

**ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Киселева Л.С., Будко С.И.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК

**Методические указания к лабораторной работе
по курсу "Технология сельскохозяйственного
машиностроения"**

БРЯНСК 2024

УДК 621.73.043 (076)

ББК 34.623

К 44

Киселева, Л. С. Проектирование штампованных поковок: методические указания к лабораторной работе по курсу "Технология сельскохозяйственного машиностроения" / Л. С. Киселева, С. И. Будко. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2024. - 36 с.

Методические указания предназначены для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Рецензент:

д.т.н., профессор кафедры ТОЖ и ПП Купреенко А.И.

к.т.н., доцент кафедры технического сервиса Кузюр В.М.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол №2 от 27 ноября 2024 года.

© Брянский ГАУ, 2024

© Киселева Л.С., 2024

© Будко С.И., 2024

ВВЕДЕНИЕ

Важная задача при изготовлении заготовок - приближение их по форме и размерам к готовым деталям.

От правильности выбора вида и размеров заготовки зависит *себестоимость* изготовления детали.

Основные виды заготовок: отливки; поковки; штампованные заготовки; сортовой металл; сварные заготовки; заготовки из пластмасс и других не металлических материалов; заготовки из металлокерамики.

Поковки и штампованные заготовки - основной вид заготовок для изготовления ответственных деталей из стали и некоторых цветных сплавов. Они обладают повышенными механическими свойствами по сравнению с отливками.

Методические указания предназначены для ознакомления студентов с технологическим процессом изготовления поковок.

Методические указания для проведения лабораторной работы разработаны в соответствии с программой дисциплины "Технология сельскохозяйственного машиностроения" для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Для качественного выполнения лабораторной работы ее содержание приводится в логической последовательности и включает следующие части: цель работы; содержание работы; теоретические сведения по теме; пример выполнения работы; содержание отчета; контрольные вопросы, рекомендуемую литературу, приложение, содержащее справочные материалы.

Для закрепления полученных знаний в Приложении приводятся тестовые задания для самостоятельной работы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен владеть: практическими навыками в области технологии сельскохозяйственного машиностроения.

ПКС-2.2: Осуществляет поиск и применяет настройку оборудования для контроля качества продукции и выполняемых работ.

ПКС-5.1: Использует знания по современным технологическим процессам технического обслуживания, текущего и капитального ремонта сельскохозяйственной техники и технологического оборудования АПК.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК

Цель работы: Ознакомиться с проектированием заготовок, изготавливаемых горячей объемной штамповкой.

Содержание работы: По чертежу детали, выданному преподавателем, назначить припуски и допуски по ГОСТ 7505-89 и выполнить чертеж заготовки.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

ГОСТ 7505-89 устанавливает наибольшие величины допуска размеров, отклонений формы, припусков, кузнечных напусков и наименьшие радиусы закругления наружных углов. Стандарт распространяется на детали весом до 250кг и (или) с линейным габаритным размером 2500 мм, изготавливаемые горячей объемной штамповкой.

Стандартом предусмотрены три группы стали:

M1 – с содержанием углерода до 0,35% включительно и суммарным содержанием легирующих элементов до 2% включительно;

М2 - с содержанием углерода свыше 0,35% до 0,65% включительно или суммарным содержанием легирующих элементов свыше 2% до 5,0% включительно;

М3 - с содержанием углерода свыше 0,65% включительно или суммарным содержанием легирующих элементов свыше 5,0% включительно;

Стандартом также предусмотрены 4 степени сложности поковок: С1, С2, С3, С4. Степень сложности поковки определяют через отношение массы (объема) $G_{\text{П}}$ поковки к массе (объему) $G_{\text{Ф}}$ геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. Геометрическая фигура может быть шаром, параллелепипедом, цилиндром с перпендикулярными к его оси торцами или правильной призмой (рисунок 1). При вычислении отношения $G_{\text{П}}/G_{\text{Ф}}$ принимают ту из геометрических фигур, масса (объем) которой наименьшая [ГОСТ 7505-89, приложение Б].

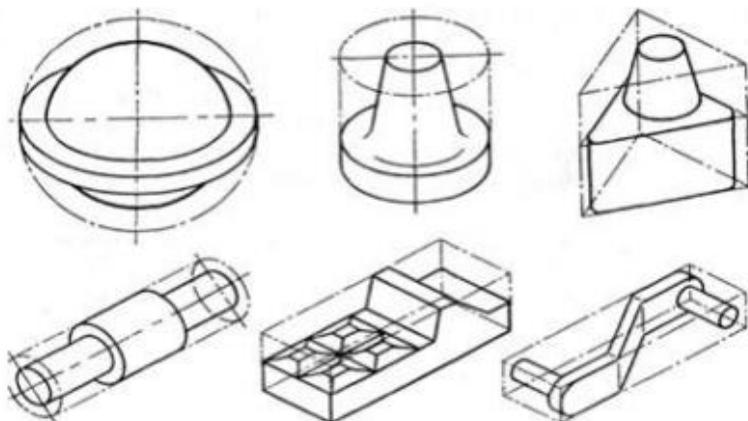


Рисунок 1 - Построение геометрических фигур по габаритам поковок

При определении размеров описывающей поковку геометрической фигуры допускается исходить из увеличения в 1,05 раза габаритных линейных размеров детали, определяющих положение ее обработанных поверхностей.

Степень сложности поковок соответствуют следующие численные значения отношения G_{Π}/G_{Φ} :

C1 – св. 0,63

C2 – св. 0,32 до 0,63

C3 – св. 0,16 до 0,32

C4 – до 0,16

Для штамповок, полученных на горизонтальноковочных машинах, допускается определять степень сложности формы в зависимости от числа переходов:

C1 – не более двух переходов;

C2 – при трех переходах;

C3 – при четырех переходах;

C4 – более чем при четырех переходах или при изготовлении на двух ковочных машинах.

Конфигурация поверхности разъема штампа может быть плоской П, симметрично изогнутой И_С и не симметрично изогнутой И_Н.

Стандартом предусмотрены 5 классов точности поковки: Т1, Т2, Т3, Т4, Т5. Класс точности поковки устанавливается в зависимости от технологического процесса и оборудования для ее изготовления (таблица 1 Приложения А), а также исходя из предъявляемых требований к точности размеров поковки.

По стандарту при определении припусков и допусков штампованной поковки используют исходный индекс, который определяют в зависимости от массы, группы стали, степени сложности и класса точности поковки (таблица 2 Приложения А). Стандартом предусмотрено 23 исходных индекса (1...23).

Согласно стандарту имеются два вида припусков на механическую обработку поковок (таблица 3 Приложения А). Их выбирают в зависимости от исходного индекса, линейных размеров и шероховатости поверхности детали. Дополнительные припуски, учитывающие смещение поверхности разъема штампов и отклонение от плоскостности, приведены в таблице 4 и 5 (Приложения А) соответственно. Дополнительные припуски на отклонения межосевого расстояния берутся из таблицы 6 (Приложения А).

В зависимости от класса точности Т устанавливаются дополнительные припуски на механическую обработку. При изготовлении штампованных поковок по классу точности Т5 с применением пламенного нагрева заготовок допускается увеличение припуска для поковок массой:

до 3,3 кг – до 0,5 мм;

от 3,2 до 10 кг – до 0,8 мм;

св. 10,0 кг – до 1,0 мм.

Разрешается округлять линейные размеры поковки с точностью до 0,5мм.

Минимальную величину радиусов закруглений наружных углов поковок в зависимости от глубины полости штампа устанавливают по таблице 7 (Приложения А).

Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров поковок назначаются в зависимости от исходного индекса и размеров поковки (таблица 8 Приложения А).

Допуски на внутренние размеры поковок устанавливаются с обратными знаками.

Допуск размеров, не указанных на чертеже поковки, принимают равным 1,5 допуска соответствующего размера поковки с равномерными допускаемыми отклонениями.

Допускаемую величину смещения поверхности разъема штампа определяют в зависимости от массы поковки, конфигурации поверхности разъема штампа и класса точности, она не должна превышать значений, приведенных в таблице 9 (Приложения А).

Допускаемая величина высоты заусенца поковки по контуру обрезки облоя не должна превышать:

2 мм – для поковок массой до 1,0 кг включительно;

3 мм – для поковок массой свыше 1,0 до 5,6 кг включительно;

5 мм – для поковок массой свыше 5,6 до 50 кг включительно;

6 мм – для поковок массой свыше 50 кг, а при пробивке отверстия эта величина может быть увеличена в 1,3 раза.

Допускаемое наибольшее отклонение от concentричности пробитого в поковке отверстия устанавливают по таблице 10 Приложения.

Допускаемые отклонения межосевого расстояния в поковках не должны превышать величин, указанных в таблице 11 (Приложения А).

Кузнечные напуски могут быть образованы на поковке штамповочными уклонами, радиусами закругления внутренних углов, непробиваемой перемычкой в отверстиях и невыполнимыми в штамповочных операциях поднутрениями и полостями.

Штамповочные уклоны выбирают в зависимости от применяемого оборудования и характера расположения поверхности (наружная или внутренняя) (таблица 12 Приложения А). На поверхностях отверстий в поковках, изготовленных на горизонтально-ковочных машинах, штамповочный уклон не должен превышать 3° .

У поковок, имеющих элементы в виде ребра, выступа с отношением их высоты к ширине не более 2.5, изготовленных на штамповочных молотах и прессах без выталкивателей, допускается штамповочный уклон до 10° на внешней поверхности и до 12° на внутренней поверхности.

Впадины и углубления в поковке, когда их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа, а диаметр или наименьший поперечный размер не менее 30мм, выполняют:

- при изготовлении на молотах и пресса глубиной до 0.8 их диаметра или наименьшего поперечного размера;

- при изготовлении на горизонтально-ковочных машинах до трех диаметров.

В поковке выполняют сквозные отверстия при двухстороннем углублении, если при ее изготовлении их оси параллельны направлению движения одной из подвижных частей штампа диаметр сквозного отверстия не менее 30мм, а толщина поковки в месте пробивки не более диаметра пробиваемого отверстия.

Ориентировочную расчетную массу поковки определяют по формуле

$$M_{П.Р} = M_{Д} \cdot K_{Р},$$

где $M_{П.Р}$ – расчетная масса поковки, кг;

$M_{Д}$ - масса детали, кг;

$K_{Р}$ - расчетный коэффициент из таблицы 13 (Приложения А).

2 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Задание – рабочий чертеж детали выдается преподавателем.

В качестве примера рассмотрим проектирование поковки-штулки. Чертеж детали приведен на рисунке 1. Пример взят из ГОСТ 7505-89 (пример №4).

Штамповочное оборудование - КГШП.

Нагрев заготовок – индукционный.

1 Исходные данные по детали

1.1. Материал – сталь 65 (по ГОСТ 14959-79): 0,62-0,7 % С;
0,5-0,8 % Mn; 0,17-0,37 % Si; до 0,25 % Cr.

1.2. Масса детали – 5,4кг.

2 Исходные данные для расчета

2.1. Массу поковки (расчетная) вычисляем по формуле

$$M_{П.Р} = M_{Д} \cdot K_{Р},$$

где $M_{П.Р}$ – расчетная масса поковки, кг;

$M_{Д}$ - масса детали, кг;

$K_{Р}$ - расчетный коэффициент (таблица 13 Приложения А)

$$M_{П.Р} = 5,4 \cdot 1,6 = 8,6 \text{ кг.}$$

2.2. Определяем класс точности поковки – Т3 (таблица 1 Приложения А).

2.3. Группу стали – М3, определяем по таблице 1 (ГОСТ 7505-89).

Средняя массовая доля углерода в стали 65: 0,68%С; суммарная массовая доля легирующих элементов – 1,04% (0,27% Si; 0,65% Mn; 0,12% Cr).

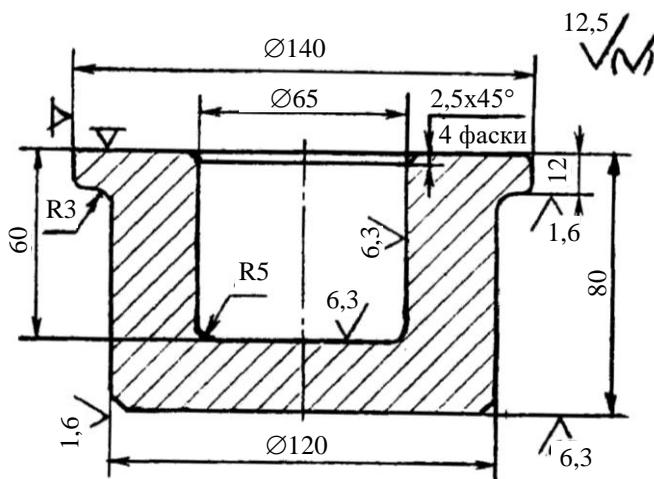


Рисунок 1 – Втулка

2.4. По приложению 2 (ГОСТ 7505-89) определяем степень сложности поковки – С1.

Определяем размеры описывающей поковку фигуры (цилиндр):

Диаметр – $140 \cdot 1,05 = 147$ мм;

Длина – $80 \cdot 1,05 = 84$ мм, (где 1,05-коэффициент).

Масса (расчетная) описывающей фигуры – 11,2 кг;

$G_{\Pi}/G_{\Phi} = 8,6/11,2 = 0,78$.

2.5. Определяем конфигурацию поверхности разъема штампа – П (плоская) (таблица 1 ГОСТ 7505-89).

2.6. По таблице 2 (Приложения А) определяем исходный индекс – 12.

3. Определяем припуски и кузнечные напуски.

3.1. Основные припуски на размеры назначаем согласно таблице 3 (Приложения А), мм:

1,5 – диаметр 140 мм и чистота поверхности 12,5;

1,8 – диаметр 120 мм и чистота поверхности 1,6;

2,0 – толщина 80 мм и чистота поверхности 6,3;

1,7 – толщина 80 мм и чистота поверхности 12,5;

1,6 – толщина 12 мм и чистота поверхности 12,5;

1,6 – толщина 12 мм и чистота поверхности 1,6;

1,7 – диаметр впадины 65 мм и чистота поверхности 6,3;

1,7 – глубина впадины 60 мм и чистота поверхности 12,5.

3.2. Определяем дополнительные припуски, учитывающие:

-отклонение от плоскостности – 0,3 мм (таблица 5 Приложения);

- смещение по поверхности разъема штампа – 0,3 мм (таблица 4 Приложения А).

3.3. По таблице 12 (Приложения А) определяем штамповочные уклоны:

- на наружной поверхности – не более 5° принимаем - 3° ;

- на внутренней поверхности – не более 7° принимаем - 7° .

4. Уточняем размеры поковки и определяем их допускаемые отклонения (рисунок 2).

4.1. Размеры поковки, мм:

- диаметр $140+(1,5+0,3)\cdot 2=143,6$ принимаем 144;

- диаметр $120+(1,8+0,3)\cdot 2=124,2$ принимаем 124;

- диаметр $65-(1,7+0,3)\cdot 3=61$ принимаем 61;

- толщина $80+1,7+2+0,3\cdot 2=84$ принимаем 84;

- толщина $12+1,7+1,6+0,3\cdot 2=15,9$ принимаем 16;

- глубина $60\cdot 0,8=18,8$ принимаем 50.

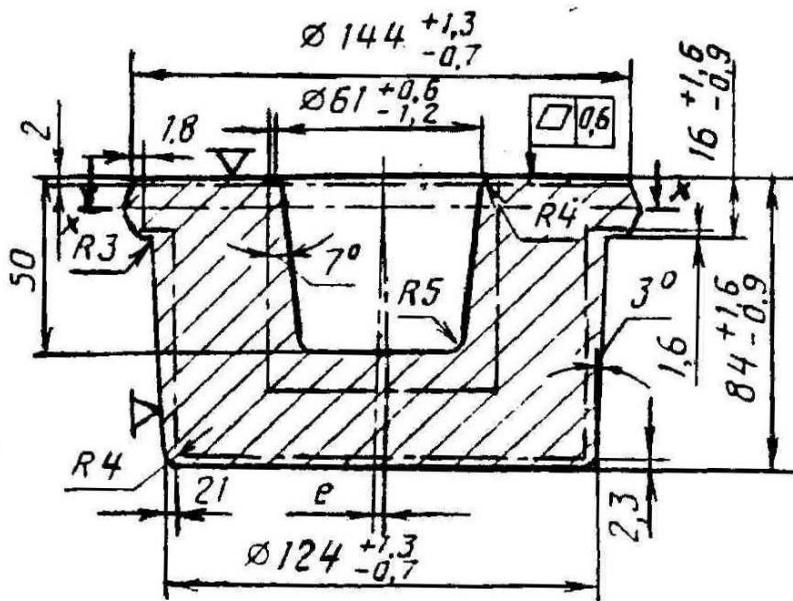


Рисунок 2 – Чертеж заготовки

4.2. Радиусы закруглений наружных углов (таблица 7 Приложения) на глубину плоскости ручья штампа, мм:

до 50 – не менее 3 принимаем 5;

св. 50 – не менее 3 принимаем 4.

4.3. Допускаемые отклонения размеров назначаем согласно таблице 8 (Приложения А), мм:

диаметр $144^{+1,3}_{-0,7}$;

диаметр $124^{+1,3}_{-0,7}$;

диаметр $61^{+0,6}_{-1,2}$;

глубина $50^{+0,7}_{-1,3}$;

толщина $84^{+1,6}_{-0,9}$;

толщина $16^{+1,6}_{-0,9}$.

4.4. Неуказанные допуски радиусов закруглений определяем по таблице 17 (ГОСТ 7505-89).

4.5. Допускаемые отклонения от плоскостности 0,6мм определяем по таблице 13 (ГОСТ 7505-89).

4.6. Допускаемую величину остаточного облоя 0,8мм определяем по таблице 17 (ГОСТ 7505-89).

4.7. Допускаемое отклонение от соосности выемки $50 \cdot 0,01 = 0,5$ мм принимаем 0,5мм, т.е. не более 1% глубины выемки.

4.8 Допускаемую величину на смещение по поверхности разъема штампа 0,7мм определяем по таблице 9 (Приложения А).

3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

3.1. На отдельных листах миллиметровки выполнить в масштабе М 1:1 чертежи детали и заготовки.

3.2. Привести расчеты припусков и допусков заготовки согласно приведенного примера.

4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 4.1. Дайте определение поковке.
- 4.2. Чем отличаются технологии получения заготовок поковок и штамповок?
- 4.3. Перечислите основное деформирующее оборудование.
- 4.4. Что понимают под формой поковки?
- 4.5. Как определить массу поковки?
- 4.6. Дайте определение допуска размера поковки.
- 4.7. Что такое заусенец?
- 4.8. Определение припуска поковки.
- 4.9. Что такое исходный индекс? Как его определить?
- 4.10. Приведите формулу определения расчетной массы поковки.
- 4.11. Сколько классов точности поковок существует? Их обозначение.
- 4.12. Как определяют степень сложности поковок?
- 4.13. Что называется кузнечным напуском?
- 4.14. Выбор оборудования для изготовления поковки и штамповки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маталин А.А. Технология машиностроения: учебник для ВО. М.: Изд-во «Лань», 2020. 512 с.
2. Схиртладзе А.Г. Проектирование и производство заготовок. Старый Оскол: ТНТ, 2011. 448 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. Издательство стандартов, 1990г. 58 с.

Приложение А

Таблица 1 – Выбор класса точности поковок

Основное деформирующее оборудование, технологические процессы					
	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5
Кривошипные горячештамповочные прессы:					
открытая (облойная) штамповка				+	+
закрытая штамповка		+	+		
выдавливание			+	+	
Горизонтально-ковочные машины				+	+
Прессы винтовые, гидравлические				+	+
Горячештамповочные автоматы		+	+		
Штамповочные молоты				+	+
Калибровка объемная (горячая и холодная)	+	+			
Прецизионная штамповка	+				

Примечания:

1. Прецизионная штамповка – способ штамповки, обеспечивающий устанавливаемую точность и шероховатость одной или нескольких функциональных поверхностей поковки, которые не подвергаются окончательной обработке.

2. При плазменном нагреве заготовок допускается снижение точности для классов Т2-Т4 на один класс.

При холодной или горячей плоскостной калибровке точность принимается на один класс выше.

Таблица 2 – Определение исходного индекса

Масса поковки, кг	Группа стали			Степень сложности поковки				Класс точности поковки					Исход- ный индекс
	M1	M2	M3	C1	C2	C3	C4	T1	T2	T3	T4	T5	
До 0,5 вкл.													1
Св. 0,5 до 1,0 *													2
* 1,0 * 1,8 *													3
* 1,8 * 3,2 *													4
* 3,2 * 5,6 *													5
* 5,6 * 10,0 *													6
* 10,0 * 20,0 *													7
* 20,0 * 50,0 *													8
* 50,0 * 125,0 *													9
* 125,0 * 250,0 *													10
													11
													12
													13
													14
													15
													16
													17
													18
													19
													20
													21
													22
													23

Таблица 3 – Основные припуски на механическую обработку (на сторону), мм

Исходный индекс	Толщина детали, мм																																	
	до 25		25—40		40—63		63—100		100—160		160—250		160—250		1000—1600		1600—2500																	
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота детали, мм																																	
до 40	$\sqrt{R_{10-1,5}}$	$\sqrt{R_{1,25}}$	40—100	$\sqrt{R_{10-12,5}}$	$\sqrt{R_{1,25}}$	100—160	$\sqrt{R_{10-12,5}}$	$\sqrt{R_{1,25}}$	160—250	$\sqrt{R_{10-12,5}}$	$\sqrt{R_{1,25}}$	250—400	$\sqrt{R_{10-12,5}}$	$\sqrt{R_{1,25}}$	400—630	$\sqrt{R_{10-12,5}}$	$\sqrt{R_{1,25}}$	630—1000	$\sqrt{R_{10-12,5}}$	$\sqrt{R_{1,25}}$	1000—1600	$\sqrt{R_{10-12,5}}$	$\sqrt{R_{1,25}}$	1600—2500	$\sqrt{R_{10-12,5}}$	$\sqrt{R_{1,25}}$								
1	0,4	0,6	0,7	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
2	0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	—	—	—	—	—	—							
4	0,6	0,8	0,9	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	—	—	—	—	—	—							
5	0,6	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0				
6	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2				
7	0,8	1,0	1,1	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	1,7	2,0	2,2	2,5				
8	0,9	1,1	1,2	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	1,7	2,0	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0			
9	1,0	1,3	1,4	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,0	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	3,3			
10	1,1	1,4	1,5	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,0	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3				
11	1,2	1,5	1,6	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,0	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	2,4	3,0	3,3	3,6	3,9			
12	1,3	1,6	1,8	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,8	4,1			
13	1,4	1,7	1,9	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,0	3,8	4,1	4,4	4,7			
14	1,5	1,8	2,0	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	5,1	5,6			
15	1,7	2,0	2,2	1,9	2,3	2,5	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5			
16	1,9	2,3	2,5	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5			
17	2,0	2,5	2,7	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5			
18	2,2	2,7	3,0	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5		
19	2,4	3,0	3,3	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	
20	2,6	3,2	3,5	2,8	3,5	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5
21	2,8	3,5	3,8	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	5,1	4,4	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,1	8,7
22	3,0	3,8	4,1	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2	4,9	6,2	6,8	5,4	6,8	7,5	5,8	7,4	8,1	6,2	7,9	8,7	7,1	9,1	10,0	10,9	11,8	12,7	
23	3,4	4,3	4,7	3,7	4,7	5,1	4,1	5,1	5,6	4,5	5,7	6,2	4,9	6,2	6,8	5,4	6,8	7,5	5,8	7,4	8,1	6,2	7,9	8,7	7,1	9,1	10,0	10,9	11,8	12,7	13,6	14,5	15,4	

Таблица 4 – Смещение по поверхности разъема штампов

Масса поковки, кг	Припуски для классов точности, мм										
	Плоская поверхность разъема (П)										
	T1	T2	T3	T4	T5						
	Симметрично изогнутая поверхность разъема (И _с)										
	T1	T2	T3	T4	T5						
					Несимметрично изогнутая поверхность разъема (И _н)						
					T1	T2	T3	T4	T5		
До 0,5 вкл.					0,1		0,2		0,2		
Св. 0,5 до 1,0 »	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
» 1,0 » 1,8 »			0,2								
» 1,8 » 3,2 »	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	0,5
» 3,2 » 5,6 »											
» 5,6 » 10,0 »	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	0,6
» 10,0 » 20,0 »											
» 10,0 » 20,0 »	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	2,0	2,0	0,7
» 20,0 » 50,0 »											
» 50,0 » 125,0 »	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2	1,6	2,0	2,0	2,0	0,9
» 125,0 » 250,0 »											

Таблица 5 – Изогнутость и отклонения от плоскотности и прямолинейности в миллиметрах

Наибольший размер поковки	Припуски для классов точности				
	T1	T2	T3	T4	T5
До 100 вкл.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
Св. 100 « 160 «	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
Св. 160 « 250 «	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Св. 250 « 400 «	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
Св. 400 « 630 «	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
Св. 630 « 1000 «	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
Св.1000 « 1600 «	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
Св.1600 « 2500 «	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

Таблица 6 – Отклонения межосевого расстояния в миллиметрах

Расстояние между центрами, осями	Припуски для классов точности				
	T1	T2	T3	T4	T5
До 60 вкл.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
Св. 60 « 100 «	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
Св. 100 « 160 «	0,2	0,2	0,3	0,5	0,8
Св. 160 « 250 «	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2
Св. 250 « 400 «	0,3	0,5	0,8	1,2	1,6
Св. 400 « 630 «	0,5	0,8	1,2	1,6	2,0
Св. 630 « 1000 «	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5
Св. 1000 « 1600 «	1,2	1,6	2,0	2,5	4,0
Св. 1600 « 2500 «	1,6	2,0	2,5	4,0	6,0

Таблица 7 – Радиусы закругления

Масса поковки, кг	Минимальная величина радиусов закруглений, мм, при глубине полости ручья штампа, мм			
	До 10 вкл.	10-15	25-50	Св. 50
	До 1,0 вкл.	1,0	1,6	2,0
Св. 1,0 « 6,3 «	1,6	2,0	2,5	3,6
Св. 6,3 « 16,0 «	2,0	2,5	3,0	4,0
Св. 16,0 « 40,0 «	2,5	3,0	4,0	5,0
Св. 40,0 « 100,0 «	3,0	4,0	5,0	7,0
Св. 100,0 « 250,0 «	4,0	5,0	6,0	8,0

Таблица 8 – Допуска и допускаемые отклонения линейных размеров поковок, мм

Исходный индекс	Наибольшая толщина поковки																	
	До 40		40-63		63-100		100-160		160-250		Св. 250							
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки																	
	До 40		44-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500	
1	0,3	+0,2 -0,1	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,5	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	-	-	-	-	-	-
3	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	-	-	-	-
4	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	-	-	-	-
5	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+0,3 -0,7	-	-
6	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+0,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9
7	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+0,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0
8	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+0,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1
9	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+0,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2
10	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+0,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3
11	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+0,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5

Продолжение таблицы 8

Исходный индекс	Наибольшая толщина поковки																	
	До 40		40-63		63-100		100-160		160-250		Св. 250							
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки																	
	До 40		44-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500	
12	2,0	+0,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+5,3 -1,7
13	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+5,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9
14	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+5,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1
15	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+5,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4
16	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+5,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7
17	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+5,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0
18	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+5,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,3 -3,3
19	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+5,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,3 -3,3	11,0	+7,4 -3,6
20	5,0	+5,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,3 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0
21	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,3 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4

Продолжение таблицы 8

Исходный индекс	Наибольшая толщина поковки																	
	До 40		40-63		63-100		100-160		160-250		Св. 250							
	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота поковки																	
	До 40		44-100		100-160		160-250		250-400		400-630		630-1000		1000-1600		1600-2500	
22	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,3 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4	14,0	+9,2 -4,8
23	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,3 -3,3	11,0	+7,4 -3,6	12,0	+8,0 -4,0	13,0	+8,6 -4,4	14,0	+9,2 -4,8	16,0	+10,0 -6,0

Таблица 9 – Смещение по поверхности разъема штампа

Масса поковки, кг	Допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа, мм								
	Плоская поверхность штампа (П)								
	T1	T2	T3	T4	T5				
	T1	Симметрично изогнутая поверхность разъема штампа (И _С)							
		Несимметрично изогнутая поверхность разъема штампа (И _Н)							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
До 0,5 вкл.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6		
Св. 0,5 до 1,0 «	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7		
« 1,0 « 1,8 «	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8		
« 1,8 « 3,2 «	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0		
« 3,2 « 5,6 «	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2		
« 5,6 « 10,0 «	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4		
« 10,0 « 20,0 «	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8		
« 20,0 « 50,0 «	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5		
« 50,0 « 125,0 «	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	3,2		
« 125,0 « 250,0 «	1,0	1,2	1,4	1,8	2,5	3,2	4,0		

Таблица 10 – Отклонение от концентричности пробитого отверстия, мм

Наибольший размер поковки	Допускаемое наибольшее отклонение от концентричности пробитого отверстия для классов точности				
	T1	T2	T3	T4	T5
До 100 вкл.	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
Св. 100 до 160 «	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5
« 160 « 250 «	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
« 250 « 400 «	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5
« 400 « 630 «	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
« 630 « 1000 «	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0

Таблица 11 – Отклонение межосевого расстояния, мм

Межцентровое расстояние	Допускаемые отклонения межосевого расстояния				
	T1	T2	T3	T4	T5
До 60 вкл.	±0,10	±0,15	±0,20	±0,25	±0,30
Св. 60 « 100 «	±0,15	±0,20	±0,25	±0,30	±0,50
Св. 100 « 160 «	±0,20	±0,25	±0,30	±0,50	±0,80
Св. 160 « 250 «	±0,25	±0,30	±0,50	±0,80	±1,20
Св. 250 « 400 «	±0,30	±0,50	±0,80	±1,20	±1,60
Св. 400 « 630 «	±0,50	±0,80	±1,20	±1,60	±2,00
Св. 630 « 1000 «	±0,80	±1,20	±1,60	±2,00	±3,00
Св. 1000 « 1600 «	±1,20	±1,60	±2,00	±3,00	±4,50
Св. 1600 « 2500 «	±1,60	±2,00	±3,00	±4,50	±7,00

Таблица 12 – Штамповочные уклоны

Оборудование	Штамповочные уклоны, град.	
	на наружной поверхности	на внутренней поверхности
Штамповочные молоты, прессы без выталкивателей	7	10
Прессы с выталкивателями, горизонтально-ковочные машины	5	7
Горячештамповочные автоматы	1	2

Таблица 13 – Коэффициент (K_p) для определения ориентировочной расчетной массы поковки

Группа	Характеристика детали	Типовые представители	K_p
1	Удлиненной формы		
1.1	С прямой осью	Валы, оси, цапфы, шатуны	1,3-1,6
1.2	С изогнутой осью	Рычаги, сошки рулевого управления	1,1-1,4
2	Круглые и многогранные в плане		
2.1	Круглые		1,5-1,8
2.2	Квадратные, прямоугольные	Шестерни, ступицы, фланцы	1,3-1,7
2.3	многогранные	Фланцы, ступицы, гайки	1,4-1,6
3	С отрезками		
	Комбинированной (сочетающий элементы группы 1-й и 2-й)	Крестовины, вилки Кулаки поворотные, коленчатые валы	1,3-1,8
4	конфигурации		1,1-1,3
	С большим объемом необрабатываемых поверхностей	Балки передних осей, рычаги, переключение коробок передач, буксирные крюки	1,8-2,2
5	С отверстиями, углублениями, поднутрениями, не оформляемыми в поковке при штамповке	Полые валы, фланцы, блоки шестерен	

Приложение Б

Тестовые задания

1. Допускаемые отклонения размеров необрабатываемых поверхностей заготовок зависят от ...

- 1) вида заготовок
- 2) материала заготовок
- 3) точности размеров деталей
- 4) способа изготовления заготовок
- 5) шероховатости поверхности деталей

2. Правильная последовательность обоснования выбора заготовок:

- 1) Определение себестоимости изготовления заготовок
- 2) Сопоставление вариантов получения заготовок
- 3) Определение расчетных размеров заготовок
- 4) Расчет массы заготовок
- 5) Установление метода получения заготовок
- 6) Назначение припусков на обрабатываемые поверхности
- 7) Определение коэффициента использования материала

1 - , 2 - , 3 - , 4 - , 5 - , 6 - , 7 -

3. Отклонение размеров заготовки должны соответствовать требованиям ...

- 1) чертежа детали
- 2) чертежа заготовки
- 3) маршрутной карты
- 4) операционной карты
- 5) операционного эскиза

4. ... припуск – это слой металла, удаляемый с заготовки при выполнении одной операции

5. Разность между максимальными и минимальными значениями размера припуска - ... припуска.

6. Увеличение припуска на обработку ...

- 1) снижает себестоимость
- 2) увеличивает массу заготовки
- 3) увеличивает глубину резания
- 4) ухудшает качество поверхности
- 5) повышает точность обработки заготовки

7. Соответствие между видами припусков и их характеристиками:

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Асимметричные припуски | А) снимаются в течение всего процесса обработки |
| 2. Общие припуски | Б) удаляются при выполнении отдельной операции |
| 3. Симметричные припуски | В) назначаются на поверхности тел вращения |
| 4. Межоперационные припуски | Г) назначаются на плоские поверхности |
- Д) принимаются в качестве глубины резания
- 1 - , 2 - , 3 - , 4 -

8. Соотношение между действиями и формулами припусков, определяемыми расчетно-аналитическим методом:

1. Протягивание отверстий А) $2Z_{1min} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_y$

2. Обработка плоских поверхностей Б) $2Z_{1\min} = 2\left(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + (\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_y^2)^{1/2}\right)$
3. Обработка тел вращения В) $2Z_{1\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1})$
 Д) $2Z_{1\min} = R_{Z_{i-1}}$

1 - , 2 - , 3 -

9. Выбор заготовки зависит от:

- 1) материала
- 2) оборудования
- 3) условий ее работы
- 4) трудоемкости работы
- 5) масштаба производства
- 6) размеров и формы детали

10. От чего зависит себестоимость изготовления детали:

- 1) выбора инструмента
- 2) выбора оборудования
- 3) выбора вида заготовки
- 4) выбора размеров заготовки

11. Класс точности поковки устанавливается в зависимости от:

- 1) исходного индекса
- 2) степени сложности
- 3) технологического процесса
- 4) оборудования для ее изготовления
- 5) требований к точности размеров поковки

12. Какой может быть конфигурация поверхности разъема штампа:

- 1) плоской П
- 2) симметрично изогнутой И_С
- 3) ассиметрично изогнутой И_А
- 4) не симметрично изогнутой И_Н

13. Штамповочные уклоны выбирают в зависимости от:

- 1) степени сложности
- 2) класса точности поковки
- 3) применяемого оборудования
- 4) характера расположения поверхности (наружная или внутренняя)

14. В зависимости от чего устанавливаются дополнительные припуски на механическую обработку

- 1) класса точности Т
- 2) исходного индекса
- 3) степени сложности С
- 4) конфигурации плоскости разъема штампа

Учебное издание

Киселева Лариса Сергеевна
Будко Сергей Иванович

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ШТАМПОВАННЫХ ПОКОВОК**

**Методические указания к лабораторной работе
по курсу "Технология сельскохозяйственного
машиностроения"**

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 04.12.2024 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,09. Тираж 25 экз. Изд. №7773.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ