычек. Это может быть достигнуто за счет их встречного расположения.

Существенная экономия материала и повышение производительности могут быть достигнуты при многорядной штамповке. При этом круглые и многоугольные детали целесообразно располагать в несколько рядов в шахматном порядке. Многорядное расположение позволяет повысить экономичность раскроя на 5-16 %, главным образом, за счет уменьшения величины боковых перемычек, приходящихся на деталь, а при шахматном расположении - за счет уменьшения междетальных отходов и межрядовых перемычек.

Выбор рационального варианта раскроя материала может быть сделан с помощью систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).

Экономичность раскроя в значительной степени зависит от правильной величины перемычек между вырубными деталями и по краям полосы. Величина перемычек зависит от следующих факторов: конфигурации детали: чем сложнее контур и чем меньше радиусы закругления, тем больше должны быть перемычки;

размеров детали: с увеличением их перемычка увеличивается;

толщины штампуемого материала;

механических свойств штампуемого материала: для более мягких материалов размеры перемычек больше, для более твердых меньше;

способа подачи полосы, типа упоров (при ручной подаче) и типа захватного органа (при автоматической подаче); при подаче материала автоматической валковой или клещевой подачей величина перемычек уменьшается на 20 %, крючковой - увеличивается на 10-20 % по сравнению с табличными значениями;

способа вырубки: производится обычная вырубка или с поворотом полосы; при вырубке с поворотом полосы ширина перемычки увеличивается на 30 % по сравнению с табличными значениями вследствие искривления полосы после первого пропускания через штамп;

необходимости последующей зачистки вырубной заготовки; если требуется зачистка, то размер перемычек следует увеличить на 20-30 %.

Для определения минимальной величины перемычек для стальной полосы пользуются таблицами, приведенными в работах [2, 4, 7]. Для других

материалов табличные значения следует умножить на поправочный коэффициент [2<sup>4</sup>, 7]. Уменьшение величины перемычек может быть достигнуто применением бокового прижима и путем точной фиксации ленты ловителями.

Рациональный раскрой полосы (ленты) характеризуется коэффициентом, представляющим собой отношение площади штампуемой детали к площади заготовки. Это отношение может выражаться в процентах.

После того, как установлены расположение деталей и величина перемычки, определяют ширину полосы. Подсчет номинальной ширины полосы выполняется по формулам, приведенным в литературе [2<sup>4</sup>, 7]. Допуски на ширину для стандартных полос и лент, подставляемые в расчетные формулы, принимаются по соответствующим ГОСТам для данного материала, допуски на ширину полос, нарезанных из листа на гильотинных или многодисковых ножницах, — по таблице [7]. Полученные результаты расчета ширины полос следует округлять до ближайшего целого числа в большую сторону.

Разрезать лист на полосы нужно с таким расчетом, чтобы от него оставалось меньше отходов. При этом располагать полосу можно и вдоль, и поперек листа. Если позволяют габаритные размеры ножниц, лучше всего располагать полосы вдоль длинной стороны листа, так как продольный раскрой всегда производительнее поперечного ввиду того, что в этом случае из полосы получается большее количество деталей, а количество концевых отходов уменьшается. Если вырубаемые детали при последующей обработке подвергаются гибке, необходимо считаться и с расположением линии гибки относительно направления прокатки листа. Также следует помнить, что желательно резать широкие, а не узкие полосы (располагая соответствующим образом детали на полосе), так как при этом требуется меньшее количество резов и меньшая величина подачи при штамповке.

При рассмотрении вариантов раскроя листа определяют количество деталей, получаемых из одной полосы, количество полос, получаемых из листа, общее количество деталей (заготовок), получаемых из листа, и коэффициент использования материала [1<sup>4</sup>, 7]. Выбирают тот вариант раскроя, при котором расход материала оказывается наименьшим. Помимо определения коэффициента использования металла рассчитывают! норму расхода металла на одну деталь.

Следует иметь в виду, что при крупносерийном и массовом производстве следует стремиться заменять листовой прокат рулонным, так как это позволяет получить наиболее выгодный раскрой материала и максимально автоматизировать процессы штамповки.

В пояснительной записке при разработке данного раздела необходимо привести эскизы раскроя полосы (ленты) и листа.

Расчет переходов и технологических усилий штамповки

В этом разделе необходимо определить условия выполнения операций (с прижимом или без прижима материала, с выталкиванием детали из матрицы или удалением на провал), рассчитать количество переходов для

каждой операции, а также усилия, необходимые для осуществления каждого перехода штамповки.

Для расчета необходимого числа переходов при вытяжке целесообразно использовать расчет по коэффициентам вытяжки [1—4, 7]. При вытяжке фланец заготовки под действием сжимающих тангенциальных напряжений может потерять устойчивость, в результате чего в нем возникают складки (гофры). Поэтому при определенных соотношениях диаметров заготовки и готового изделия применяют прижим фланцевой части заготовки. Для каждого перехода вытяжки следует установить необходимость применения прижима, а также рассчитать усилия прижима.

Расчет усилий технологических операций выполняется по соответствующим формулам, приведенным в учебной и справочной литературе [1 -4, 6, 7]. В пояснительной записке все расчеты усилий должны быть приведены с написанием формулы и указанием численных значений всех параметров, входящих в эти формулы. При выборе соответствующих параметров или коэффициентов из таблиц, фафиков следует давать ссылку на используемую литературу.

При разработке раздела в пояснительной записке необходимо привести эскизы переходов штамповки с указанием получаемых на этих переходах размеров. Далее определяют усилия снятия полосы с пуансонов и проталкивания деталей и (или) отходов через матрицу, усилия сжатия буферов (пружин), используемых для прижима заготовки и выталкивания детали из матрицы.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ШТАМПА

### Порядок проектировании штампа

Проектирование штампа включает следующие элементы: обоснование выбора конструктивной схемы штампа; подбор деталей и сборочных единиц штампов, форма и размеры которых регламентированы стандартами (плиты, пуансоны, матрицы, направляющие колонки, втулки, хвостовики и пр.); поверочный расчет на прочность и жесткость наиболее нагруженных деталей штампа; определение координат центра давления штампа, с которым должна совпадать ось хвостовика штампа; выбор способа подачи заготовки в штамп и фиксации ее в нем; выбор способа удаления детали и отходов из штампа; выбор способа закрепления деталей штампа в плитах (врезание, закрепление винтами с фиксацией штифтами и пр.); разработка мероприятий, обеспечивающих безопасность работы согласно требованиям ГОСТ 12.2.109-89 «Система стандартов безопасности труда. Штампы для листовой штамповки. Общие требования безопасности»; оформление сборочного чертежа штампа; составление спецификации деталей штампа; выполнение рабочих чертежей деталей штампа.

После установления типа и принципиальной конструктивной схемы штампа, выполнения основных технологических расчетов необходимо решить вопрос о количестве и расположении направляющих устройств, типе упоров, прижиме, съемнике, других деталей штампа, влияющих на качество штамповки.

Следующий этап проектирования заключается в вычерчивании сборочного чертежа штампа: выполняется план низа (вид сверху нижней части штампа), продольный или (и) поперечный разрез штампа; при необходимости выполняется план верха (вид штампа сверху) и другие разрезы.

Чертеж лучше всего начинать с расположения на плане низа плана всех переходов штамповки (как рабочих, так и нерабочих) в соответствии со схемой раскроя полосы (ленты). На плане располагают направляющие для полосы, упор и другие узлы и детали, присущие выбранной конструкции штампа. Затем намечают, где будут штифты и винты для крепления матрицы, направляющих для полосы и съемника. После чего определяют габаритные размеры матрицы (матрицедержателя) в плане и расположение направляющих колонок. Отталкиваясь от размеров матрицы, расположения направляющих колонок и элементов для крепления нижней плиты штампа к подштамповой плите пресса (пазы для болтов или площадки для прихватов), вычерчивают нижнюю плиту.

Затем переходят к главному разрезу. В месте, отведенном для этой проекции, проводят линию, определяющую нижнюю плоскость нижней плиты штампа. Затем определяют толщину нижней плиты, матрицы, направляющих планок для полосы и неподвижного съемника (если он предусмотрен в конструкции штампа).

Приступая к вычерчиванию пуансонов нужно помнить, что сборочный чертеж штампа вычерчивают в сомкнутом состоянии. Поэтому пуансоны для

формоизменяющих операций должны входить в матрицу настолько, чтобы обеспечить получение требуемых размеров изделия. При этом нижние торцы разделительных пуансонов не должны входить в матрицу глубже, чем на 1—2 мм.

Пуансоны крепятся к верхней плите с помощью пуансонодержателя. Его толщина должна быть достаточной для обеспечения требуемой точности направления пуансонов. От длины сопряжения пуансона с пуансонодержателем зависит его перпендикулярность к плоскости плиты.

Длину пуансонов определяют, учитывая необходимость размещения между пуансонодержателем и матрицей прижима подвижного съемника, а также обеспечения зазоров безопасности между подвижными элементами, закрепленными на верхней плите, и неподвижными элементами нижней плиты. На верхней плите устанавливают хвостовик, ось которого должна совпадать с центром давления штампа.

Следующий этап проектирования сводится к выполнению необходимых конструкторских расчетов: к определению центра давления штампа; величины зазора между пуансоном и матрицей; исполнительных размеров пуансонов и матриц; проверке основных деталей штампа на прочность; подбору и проверке пружинных, резиновых или полиуретановых буферов.

Рекомендации по конструированию деталей штампов

Штампом называют технологическую оснастку для обработки давлением, с помощью которой заготовка приобретает требуемую форму и размеры. Штамп — сложный инструмент, состоящий из большого числа деталей, которые можно разделить на две большие группы: детали технологического назначения, непосредственно взаимодействующие с материалом штампуемого изделия, и конструктивные элементы, имеющие сборочно-монтажное назначение. К деталям технологического назначения относятся рабочие, фиксирующие, прижимные и удаляющие детали.

К рабочим (деформирующим) деталям относятся матрицы, пуансоны, пуансон-матрицы, отрезные ножи, непосредственно выполняющие разделение или формоизменение заготовки. К фиксирующим деталям относятся направляющие планки и боковые прижимы для материала, упоры, фиксаторы, ловители, трафареты, шаговые ножи, обеспечивающие необходимое положение заготовки во время выполнения операции.

Упоры служат для точной фиксации подаваемого в штамп листа, полосы или заготовки. Подаваемая заготовка упирается в упор и устанавливается строго определенно в направлении подачи относительно пуансона и матрицы. Упоры применяются при штамповке с ручной подачей. Они могут быть подвижными и неподвижными.

Ловители применяют в штампах последовательного действия для устранения погрешности подачи полосы или ленты. Ловитель устанавливают во второй или одной из последующих позиций штамповки. Входя в ранее пробитое отверстие, он точно фиксирует положение полосы или заготовки в штампе.

Фиксаторы и трафареты, установленные на поверхности матрицы,

применяют для точного ориентирования штучных заготовок относительно пуансонов и матриц в двух направлениях.

Направляющие планки и боковые прижимы ориентируют полосу или ленту в штампе только в поперечном направлении.

К прижимным и удаляющим деталям относятся съемники, прижимы, выталкиватели, сбрасыватели, ножи для резки отхода, предназначенные для удержания заготовки, а также для съема и удаления детали и отхода после выполнения операции.

Прижимы предупреждают образование складок при вытяжке, кроме этого их применяют и для предупреждения искривления плоских деталей при вырубке или пробивке. Одновременно они могут служить и съемниками.

Съемники (подвижные или неподвижные) предназначены для того, чтобы снять заготовку с пуансона, которая, упруго деформируясь при вырубке или пробивке, плотно охватывает пуансон.

Выталкиватели применяют для удаления деталей из матрицы, если при вырубке, гибке, вытяжке деталь не удастся удалить через отверстие матрицы.

К деталям конструктивного назначения относятся монтажные, направляющие, крепежные детали.

К монтажным деталям относятся плиты, пуансонодержатели, матрицедержатели, подкладные плитки, служащие для монтажа элементов. Плиты служат для монтажа всех деталей штампа.

Пуансоны и матрицы крепят к верхней или нижней плите штампа непосредственно или с помощью пуансоно- и матрицедержателей. Пуансоно- и матрицедержатели крепят к плите винтами и фиксируют штифтами. Между пуансонодержателем и плитой помещают стальную закаленную опорную плитку, предохраняющую верхнюю плиту штампа от вмятин, которые могут образоваться при надавливании пуансона.

Небольшие матрицы запрессовывают в державки, которые винтами и штифтами крепят к соответствующей плите штампа. Крупные пуансоны и матрицы запрессовывают в специально расточенные места в плитах штампа или привертывают винтами к шлифованной поверхности плит и фиксируют штифтами. Если пуансон или матрица собраны из отдельных секций, то каждую секцию отдельно привертывают не менее чем двумя винтами и фиксируют не менее чем двумя штифтами.

К направляющим деталям относятся колонки и втулки, служащие для направления верхней и нижней частей штампа. К крепежным деталям относятся болты, винты, гайки, штифты, хвостовики.

Кроме того, в некоторых штампах применяется передача деталей кинематическою назначения, обеспечивающих преобразование вертикального движения ползуна прессы в поступательные, вращательные, колебательные движения отдельных элементов штампов.

Блоки штампов. Требования к точности блоков. Штамп состоит из двух основных сборочных единиц - блока и пакета. Блок служит для крепления пакета и совмещения рабочих деталей штампа во время штамповки. Он состоит из верхней и нижней плиты, направляющих колонок и втулок. Для

штампов небольших размеров в состав блока входит еще и хвостовик.

Чем больше число направляющих нар, тем выше точность блока (по совпадению верха с низом). Если колонок две, то их располагают или но оси, или сзади, или по диагонали. Если колонок четыре, то их ставят по углам плит. Часто применяют блоки с тремя колонками. Переднюю колонку монтируют обычно в левом углу.

Требования к блокам для совмещенных и последовательных штампов предъявляют, исходя из тех операций, точность которых наибольшая по сравнению с другими. Обычно такими определяющими являются разделительные операции.

Колонки устанавливают преимущественно в нижней плите. Однако они могут запрессовываться и в верхнюю плиту. Применяют также комбинированный вариант: в двухколонном блоке одна колонка размещается в нижней плите, а вторая — в верхней; в четырехколонном - соответственно две в нижней плите, а две - в верхней. Комбинированный способ позволяет шлифовать (затачивать) нижние и верхние инструменты без их разборки.

Блоки штампов листовой штамповки изготавливают по трем классам точности в соответствии с ГОСТ 13139-74 «Блоки штампов для листовой штамповки. Нормы точности»:

первый - для блоков штампов с шариковыми направляющими; второй - для блоков штампов с направляющими скольжения с предельными отклонениями диаметра направляющих колонок по Л5 и втулок по /76;

третий — для блоков штампов с направляющими скольжения с предельными отклонениями диаметра направляющих колонок по Л6 и втулок по Н1.

Базовыми поверхностями для проверок блоков являются нижняя плоскость нижней плиты и верхняя плоскость верхней плиты блока. Отклонение от плоскостности базовой поверхности нижней плиты и базовой поверхности верхней плиты блока не должны превышать значений, указанных в табл. 3.1.

Отклонение от плоскостности базовых поверхностей нижней и верхней плиты блока

Длина измерения, мм	Предельные отклонения, мкм		
	Класс точности блока		
	1	2	
160	10	16	25
До 400	16	25	40
400 1000	25	40	60

Примечание. Выпуклость не допускается.

Отклонения от перпендикулярности колонок относительно базовой поверхности нижней плиты блока не должны превышать значений, указанных в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Отклонение от перпендикулярности колонок относительно базовой поверхности плиты блока

Класс точности блока	Предельные отклонения, мкм (на длине 100 мм)
1	10
2	16
3	25

Отклонения от параллельности базовых поверхностей верхней и нижней плиты блока не должны превышать значений, указанных в табл. 3.3.

Отклонение от параллельности поверхностей верхней и нижней плиты блока

Длина измерения, мм	Предельные отклонения, мкм		
	Класс точности блока		
	1	2	3
160	25	40	60
До 400	40	60	100
400-1000	60	100	160

Отклонения межосевых расстояний отверстий под направляющие колонки и втулки в комплекте нижних и верхних плит не должны превышать значений, указанных в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Предельные отклонения межосевых расстояний отверстий под направляющие колонки и втулки

Межосевые расстояния между направляющими колонками и втулками, мм	Предельные отклонения, мкм
До 120	10
Св. 120 до 180	12
180 до 250	14
250 до 360	16
360 до 500	18
500	20

Направляющие элементы блока. Направляющие элементы блока предназначены для обеспечения высокоточного совпадения рабочих частей верха штампа с рабочими частями низа. Они должны обладать высокой точностью и жесткостью, достаточной стойкостью и удобством в эксплуатации. Требования к точности и жесткости определяются характером технологической операции, величиной зазора между инструментами, а также конструкцией и габаритными размерами штампа.

Направляющие элементы делятся на два вида: скольжения и качения. Первые широко применяются во всех разновидностях штампов (разделительных, формоизменяющих, совмещенных и др.), а вторые - преимущественно в прецизионных разделительных штампах.

Направляющие скольжения изготавливают цилиндрическими и призматическими. Массовое распространение получили цилиндрические

направляющие как наиболее точные и технологичные в изготовлении. Классической универсальной направляющей парой является комплект из колонки и втулки (рис. 3.1).

Рабочие поверхности их обрабатывают с шероховатостью поверхности по 8-10 классу ( $R_a$  от 0,63 до 0,16 мкм). Колонку делают обычно гладкой, а втулку - с канавками для смазки. Для смазки направляющей пары скольжения используют преимущественно  $i''$ ус-тую смазку, которую периодически наносят на колонку. Она задерживается в канавках втулки.

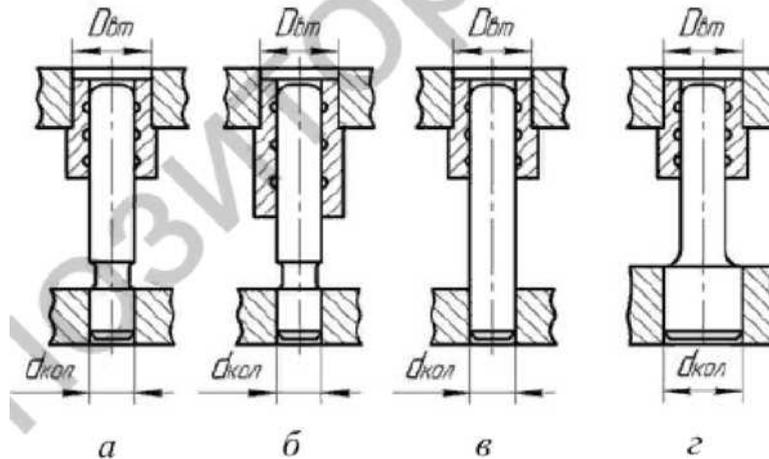


Рис. 3.1. Типовые конструкции направляющих пар скольжения

При выборе колонок и втулок необходимо соблюдать следующее условие: при положении штампа в крайнем верхнем положении колонка не должна терять контакта с втулкой, при положении штампа в крайнем нижнем положении колонка должна не доходить до верхней плоскости верхней плиты не менее чем на 5-10 мм.

Большинство колонок и втулок изготавливают по системе отверстия. Короткую часть колонок с проточкой (рис. 3.1, а, б) запрессовывают в плиту, а длинную - пригоняют по посадке с минимальным зазором с втулкой. Чтобы при достаточно большом ходе ползуна пресса и открытом штампе колонки не выходили из втулок, рекомендуется использовать втулки с удлиненной выступающей частью (рис. 3.1, б). Используют и гладкие колонки (рис. 3.1, в), которые сопрягают с плитой по системе вала. Преимуществом такой конструкции является возможность обработки ее на бесцентровочно-шлифовальных станках. Технологически также удобно посадочный диаметр запрессовываемой части колонки выполнять равным диаметру направляющей втулки (рис. 3.1, г), что позволяет одновременно растачивать обе плиты штампа и получать отверстия одного размера. Последнее обеспечивает применение двух вариантов компоновки направляющих: с запрессовкой колонок в нижнюю или верхнюю плиту. Длина зоны контакта колонки с втулкой при полном ее заглублении должна быть не менее  $2 \cdot \sqrt{KШ1}$ .

Основным методом соединения цилиндрических направляющих с плитами блока является запрессовка их с определенным натягом. Величина натяга зависит от принятого класса посадки. Для преобладающего

большинства колонок и втулок применяют посадку H11sb как наиболее доступную и приемлемую при изготовлении штампов. Минимально допускаемая глубина запрессовки (0,8—1,0) <math>\leq f</math>. Однако для более надежного соединения желательно запрессовывать на глубину не менее (1,2—1,5)J. От относительной глубины запрессовки направляющего элемента зависит не только прочность соединения, но и перпендикулярность к плоскости плиты. Чем глубже запрессовка, тем больше возможность высокоточной посадки. В прецизионных штампах рекомендуется производить запрессовку на глубину не менее 2d.

Рабочая часть направляющей пары скольжения пригоняется по посадкам H/h, H/f. Квалитет точности назначают в зависимости от выполняемой технологической операции, конструкции штампа и степени точности штампуемой детали. При выполнении разделительных операций необходимо соблюдать условие — зазор между колонкой и втулкой не должен превышать половины режущего зазора. Для металлов толщиной до 3 мм это условие обеспечивается посадками //6/7/5, H1/I6. При толщине металла более 3 мм можно применять посадку T/7//7-//9//9. Пригонка направляющих элементов прецизионных штампов осуществляется в основном по посадке H6/h5.

В формоизменяющих штампах допускается пригонять колонку с втулкой по посадке H9/f). Однако более распространены случаи, когда их назначают из стандартизованных колонок и втулок, выполненных по 7-му и 8-му квалитету точности по посадке И/И.

Направляющие колонки и втулки изготовляют из сталей 15 и 20 с последующей цементацией поверхностного слоя на глубину 0,8-1,2 мм и закалкой до твердости 59-63 I IRC. После такой термической обработки колонки и втулки имеют вязкую середину и твердую поверхность, что обеспечивает их высокую износостойкость при необходимой прочности.

Диаметр колонок и втулок, а также число нар направляющих назначают в зависимости от габаритных размеров плит, характера технологической операции, толщины штампуемого материала, закрытой высоты штампа, а также габаритных размеров и усилия прессы. Основными показателями являются ширина плиты и характер технологической операции.

Конструкции и размеры гладких направляющих колонок и втулок приведены соответственно в ГОСТ 13118-83 «Штампы для листовой штамповки. Колонки направляющие гладкие. Конструкция и размеры» и ГОСТ 13120-83 «Штампы для листовой штамповки. Втулки направляющие гладкие. Конструкция и размеры». Конструкции и размеры ступенчатых направляющих колонок и втулок приведены в ГОСТ 13119-81 «Штампы для листовой штамповки. Колонки направляющие ступенчатые. Конструкция и размеры» и ГОСТ 13121 -81 «Штампы для листовой штамповки. Втулки направляющие ступенчатые. Конструкция и размеры».

Предельные отклонения диаметров направляющих колонок и втулок для блоков с направляющими скольжения должны соответствовать полю допуска — h5 и /76 для блоков второго класса точности и Ив и H1 — для

блоков 7 ретъего класса.

Хвостовики. Хвостовик служит для соединения верхней плиты с ползуном прессы. Крепление верхней плиты штампа к прессу с помощью хвостовика применяется только для штампов небольших размеров. У штампов больших габаритных размеров верхняя плита крепится к ползуну прессы болтами или прижимами, также как крепится и нижняя плита штампа к столу прессы. В этом случае хвостовик вовсе не ставят, а если и применяют, то только для облегчения установки штампа в центре ползуна, используя для этого центральное отверстие последнего.

Государственными стандартами предусмотрено пять основных видов хвостовиков: с буртиком (рис. 3.2, а), резьбой (рис. 3.2, о), резьбой и буртиком (рис. 3.2, в), фланцем (рис. 3.2, г) и плавающий (рис. 3.2, д). Хвостовики с буртиком, резьбой, резьбой и буртиком, фланцем изготовляют двух вариантов: без центрального отверстия и с центральным отверстием для размещения толкателя.

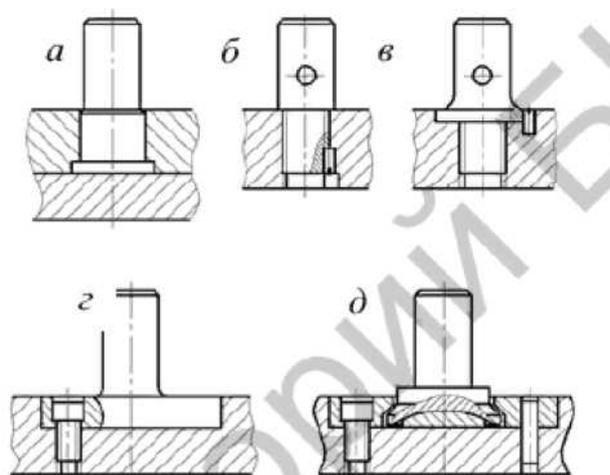


Рис. 3.2. Виды хвостовиков

Наиболее прочное соединение с верхней плитой обеспечивает хвостовик с буртиком по ГОСТ 16715-71 «Хвостовики с буртиком для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры» (см. рис. 3.2, а). Рекомендуется сю применять в разделительных штампах при больших усилиях съема материала с пуансонов.

Универсальный (по назначению) хвостовик с большим фланцем по ГОСТ 16718-71 «Хвостовики с фланцем для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры» (см. рис. 3.2, г) устанавливают в штампах, где по конструктивным соображениям нельзя применять хвостовики другого типа.

Хвостовики с резьбовым соединением по ГОСТ 16716-71 «Хвостовики с резьбой для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры» и ГОСТ 16717-71 «Хвостовики с резьбой и буртиком для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры» (см. рис. 3.2, б, в) имеют небольшую пофешность в перпендикулярности к плоскости штампа и они менее надежны в работе. Их необходимо стопорить винтом или штифтом. Такие хвостовики применяют главным образом для вытяжных и гибочных штампов. Жесткие хвостовики изготовляют из стали 35.

Плавающие хвостовики (ГОСТ 16719-71 «Хвостовики плавающие для штампов листовой штамповки. Конструкция и размеры») (см. рис. 3.2, д) образуют между ползуном прессы и штампом соединение в виде шарнира, что уменьшает вредное влияние несоосности направляющих ползуна и колонок. Плавающие хвостовики рекомендуется использовать в разделительных штампах при зазорах менее 0,05 мм, в штампах, армированных твердым сплавом, в блоках с шариковыми направляющими.

Пуансоны. Конструкции и размеры пуансонов небольших размеров регламентированы государственными стандартами (ГОСТ 16621-80 16635—80). Крепление пуансонов может осуществляться посадкой в плиту; в пуансонодержателе с помощью фланца; в пуансонодержателе с помощью расклепки пуансона. Пуансоны для некруглых отверстий при сравнительно небольших размерах окружности, в которую они вписываются, следует изготавливать с круглой посадочной частью и фиксировать их положение путем посадки фланца с лысками в паз пуансонодержателя (рис. 10 [7]).

При конструировании некруглых пуансонов необходимо по возможности форму сечения пуансона выдерживать одинаковой по всей длине. В этом случае пуансон является основной деталью, по которой необходимо пригонять отверстие пуансонодержателя. При этом простановку соответствующих размеров с предельными отклонениями выполняют по системе вала: как правило,  $N7/h6$ ; для больших усилий —  $R11/h6$ . Если же посадочную часть пуансона изготавливают нескольких больших размеров, чем рабочую, то может быть применена посадка в системе отверстия Н11пв.

Покруглые пуансоны малых размеров закрепляют в пуансонодержателе путем расклепки. Глубина фаски под расклепку зависит от технологического усилия штамповки. Пуансоны закаливают по всей высоте, исключая хвостовую часть под расклепку.

Матрицы. Общим конструктивным элементом матриц вырубных и пробивных штампов является форма рабочего отверстия. Типы рабочих отверстий вырубных и пробивных матриц и указания по их применению приведены в табл. 184 [3]. Конструкции и размеры сменных пробивных матриц небольших размеров регламентированы государственными стандартами (ГОСТ 16637-80 - 16647-80). В табл. 185 [3] приведены типы сменных пробивных матриц и рекомендации по их применению.

Винты и штифты. В подавляющем большинстве конструкций штампов можно обойтись следующими типами крепежных деталей: винтом с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ (ГОСТ 11738-84 «Винты с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ класса точности Л. Конструкция и размеры»), винтом ступенчатым с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ (ГОСТ 18786-80 «Винты ступенчатые с шестигранным углублением под ключ. Конструкция и размеры») или винтом ступенчатым с цилиндрической головкой со шлицом (ГОСТ 18787-80 «Винты ступенчатые со шлицем. Конструкция и размеры») для съемников, складкодержателей и других узлов), винтом с цилиндрической головкой со шлицом (ГОСТ 1491-80 «Винты с

цилиндрической головкой классов точности Л и В. Конструкция и размеры»).

Выбор винта не с наружным, а с внутренним шестигранником объясняется тем, что необходимый диаметр  $g$  не для  $g$  оловки с внутренним шестигранником примерно в два раза меньше, чем для головки с наружным шестигранником с учетом ключа для него. Что касается винтов со шлицом, то их применяют только в исключительных случаях. Такие винты заворачивают отверткой, в силу чего их нельзя надежно затянуть, как винты, имеющие шестигранное углубление.

Цилиндрические штифты по ГОСТ 3128 70 «Штифты цилиндрические незакаленные. Технические условия» служат не только для правильного центрирования деталей при сборке, но и для восприятия боковых нагрузок во время работы штампов (гибочные несимметричные матрицы, сборные матрицы и др.). Диаметры штифтов обычно принимают больших размеров, чем диаметры, полученные расчетом  $g$ а срез, и, как правило, не менее 6 мм.

При соединении двух термически не упроченных деталей производится совместное сверление их с последующей обработкой разверткой. При соединении незакаленной детали с закаленной отверстия в последней обрабатывают разверткой до закалки. После закалки отверстия в зависимости от их размеров зачищают или шлифуют. После крепления матрицы к плите винтами в плите сверлят отверстия под штифты и обрабатывают их разверткой, при этом отверстие матрицы служит кондуктором. Штифты сопрягаются с соединяемыми деталями по переходной посадке Н1/т6. Длина посадочной части отверстий под штифты в деталях, имеющих толщину более двух диаметров штифтов, должна быть не более двух диаметров. Диаметр остальной части отверстий следует выполнять не менее чем на 1 мм больше диаметра штифта.

Число винтов определяют из условия, что расстояние между двумя ближайшими винтами не должно превышать 90 мм. Однако в отдельных случаях возникает необходимость некоторого отклонения от приведенного требования.

Число штифтов определяют из условия, что каждый самостоятельный элемент штампа, который должен быть неподвижным относительно матрицы, и сама матрица должны фиксироваться двумя штифтами.

#### Определение центра давления штампа

Если штамп крепится к прессу с помощью хвостовика, то хвостовик следует размещать так, чтобы его ось совпадала с центром давления штампа, то есть с точкой, к которой приложена равнодействующая всех сил, действующих в направлении, параллельном оси хвостовика. Методика определения центра давления штампа приведена в источниках [3, 4, 7]. Центр давления штампа является точкой пересечения осей штампа, используемых в качестве конструкторских баз для простановки размеров на рабочих чертежах деталей штампа.

#### Расчет исполнительных размеров рабочих деталей штампа

В процессе эксплуатации штампов изнашиваются матрицы и пуансоны, поэтому их первоначальные размеры необходимо назначать с учетом их

последующего износа. Рабочие детали штампов для вырубки и пробивки, матрицу и пуансон можно изготавливать отдельно и совместно. При отдельном изготовлении матрица и пуансон обрабатываются без взаимного согласования. При этом должно быть соблюдено условие, что сумма абсолютных значений допусков на размер матрицы и пуансона не должен превышать значения предельного отклонения оптимального зазора. Выполнение этого условия не всегда возможно.

При совместном изготовлении одна из рабочих деталей дорабатывается по другой. При вырубке матрица определяет размеры штампуемой детали и является основной рабочей деталью. Пуансон дорабатывается (подгоняется) по матрице с зазором, обеспечивающим получение качественной поверхности среза. При пробивке пуансон определяет размер отверстия и является основной рабочей деталью, а матрица пригоняется по пуансону с требуемым зазором. Методика расчета размеров пуансонов и матриц приведена в справочной литературе [2—4, 7].

При проектировании рабочих деталей гибочных штампов устанавливают размеры радиусов закруглений пуансонов и матриц, зазоров между ними, углов и радиусов гибки с учетом ирригуляции, величину которого определяют по таблицам или номограммам [2 4, 7].

При проектировании пуансонов и матриц вытяжных штампов определяют их диаметральные размеры с учетом припуска на износ и радиусы закругления их рабочих кромок. При увеличении радиуса закругления матрицы уменьшается усилие вытяжки, что позволяет снизить растягивающие напряжения в опасном сечении. Однако при этом уменьшается площадь заготовки, находящейся под прижимом, что может привести к образованию гофров. Зазоры между пуансоном и матрицей следует назначать с учетом утолщения края заготовки.

Сведения по расчету размеров рабочих деталей вытяжных штампов приведены в источниках [2—4, 7].

Расчет основных деталей штампа на прочность

на прочность рассчитываются пуансоны, матрицы и нижние плиты.

Пуансоны необходимо проверять на смятие поверхности плиты опорной поверхностью головки пуансона, на сжатие и изгиб — самого пуансона в наименьшем сечении. Напряжение смятия  $\sigma_{см}$ , создаваемое опорной поверхностью пуансона, определяют по формуле  $\sigma_{см} = P/F_{оп}$ , где  $P$  — технологическое усилие, воспринимаемое пуансоном, Н;  $F_{оп}$  — площадь опорной поверхности пуансона, мм<sup>2</sup>. Если  $\sigma_{см} > 100$  МПа (для стальной плиты) и  $\sigma_{см} > 50$  МПа (для чугунной), то пуансон следует упирать головкой в стальную закаленную иод-кладную плитку. Методика расчета пуансонов на прочность и продольный изгиб приведена в источниках [3, 4, 7].

Расчет матриц на прочность обычно не выполняют, а определяют по эмпирическим формулам и соотношениям. Форма и размеры матрицы определяются формой и размерами штампуемой детали. Размеры прямоугольной матрицы определяют (ориентировочно) исходя из размеров

ее рабочей зоны. В табл. 17 [7] приведена зависимость наименьших габаритных размеров прямоугольной матрицы от размеров прямоугольной рабочей зоны.

Размеры матрицы уточняют с учетом требуемых величин перемычек между отверстиями, конкретную размещения рабочей зоны и отверстий. При конструировании матриц других штампов (простою, совмещенною действия и т. д.) можно также пользоваться данными, приведенными в табл. 17-20 [7]. Пример размещения рабочей зоны и отверстий для крепления матрицы штампа последовательного действия показан на рис. 9, а [7]. Соответствующие зависимости для определения координат отверстий под элементы крепления приведены в табл. 19 и 20 [7]. Размеры и размещение отверстий должны уточняться конструктивно, исходя из конкретных форм и размеров рабочей зоны матрицы.

Толщину матрицы  $H_m$  определяют из следующей эмпирической зависимости, мм:

$$H_m = s + K_m \sqrt{a_p + b_p} + 7,$$

где  $s$  - толщина штампуемого материала, мм;  $a_p$  и  $b_p$  - размеры рабочей зоны матрицы, мм;

$K_m$  - коэффициент, принимаемый по табл. 3.5.

Таблица 3.5

Значения коэффициента  $K_m$

$\sigma_B$ , МПа	До 120	120-200	200-300	300-500	500-1000	Св. 1000
$K_m$	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5-2,0

Примечание.  $\sigma_B$  - предел прочности материала.

Ориентировочно диаметры винтов и штифтов для крепления матрицы выбирают по табл. 18 [7]. Пример расчета матрицы и пуансона для пробивки отверстия приведен на сгр. 104 [7].

Плиты штампов должны обладать достаточной прочностью и жесткостью (устойчивостью на упругий изгиб). Необходимая жесткость достигается за счет увеличения толщины плиты. Толщину верхней и нижней плиты следует определять соответствующим расчетом на прочность и жесткость. Расчет плит на прочность выполняется только в случае необходимости. Наибольшему деформированию подвергается обычно нижняя плита, так как она часто оказывается в более неблагоприятных условиях. Поскольку нижняя плита установлена над отверстием в столе пресса, она работает на изгиб. Способа расчета толстых плит с нагрузкой вдоль контуров отверстий произвольной формы не существует. В зависимости от формы рабочего контура, характера нагружения и конструкции опоры используют различные упрощенные методы расчета прочности и допускаемого упругого прогиба плит. Методика расчета нижних плит штампов приведена в источниках [3, 4, 7, 11]. Если конструктивные соображения допускают, толщину верхней плиты можно принять не более 0,6-0,8 от толщины нижней плиты.

Размеры в плане нижней и верхней плиты определяют из конструктивных соображений по размерам пакета. Габаритные размеры нижней плиты должны обеспечивать возможность крепления нижней части штампа крепежными болтами или прихватами.

Пружины, резиновые и полиуретановые буферы применяются в штампах для разделительных и формоизменяющих операций, где они служат для создания усилия, необходимого для прижима заготовки или выталкивания детали. Методика расчета пружин различного типа приведена в справочниках [3, 4]. Порядок расчета резиновых и полиуретановых буферов изложен в справочнике [7].

Выбор материалов для изготовления деталей штампа и их термообработка

При изготовлении штампов для листовой штамповки применяют разные марки стали в соответствии с назначением, условиями эксплуатации и технологией изготовления деталей штампа. От правильного выбора материала для каждого вида деталей и соответствующего режима его термической обработки зависит работоспособность, прочность и сохранение размеров рабочих частей штампов. Так, например, для изготовления вырубного штампа для холодной штамповки из листового материала необходимо, чтобы сталь, идущая на изготовление пуансонов и матриц, обладала следующими основными свойствами: была высокопрочной, так как в процессе работы штамп испытывает большие усилия и ударные нагрузки; обладала высокой твердостью и износостойкостью; имела высокую вязкость, чтобы вследствие частых и сильных ударов режущие кромки не выкрашивались; обладала хорошей закаливаемостью. Рекомендации по выбору материалов для изготовления деталей штампов различного

назначения и нормы их твердости приведены в справочной литературе [3, 4, 7].

### Проектирование средств автоматизации

Механизация и автоматизация позволяют значительно повысить производительность штамповочного оборудования, улучшить условия труда и безопасность работы. При использовании ручных приемов загрузки заготовки и удаления готовой детали вспомогательное время значительно больше основного, а частота ходов пресса используется лишь на 10-15%. Применяя средства автоматизации, можно довести процент использования частоты ходов до 100 %.

В зависимости от вида исходного материала, из которого штампуются детали, применяют различные автоматизирующие устройства. При штамповке из ленты в штампы встраивают валковые, роliko- клиновые и клещевые подачи. При штамповке из штучных заготовок наиболее часто применяют шиберные и револьверные подающие устройства. В штампы могут встраиваться различные устройства для автоматического удаления отштампованных деталей и отходов сбрасывающего и выносящего действия (рычажные, шиберные, лотковые, ковшовые). Привод автоматических подающих и удаляющих устройств, встраиваемых в штампы, чаще всего осуществляется от ползуна пресса (верхней или нижней штампа).

Вопросы, связанные с механизацией и автоматизацией штамповочных процессов, подробно освещены в работах [2-6, 8, 10, 12].

## ВЫБОР МОДЕЛИ ПРЕССА

В данном разделе необходимо определить требуемые характеристики для выбора пресса (усилие штамповки, закрытая высота штампа, размеры нижней плиты штампа, ход ползуна, число ходов ползуна и др.) и по ним выбрать конкретную модель пресса с приведением его технической характеристики.

Выбор пресса по усилию производится следующим образом. Складывают усилие, необходимое для выполнения технологической операции (при комбинированной штамповке суммарное усилие всех операций или переходов), с усилиями сжатия буферов, выталкивателей, снятия полосы с пуансонов, проталкивания деталей (отходов). Обычно для надежности выбирают пресс с номинальным усилием на 10-20 % больше расчетного. Это обеспечивает повышенную жесткость и меньшее пружинение станины, благодаря чему увеличивается стойкость штампов и долговечность самого пресса.

Следует иметь в виду, что в каталогах и в паспорте пресса указано номинальное усилие РНОм, создаваемое в конце рабочего хода (при недоходе кривошипа до нижнего крайнего положения на угол  $\alpha = 20-30^\circ$ ). В другом положении ползуна допустимое усилие будет меньше (оно ограничивается величиной допустимого крутящего момента, прочностью зубчатых колес) и рассчитывается по уравнению:  $P = P_{\text{нл}} / (2 \sin \alpha)$ , Это необходимо учитывать при операциях, требующих большой величины

рабочего хода, например, при глубокой вытяжке. Поэтому номинальное усилие пресса может быть полностью использовано для вырубки, пробивки, чеканки и гибки, но не может быть использовано для глубокой вытяжки. В связи с этим номинальное усилие пресса при использовании его для вытяжных работ должно быть увеличено. Приблизительно считают, что наибольшее усилие вытяжки должно составлять при глубокой вытяжке (0,5-0,6)РНОМ, а при неглубокой - (0,7-0,8).РНОМ. При совмещенных операциях таких, как вырубка-вытяжка, также возможна перегрузка пресса, так как вырубной переход выполняется задолго до достижения усилия номинальной величины.

В паспортах кривошипных прессов обычно указывают диаграмму допустимых усилий по прочности коленчатого вала. При выборе пресса по усилию сопоставляю! графики усилий, необходимых для выполнения данной операции, с диаграммой допустимых усилий пресса. Пресс подходит по усилию для выполнения данной операции, если график усилий не выходит за пределы допустимых нагрузок. Такое сопоставление проводят при разработке формоизменяющих операций, требующих большой длины хода ползуна, например, при глубокой вытяжке. При операциях вырубки и пробивки такую проверку не делают и подбирают пресс лишь по величине номинального усилия.

Для формоизменяющих операций - гибки, глубокой вытяжки и формовки - пресс следует выбирать также и по работе, так как затрачиваемая работа на деформацию металла значительна и пресс может быть перегружен не по усилию, а чаще всего по работе. Расчетные формулы для определения работы деформирования приведены в работах [2—4]. Найденную величину работы суммируют с работой сжатия буфера и выталкивателя и сравнивают с работой, которую может выполнить пресс за один рабочий ход.

В системе привода пресса предусматривается маховик. При включении электродвигателя маховик разгоняется и запасает значительную энергию. Во время рабочего хода ползуна, то есть при штамповке, маховик отдает часть запасенной энергии. При этом скорость его вращения уменьшается. При холостом ходе ползуна электродвигатель снова разгоняет маховик до прежней скорости. При перефазке пресса уменьшается число оборотов маховика и выходит из строя электродвигатель. Таким образом, недостаточно выбирать прессу только по усилию. Возможны следующие случаи перегрузки пресса:

Пресс перегружен по допускаемому усилию. В результате происходит деформация вала, а затем и поломка пресса.

Пресс перегружен по мощности. В этом случае происходит резкое падение числа оборотов маховика, вызывающее недопустимое скольжение электродвигателя, перегрев его обмотки и порчу изоляции. В результате непродолжительной работы электродвигатель выходит из строя.

Пресс перегружен одновременно и по усилию, и по мощности. В этом случае обычно происходит заклинивание ползуна пресса в нижней точке и поломка механизма включения.

Штамповка может выполняться в режиме одиночных ходов с включением-выключением муфты на каждом из них и в режиме последовательных непрерывных ходов без выключения муфты.

При работе в режиме непрерывных ходов восстановление частоты вращения маховика (частичное или полное) происходит только в период холостого хода ползуна. Если при штамповке расходуется энергии больше, чем накапливает маховик за время одного хода, то штамповка в автоматическом режиме невозможна (пресс быстро останавливается). В этом случае необходимо выбрать пресс с увеличенной мощностью электродвигателя.

При работе прессы одиночными ходами допустимо уменьшение частоты вращения маховика на 20 %, а при непрерывной работе - на 10 %. При этом величина полезной работы, которую может выполнять пресс при непрерывном действии, почти в два раза меньше, чем при его работе одиночными ходами. При выборе прессы нужно также учитывать, что в автоматическом режиме работы пресс может развить не более 70 % номинального усилия.

Выбор прессы по величине хода имеет особое значение для вытяжных и гибочных работ, требующих большой величины хода прессы. Обычно величина хода прессы для вытяжки берется в 2,5 раза больше высоты вытягиваемой детали, чтобы обеспечить возможность удаления готовой детали. Для вырубных работ достаточно иметь ход прессы на 2-3 мм больше величины просвета между матрицей и съемником.

Если в штамп встроены средства автоматизации, предназначенные для подачи заготовок или удаления деталей и имеющие привод от ползуна прессы, это необходимо соответствующим образом учесть. Так, при наличии в штампе автоматической подачи ленты требуемая величина хода ползуна должна быть рассчитана исходя из условия, что подача материала может быть начата только после того, как пуансоны выйдут из матрицы и лента будет снята съемником с пуансонов, и завершится подача должна до момента контакта пуансонов с материалом. Таким образом, требуемый ход ползуна прессы будет состоять из перемещения, необходимого для осуществления технологической операции, и перемещения, необходимого для обеспечения требуемого шага подачи материала.

Закрытая высота прессы должна быть на 5-7 мм больше закрытой высоты штампа. Закрытая высота прессы определяет максимальную высоту штампа, который может быть установлен на данном прессе. Закрытая высота прессы - расстояние от подштамповой плиты до ползуна прессы в его нижнем положении при наибольшей величине хода и наименьшей длине шатуна.

Размеры стола и ползуна прессы должны соответствовать размерам штампа, а размеры отверстия в столе прессы должны обеспечивать возможность выпадения деталей и отходов при работе на провал.

Число ходов прессы должно соответствовать характеру работы и типу штампа и должно быть по возможности большим для обеспечения высокой производительности штамповки.

Гильотинные ножницы для резки листового материала выбираются по наибольшей толщине, наибольшей длине разрезаемых листов и значению предела прочности разрезаемого материала, указанных в паспорте ножниц. При резке металла с другим значением предела прочности делается перерасчет допускаемой толщины материала [2, 3].

Основные параметры кузнечно-прессовых машин регламентированы соответствующими ГОСТами, а также приведены в каталогах.

### ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА

Обеспечение высокой производительности гряда, качества выпускаемой продукции, а также безопасных условий работы невозможно без правильной организации рабочих мест и порядка их обслуживания. В данном разделе необходимо привести схему планировки рабочего места; осветить вопросы организации работ, связанных с доставкой заготовок и штаминовой оснастки, наладкой и обслуживанием оборудования, средств автоматизации, удалением оштампованных деталей и отходов с указанием применяемых для выполнения этих работ технических средств (мостовых кранов, кран-балок, электро- тельферов, электрокаров, ручных тележек). Вопросы организации работ в листоштамповочных цехах освещены в работах [3, 4].

### МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА

В этом разделе следует описать комплекс организационно-технических мероприятий по охране труда, проводимых в цехах листовой штамповки. Наиболее эффективными средствами по охране гряда являются: создание безопасных конструкций штампов, автоматизация и механизация процессов штамповки, применение подвижных ограждений на прессах. Наряду с описанием общих мероприятий по охране гряда необходимо отметить требования безопасности, предъявляемые к конструкции штампа. Общие требования безопасности к конструкции штампа приведены в ГОСТ 12.2.109-89 «Штампы для листовой штамповки. Общие требования безопасности и».

Необходимо перечислить конкретные меры безопасности, предусмотренные в спроектированном штампе.

## РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Оценка экономической эффективности применения разработанного в проекте штампа с применением средств механизации и автоматизации заключается в сопоставлении единовременных затрат на изготовление более сложной технологической оснастки с ожидаемой экономией на производственной заработной плате, расходе штампуемого материала и цеховых расходах.

В качестве показателей экономической эффективности применения разработанного штампа в данном разделе определяется технологическая себестоимость изготовления детали при штамповке в комбинированном штампе и в простых однооперационных штампах, а также срок окупаемости затрат, представляющий собой отношение величины единовременных дополнительных затрат к суммарной величине годовой экономии на текущих затратах производства.

Технологическую себестоимость изготовления детали определяют по формуле

$$K = \frac{Wm + V}{N} + \frac{t(1 + 0,01H)}{T} + M,$$

где  $W$  - стоимость изготовления одной штампы, руб.;

$m = \frac{N}{C}$  = число штампов для изготовления заданной партии деталей, шт.;

$N$  - годовая программа выпуска штампуемых деталей, шт.;

$C$  - стоимость одной штампы;

$V$  - стоимость изготовления автоматической подачи, руб.;

$t$  — средняя заработная плата рабочего на данной операции, руб.;

$H$  - цеховые накладные расходы за один день, руб.;

$T$  - производительность в смену, шт.;

$M$  - стоимость материала, определяемая по норме расхода.

Срок окупаемости затрат на средства автоматизации подсчитываются по формуле

$$C_o = \frac{З_d}{NЭ(1 + 0,01Hk)},$$

где  $З_d$  - дополнительные затраты на средства автоматизации;

$N$  - годовая программа выпуска штампуемых деталей, шт.;

$Э$  — экономия на заработной плате на одну штампуемую деталь, определяемая разностью расценок до и после автоматизации;

$H$  - процент цеховых накладных расходов;

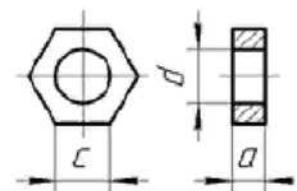
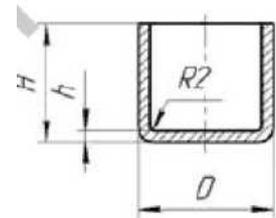
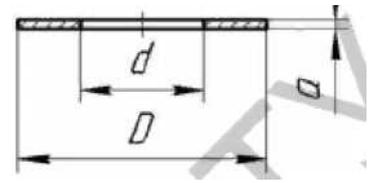
$k$  - коэффициент, учитывающий отсутствие экономии по некоторым статьям цеховых накладных расходов при наличии экономии на производственной заработной плате.

При постоянной годовой программе выпуска изделий  $k = 0,2—0,5$ .

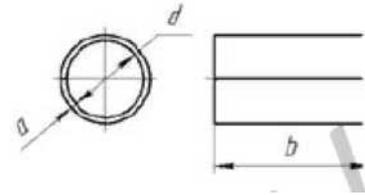
Допустимые сроки окупаемости затрат на изготовление комбинированных штампов с автоматическими подачами для массового и крупносерийного производства составляет один и два года соответственно.

## ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

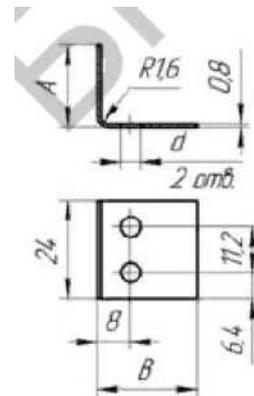
Задание 1					
№ вар.	D	d	a	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	h12	И\2	-		
1	20	10	1.0	Последова тельный	Подача ролико клиновья
2	30	15	1Л	Последова тельный	Подача валковая
3	40	20	1,5	Последова тельный	Подача клещевья
Задание 2					
Х? вар.	D	H	h	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	к\2	A12			
1	30	14	2	Последова тельный	Подача валковая
2	36	16	1,5	Совмещенны й	Подача шиберная
Задание 3					
№ вар.	a	d	c	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	;-	H\2	/Г 12		
А 1	4	6	6	Последова тельный пятирядный	Подача клещевья
2	6	10	10	Последова тельный трех рядный	Подача ролико клиновья



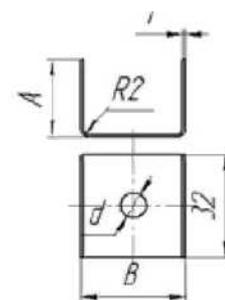
Задание 4					
Хар. вар.	ь	d	£J	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	AI4	HU	-		
1	32	IS	1,5	Последовательный	1 Подача валковая
2	25	16	L2	Последовательный	Подача клещевая
3	20	12	1.0	Последовательный	Подача роликотклиповая



Задание 5					
№ вар.	A	B	d	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	h\2	m	HI 2		
1	] 5	20	3	Последовательный	Подача клещевая
2	12	22	4	Последовательный	Подача валковая
3	1S	26	6	Последовательный	Подача роликотклиповая

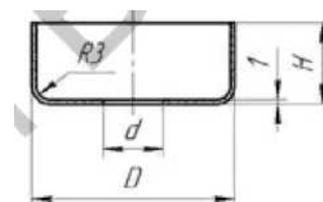


Задание 6					
Хар. вар.	A	B	d	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	h\A	/Г 14	//14		
1	f15j	20	4	Последовательный	Подача клещевая
2	12	20	6	Последовательный	Подача валковая
3	18	26	%	Последовательный	Подача роликотклиповая



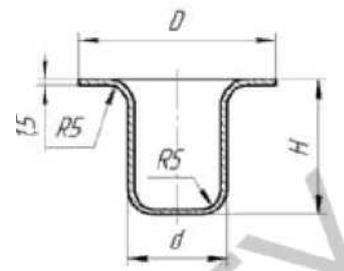
Задание 7

Ха вар.	d	D	Я	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	к\А	*14	±0,5		
1	20	30	18	Последова- тельный (вы- тяжка в ленте)	Подача валковая
2	22	34	25	Последова- тельный (вы- тяжка в ленте)	Подача клещевая



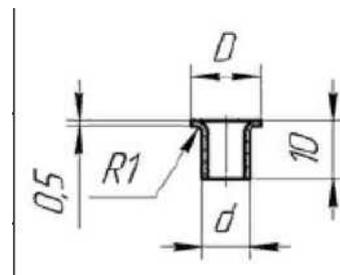
Задание 8

Хз вар.	D	и	£/	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	h 12	±0,5	H\2		
1	30	12	10	Совмещенный	Подача валковая
2	36	14	12	Совмещенный	Подача роликотклииовая

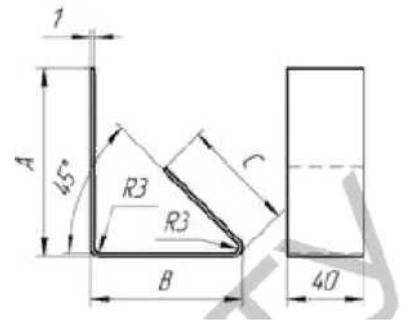


Задание 9

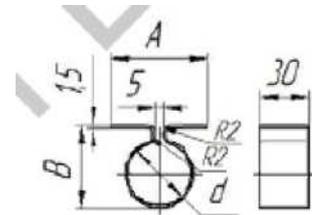
х> вар.	d	D	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность			
	H12	A14		
1	в	10	Последовательный (вытяжка в ленте)	Подача валковая
2	5	8	Последовательный (вытяжка в ленте)	Подача роликотклиповая
3	8	12	Последовательный (вытяжка в ленте)	Подача клещевая



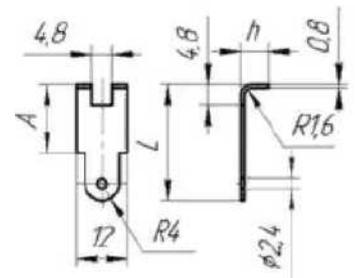
Задание 10					
Ха	A	B	C	Тип штампа	Средства
	Точность				
вар.	$\pm 0,5$	*14	$\pm 0,5$		автоматизации
1	г	60	45	Климовой	Сбрасыватель автоматический
2	70	55	40	Клиповой	Сбрасыватель автоматический
3	60	50	35	Клиновой	Сбрасыватель автоматический



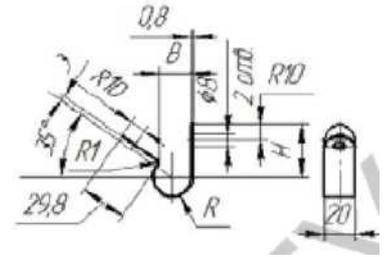
Задание 11					
Ха	A	B	J	Тип штампа	Средства
	Точность				
вар.	$\pm 0,5$	Л14	Н\4		автоматизации
1	50	40	30	Кулачковый	Сбрасыватель
2	60	50	40	Клиповой	Сбрасыватель



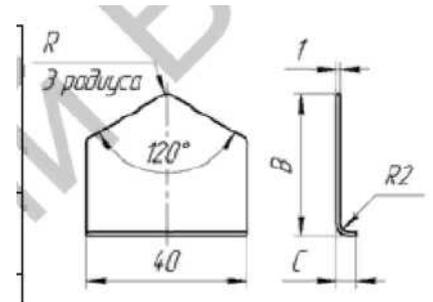
Задание 12					
Ха	A	L	h	Тип штампа	Средства
	Точность				
вар.	Ы4	Л14	$\pm 0,2$		автоматизации
1	10	15	7	Последовательный	Подача роликотклиповая
Ф 2	15	22	8	Последовательный	Подача валковая
3	20	29	8	Последовательный	Подача кящсвая



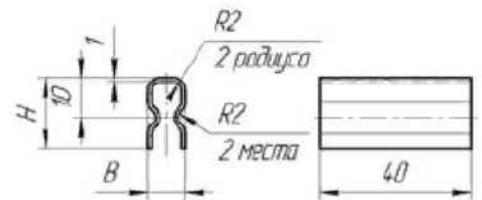
Задание 13					
Хар. сар.	Н	В	К	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$	//14		
1	30	18	12	Кулачковый	Сбрасыватель
2	34	20	13	Кулачковый	Сбрасыватель



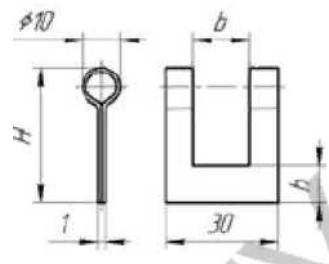
Задание 14					
Хар. вар.	В	С	Тип штампа	Средства автоматизации	
	Точность				
	A14	/Г 14			
1	30	6	Гибочный	Шиберная подача	
2	32	5	Гибочный	Шиберная подача	
3	35	4	Гибочный	Шиберная подача	



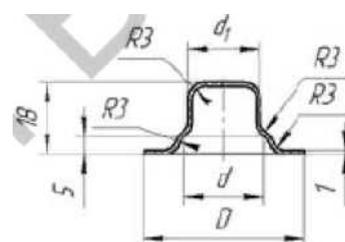
Задание 15					
.No вар.	Н	В	Тип штампа	Средства автоматизации	
	Точность				
	*14	Aft			
1	15	8	Гибочный	Сбрасыватель	
2	18	10	Гибочный	Сбрасыватель	



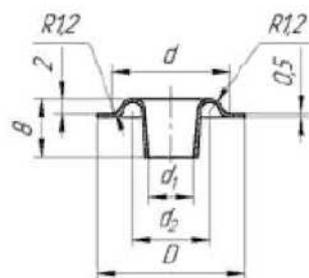
Задание 16					
№ вар.	И	b	h	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	h 12	П\2	hi 2		
1	20	10	5	1 ибочный	Сбрасыватель автоматический
2	30	15	10	1 ибочный	Сбрасыватель автоматический



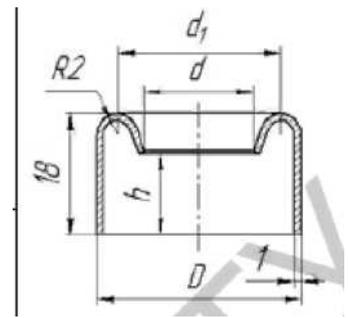
Задание 17					
№ вар.	D	d	d>	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность				
	h12	ни	A12		
1	36	22	16	1 последовательный (вытяжка влейте)	Подача валковая
2	30	16	12	Последовательный (вытяжка в лейте)	Подача роликотклиповая



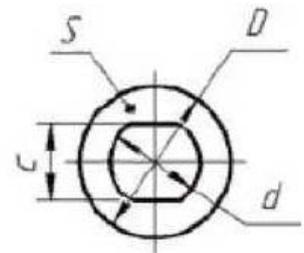
Задание 18						
Ха вар.	D	d	d i	d2	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность					
	h\2	h 12	!!\ 2	т 2		
1	16	12	3	6,5	1 последовательный (вытяжка в ленте)	Подача клещевая
2	20	16	6	10,5	Последовательный (вытяжка в ленте)	Подача роликотклиповая



Задание 19						
№ вар.	D	d	rfi	/r	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность					
	Л12	И12	#12	±0,5		
1	22	12	20	10	Совмещенный	Подача ролико-клиновья
2	ЗП	16	24	12	Совмещенный	Подача валковая



Задание 20						
Х> вар.	5	D		c	Тип штампа	Средства автоматизации
	Точность					
		A12	/Л2	h 12		
1	1,0	16	10	Я	Последовательный трехрядный	Подача клещевья
2	2,0	30	16	12	Совмещенный	Подача валковая



## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Аверкиев. Ю. Л. Технология холодной штамповки: учебник для вузов по специальностям «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Обработка металлов давлением» / Ю. Л. Аверкиев, Л. Ю. Аверкиев, - М. : Машиностроение, 1989. - 304 с.
2. Зубцов, М. Е. Листовая штамповка: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машина и технология обработки металлов давлением» / М. Е. Зубцов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение; Ленинградское отд., 1980. -432 с.
3. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. — 6-е изд., перераб. и доп. — Л. : Машиностроение, 1979. - 520 с.
4. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. - 5-е изд., перераб. и доп. - Л. : Машиностроение, 1971,- 782 с.
5. Ковка и штамповка : справочник : в 4 т. / ред. совет:Е. И. Семенов [и др.]. - М. : Машиностроение, 1985. - Т. 1. - 568 с.
6. Ковка и штамповка : справочник : в 4 т. / ред. совет:Е. И. Семенов [и др.]. - М. : Машиностроение, 1987. - Т. 4. - 544 с.
7. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / под общ. ред. Л. И. Рудмана. - М.: Машиностроение, 1988. - 496 с.
8. Понов, Е. А. Технология и автоматизация листовой штамповки : учебник для вузов / Е. А. Попов, В. Г. Ковалев, И. П. Шубин. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2000. - 480 с.
9. Мсцерин, В. Т. Листовая штамповка: атлас схем / В. Т. Мсцерин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1975 - 226 с.
10. Штампы для холодной штамповки мелких деталей : альбом конструкций и схем / М. И. Дурандин [и др.]. — М. : Машиностроение, 1978.
11. Скворцов, Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки / Г. Д. Скворцов. - М. : Машиностроение, 1972. - 360 с.
12. Устройства автоматические для подачи рулонного материала, встраиваемые в штампы листовой штамповки: основные и присоединительные размеры : ГОСТ 21141-84 - 21147-84, ГОСТ 26390-84, ГОСТ 26391-84. - М. : Изд-во стандартов, 1985. -31 с.: ил.