

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированного оборудования  
машиностроительного производства

## **МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению контрольной работы  
для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение»  
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств»)  
всех форм обучения

Воронеж 2021

УДК 621.01(07)  
ББК 34.42я7

**Составитель Ю. Э. Симонова**

**Малоотходные технологии получения заготовок:** методические указания к выполнению контрольной работы для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» (профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Ю. Э. Симонова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. - 16 с.

В методических указаниях изложены требования и общие вопросы по выполнению контрольной работы, приведены теоретические сведения, полезные не только для выполнения контрольной работы, но и при подготовке к сдаче зачетов и экзаменов, написания курсовых работ. Выполнение контрольной работы дает возможность получения навыков выбора и обоснования и конструирования исходных заготовок с использованием государственных стандартов, учебной и справочной литературы.

Издание предназначено для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение» (профиль «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств») всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде в файле мтпзкнр.pdf.

Ил. 1. Табл. 6. Библиогр.: 24 назв.

**УДК 621.01(07)**  
**ББК 34.42я7**

**Рецензент** - М. Н. Краснова, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Целью контрольной работы является ознакомление с основами проектирования и производства заготовок в условиях развития современного машиностроительного производства с высокими требованиями к точностным характеристикам, определении погрешности изготовления заготовок деталей машин, выбора методов изготовления заготовок при различных типах производства.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 2.1. Получение заготовок методом обработки металлов давлением

Для разработки чертежа заготовки необходимо иметь следующие данные: чертеж детали; годовой или месячный объем выпуска изделий.

Выбор способа поковки зависит от формы, размеров, материала и требований к точности изделия, а также исходя из технических возможностей, механических свойств материала детали и т.д.

Поковки могут быть изготовлены свободной ковкой, ковкой в подкладных штампах, штамповкой, прессованием, прокаткой, методами специального или узкого назначения.

Свободная ковка и ковка в подкладных штампах применяется при годовой программе выпуска до нескольких десятков или сотен штук в месяц или при выпуске крупногабаритных поковок, в этом случае они не могут быть изготовлены другими методами.

Выбор оборудования производится исходя из их технологических возможностей и производительности.

В современном машиностроении применяют машины специального и узкого назначения (ковочные вальцы, раскатные станы и др.). Для горячей штамповки используются штамповочные молоты, горизонтально-ковочные машины, фрикционные прессы и молоты, кришошипные горячештамповочные молоты и прессы.

Для свободнойковки иковки в подкладных штампах используют ковочные гидравлические прессы и ковочные молоты.

Чертеж поковки выполняется согласно чертежу детали, при этом рассчитываются припуски, напуски и допуски. Величина припусков и допусков определяется по таблицам государственных стандартов в соответствии с размерами, нормами точности и шероховатости поверхности готовых деталей.

Для поковок, изготавливаемых свободной ковкой на прессах ГОСТ 7062-90.

Для поковок, изготавливаемых свободной ковкой на молотах ГОСТ 7829-70.

Для поковок, изготавливаемых объемной горячей штамповкой ГОСТ 7505-89.

Также величину припусков можно определить приближено по следующим формулам:

1. При ковке на молотах:

припуск на диаметр или толщину поковки

$$z_1 = 0,06D + 0,0017L + 2,8 \quad (1)$$

припуск на длину поковки

$$z_2 = 0,008D + 0,002L + 10 \quad (2)$$

2. При ковке на гидравлических прессах

$$z_1 = 0,06D + 0,002L + 24 \quad (3)$$

припуск на длину поковки

$$z_2 = 0,05D + 0,05L + 26 \quad (4)$$

где  $D$  диаметр или толщина детали;  $L$  длина детали.

Приближенные значения допусков могут быть определены по следующим формулам:  
допуск на диаметр или толщину поковки

$$\pm T = 0,028D + 0,0004L + 0,5 \quad (5)$$

допуск на длину поковки

$$\pm T = 0,03D + 0,003L + 1,2 \quad (6)$$

3. При штамповке средний припуск на сторону определяется по формуле:

$$z = 0,4 + 0,015h + 0,0015D \quad (7)$$

где  $z$  - припуск, мм;  $h$  – габаритный размер поковки в направлении движения деформирующего механизма машины, мм;  $D$  – габаритный размер в плоскости разъема штампа, мм.

Значения допусков определяют по следующим формулам:

- верхнее и нижнее отклонения допуска на размер в направлении удара пуансона, мм:

$$E_s = (0,7 - 1,0) z \quad (8)$$

$$E_i = (0,4 - 0,6) z \quad (9)$$

- верхнее и нижнее отклонения допуска на размер в направлении плоскости разъема, мм:

$$E_s = (0,6 - 0,8) z \quad (10)$$

$$E_i = (0,5 - 0,8) z \quad (11)$$

Процессами получения заготовки давлением не всегда удается получить все элементы детали, поэтому чертеж поковки упрощают, это сводится к назначению напусков. К напускам относят штамповочные уклоны, обеспечивающие извлечение поковки из штампа.

В условиях массового и крупносерийного производства для получения заготовок тел вращения целесообразно применять метод поперечно-клиновой прокатки. Его отличает от других методов высокий коэффициент использования металла, возможность полной автоматизации процесса, максимальное приближение прокатной заготовки к профилю изделия и т.д.

Припуски на механическую обработку на сторону для заготовок, получаемых методом поперечно-клиновой прокатки.

Данные в таблице 1 приведены для деталей с шероховатостью  $Rz\ 80...20$ .

При меньшей шероховатости обрабатываемых поверхностей к припускам прибавляют: при  $Ra\ 10...2,5 - 0,3...0,5$  мм; при  $Ra\ 1,25$  и менее –  $0,5...0,8$  мм.

Таблица 1

Масса прокатной заготовки, кг	Диаметр заготовки, мм		Длина прокатной заготовки, мм							
	До 50	От 50 до 120	До 50	От 50 до 120	От 120 до 180	От 180 до 260	От 260 до 360	От 360 до 500	От 500 до 630	От 630 до 800
До 0,25	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3
0,25 – 0,63	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5
0,63 – 1,60	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6
1,60 – 2,50	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
2,50 – 4,00	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9
4,00 – 6,30	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1
6,30 – 10,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2
10,0 – 16,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3

Радиусы скруглений углов прокатных заготовок.

Таблица 2

Масса прокатанной заготовки, кг	Радиусы скруглений, мм	
	внешних	внутренних
0,25 – 0,63	0,8	1,1
0,63 – 1,60	1,0	1,5
1,60 – 2,50	1,2	1,9
2,50 – 4,00	1,5	2,2
4,00 – 6,30	1,5	2,2
6,30 – 10,0	1,7	2,6
Свыше 10	1,7	2,6

Отклонения номинальных диаметров прокатанной заготовки определяют по формулам:

$$ES = ESu1 + ESu2 + ESp + ESt \quad (12)$$

$$EI = EIu2 + EIt \quad (13)$$

Где  $ESu1$  отклонение на износ рабочего инструмента, мм;  $ESu2$ ,  $EIu2$  – отклонения,

учитывающие погрешность изготовления рабочего инструмента;  $ESp$  – отклонение от параллельности опорных поверхностей поперечно-клинового стана;  $ESt$ ,  $EIt$  – отклонения по температурному интервалу, учитывающие усадку инструмента.

Допускаемые отклонения номинальных продольных размеров:

$$ES1 = ESu1 + ESu2 + ESt \quad (14)$$

$$EI1 = EIu2 + EIc + EIt \quad (15)$$

где  $EIc$  – отклонение, учитывающее взаимное смещение клинового инструмента вдоль оси заготовки.

Таблица 3

Значения отклонений размеров заготовки

Определяемые по массе заготовки					
Масса прокатанной заготовки, кг	$ESu1$	$ESp$			$EIc$
0,25–0,63	+0,38	+0,06			–0,15
0,63–1,6	+0,47	+0,1			–0,2
1,6–2,5	+0,60	+0,1			–0,2
2,5–4,0	+0,67	+0,2			–0,3
4,0–6,3	+0,75	+0,2			–0,3
6,3–10,0	+0,82	+0,2			–0,3
10,0–16,0	+0,90	+0,2			–0,3
Определяемые по размерам заготовки					
Диаметр или длина, мм	$ESt$	$EIt$	$ESu2$	$EIu2$	Кривизна заготовки, мм
До 50	+0,05	–0,05	+0,05	–0,05	0,3
50–120	+0,12	–0,12	+0,07	–0,07	0,4
120–180	+0,18	–0,18	+0,08	–0,08	0,5
180–260	+0,26	–0,26	+0,09	–0,09	0,6
260–360	+0,36	–0,36	+0,1	–0,10	0,8
360–500	+0,50	–0,50	+0,12	–0,12	1,0
500–630	+0,63	–0,63	+0,14	–0,14	1,2
630–800	+0,80	–0,80	+0,15	–0,15	1,5

Определение размеров прутка под прокатку заготовки.

Расчетный размер прутка под прокатку

$$d_p = d_{\max} + ESd_{\max}, \quad (16)$$

где  $d_{\max}$  – максимальное значение наибольшего диаметра прокатанной заготовки;  $ESd_{\max}$  – верхнее отклонение этого диаметра.

Номинальный диаметр прутка  $d_0$  выбирается из сортамента по ГОСТ 2590-2006 как ближайшее большее значение по отношению к  $d_p$ . При этом должно выполняться условие

$$d_{\max} - EId_{\max} \leq \frac{d_0 - EId_0}{K_y}$$

где  $EId_{\max}$  – нижнее отклонение наибольшего диаметра прокатанной заготовки;  $EId_0$  – нижнее отклонение диаметра прутка;  $K_y = 1,01$  – коэффициент угара металла.

Номинальный размер прутка по длине

$$L_0 = 1.27 \frac{V_0}{(d_0 - 0.5EId_0)^2}$$

где  $V_0$  – объем прутка:

$$V_0 = K_y V_{п.з} + V_k, \quad (19)$$

где  $V_{п.з}$  – объем прокатанной заготовки, рассчитанный по наибольшим предельным размерам;  $V_k$  – объем концевых отходов:

$$V_k = 0,75 (K_{h1} d_{k1}^3 + K_{h2} d_{k2}^3) \quad (20)$$

где  $K_{h1}$ ,  $K_{h2}$  – коэффициенты, зависящие от степени обжатия заготовки. Коэффициенты  $K_{h1}$  и  $K_{h2}$  определяются по графику.

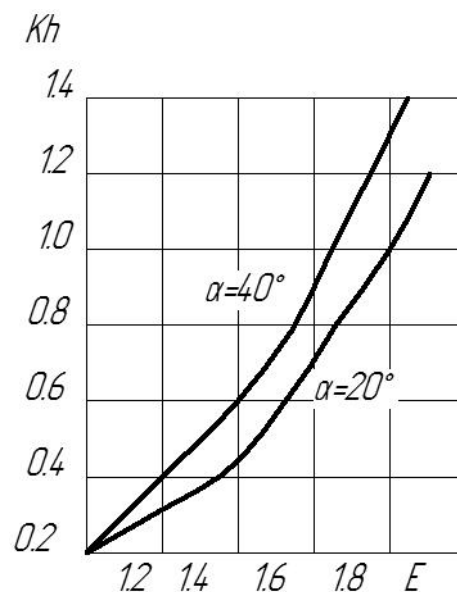


Рис. График зависимости коэффициента  $K_h$  от степени обжатия заготовки и угла наклона деформируемой грани клинового инструмента

На длину прутка установлено симметричное расположение поля допуска мм 0,1

Разработка чертежа заготовки, полученной штамповкой на молотах и прессах.

При разработке чертежа необходимо:

1. Учесть эксплуатационные требования к детали.

2. Определить плоскость разъема и установить, какая часть поковки будет размещаться в нижней, а какая в верхней половине штампа.

Плоскость разъема проходит по контуру среза заусенца. При определении положения плоскости разъема необходимо учитывать: полное заполнение полости штампа металлом легче обеспечивается путем осаживания (плашмя), а не вдавливанием заготовки (на ребро); полость верхней половины штампа молота заполняется легче и качество поверхности заготовки в ней выше, поэтому участки в виде бобышек, ребер следует располагать в верхней половине штампа; возможность свободного извлечения заготовки из полости штампа за счет разъема его половин в вертикальном направлении. Общее правило: разъем устанавливается в плоскости двух наибольших взаимно перпендикулярных габаритных размеров. Допускается уменьшение массы заготовки; если на той или иной поверхности не должно быть напусков, образуемых штамповочными уклонами (данную поверхность следует располагать перпендикулярно ходу бабы молота).

3. Назначить допуски на изготовление и припуски на механическую обработку обрабатываемых поверхностей детали.

Допуски и припуски регламентированы ГОСТ 7505-89.

4. Определить штамповочные уклоны, радиусы закруглений, установить форму и размеры наметок отверстий и перемычки под пробивку отверстия.

К напускам относятся штамповочные уклоны, радиусы закруглений, назначаемые в соответствии с ГОСТ 7505-89, и перемычки отверстий.

#### **Разработка чертежа заготовки, получаемой на ГКМ**

Метод позволяет получать заготовки диаметром 20–250 мм и больше, массой 0,1–100 кг (чаще всего до 30 кг), длиной до 3–4 м. Минимальная толщина стенки  $S = 0,15D$ , где  $D$  – наружный диаметр заготовки. Отход металла – 0,5 – 1,0 %. Метод применяется в массовом и крупносерийном производствах ( $K_{з.о} = 1–10$ ). Номенклатура заготовок – детали типа тел вращения в виде стержней с головками, сквозными и глухими отверстиями, боковыми выступами, фланцами, цилиндрические и конические шестерни с валом, кольца, втулки с квадратным фланцем, гайки.

Внешние штамповочные уклоны по ГОСТ 7505-89 составляют  $5^\circ$ , внутренние –  $7^\circ$ ; уклоны на поверхностях впадины или отверстий – не более  $3^\circ$ . Уклоны не требуются на наружных поверхностях заготовки, параллельных ее оси, если они оформляются в матрицах. Если наружная поверхность заготовки полностью или частично оформляется в пуансоне, то штамповочные уклоны можно уменьшать и выбирать в зависимости от отношения  $L/D$  (табл. 2.4) где  $L$  – длина участка, высаживаемого в пуансоне;  $D$  – диаметр этого участка

Таблица 4

Зависимость штамповочных уклонов от соотношения  $L/d$

$L/D$	0,3	0,3–1,2	1,2–2,2	2,2–3,2	3,2–4,2
	0	15	30	45	1

Минимально допустимые штамповочные уклоны на поверхностях выемок или отверстий принимают в зависимости от  $L/d$  (табл. 5), где  $L$  – длина полости (или отверстия);  $d$  – ее диаметр.



Зависимость минимальных штамповочных уклонов от соотношения  $L/d$ 

$L/d$	0,5	0,5–1,5	1,5 – 2,5	2,5–3,5	3,5– 4,5	4,5–5,5	5,5– 6,5	6,5–7,5	7,5–8,5
	0°	15°	30°	45°	1°	1°15	1°30	1°45	2°

Глубокие полости следует разделять по высоте на несколько участков, чтобы уменьшить величину уклона. Наружные радиусы принимают равными величине припуска на механическую обработку, внутренние – в 1,5–2 раза большими.

Другие правила конструирования заготовок и составления их чертежа, получаемых на ГКМ, являются такими же, как для заготовок, получаемых штамповкой на молотах и прессах.

Примеры оформления чертежей, получаемых штамповкой на ГКМ, даны в ГОСТ 7505–89.

### **Правила оформления чертежа поковки**

1. На чертеже заготовки готовую деталь показывают штрих-пунктирной линией в том положении, которое заготовка занимает в штампе, указывая лишь контуры детали.

2. Проставляют размеры заготовки с предельными отклонениями и припуски.

Технические требования указываются в следующей последовательности (п.13 ГОСТ 2.316-68): а) термообработка и твердость (например, нормализация с отпуском, 197–210 НВ); б) предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения (например, допускаемая величина заусенца по периметру среза – не более 1,5 мм; смещение по линии разъема штампа – не более 1,0 мм; допустимое отклонение от соосности прошиваемого отверстия относительно внешнего контура – не более 1,5 мм; овальность отверстия и наружного диаметра в пределах допуска; кривизна или стрела прогиба не более 5 мкм (1 мм); неуказанные штамповочные уклоны – 7°; неуказанные радиусы закруглений – 1–2 мм); в) требования к качеству поверхностей (например, допустимая глубина залегания поверхностных дефектов, рисок, волосовин, плен, вмятин, забоин, зажимов не более 0,5 припуска на механическую обработку, а на необрабатываемых поверхностях – в пределах допуска; способ зачистки дефектов, оставшихся после удаления окалина и зачистки; очистка поверхностей от окалина – травление); г) места клеймения и отпечатка при испытании на твердость; базы черновые, т. е. базы первой операции механической обработки; д) категория поковок по ГОСТ 7505-89. Например, класс точности Т1, группа стали М2, степень сложности С3, исходный индекс 8 по ГОСТ 7505-89, группа поковок по ГОСТ 8479-70 п. 1.12 (например, гр.Ш 143–179 НВ ГОСТ 8479-70); е) остальные технические требования по ГОСТ 8479-70.

Типовые примеры оформления чертежей заготовок, получаемых штамповкой, приведены в ГОСТ 7505-89.

## **2.2. Получение заготовок методами литья**

### **Литье в песчано-глинистые формы**

Метод применяется в единичном и мелкосерийном производствах и реже – в серийном и массовом.

Коэффициент использования металла  $K_{и.м} = 0,4–0,5$ . Точность изготовления согласно ГОСТ 26645–85. Шероховатость поверхностей  $Rz$  10–320. Сумма ( $Rz + h$ ) – 600–700 мкм. Масса получаемых отливок – от нескольких килограммов до 2 т при машинной формовке до 200 т.

### ***Точное литье в неразъемные формы***

Применяется в серийном и массовом производствах. Этот метод обеспечивает получение заготовок сложной конфигурации длиной до 100 мм, массой от 50–500 г до 50 кг с минимальной толщиной стенки 0,3 – 0,5 мм и отверстиями 2–3 мм. Точность размеров IT 12–13, шероховатость поверхности от Rz 10 – 40 до Ra 1,25–2,5 мкм. Величина дефектного слоя  $T = 170$  мкм. Литейные уклоны –  $0,25^\circ$ , литейные радиусы – 0,25 мм. Можно получить резьбу.

### ***Литье в металлические формы (кокили)***

Применяется в массовом и серийном производствах. Метод экономически целесообразен при величине партии 300–500 штук для мелких отливок и 50–300 для крупных. Масса заготовок: чугун – от 10 г до 7 т, сталь – от 0,5 кг до 4 т, цветные металлы и сплавы – от 5 г до 0,5 т. Точность размеров IT 13–14, шероховатость поверхности от Rz 10–40 до Ra 1,25–2,5 мкм. Величина дефектного слоя  $T = 300$  мкм. Припуски на механическую обработку 1–2 мм, уклоны – от  $2^\circ$  до  $7^\circ$ . Минимальная толщина стенки: для стали – 8 мм, чугуна и бронзы – 4–6 мм, алюминиевых сплавов – 8–10 мм, медных сплавов – 10–12 мм.

### ***Литье под давлением***

Применяется в крупносерийном и массовом производствах при изготовлении небольших деталей любой сложности с многочисленными отверстиями в различных плоскостях, тонкостенные с глубокими полостями и сложными пересечениями стенок, в основном корпусные. Масса заготовок – до 100 кг (обычно 6–10 кг), минимальная толщина стенок – 0,5 мм (оптимальная 1,5–4,5 мм). Минимальный диаметр отверстия 1,2 мм (оптимальный 2,5 мм). Глубина отверстий – не более 5 диаметров. Припуски на механическую обработку – 0,3–1,0 мм, уклоны  $0,4$ – $1,8^\circ$ . Коэффициент использования металла  $K_{и.м} = 0,80$ – $0,92$ . Точность размеров IT 9–13, шероховатость поверхности от Rz 20 мкм и менее. Величина дефектного слоя  $T = 140$  мкм.

### ***Разработка чертежа отливки***

Производится анализ конструкции детали с целью полного представления о конфигурации детали, наличии плавных переходов, радиусов закруглений, уклонов на боковых поверхностях, отверстий.

Для предупреждения коробления необходимо симметричное расположение элементов конструкции (объема металла) относительно оси.

Приливы и бобышки располагаются таким образом, чтобы можно было свободно извлечь модель. Сопряжения толстой стенки с тонкой должно быть плавным с , где  $S_1$  и  $S_2$  – толщины сопрягаемых стенок. Если стенки встречаются под прямым или острым углом, то  $R = 1,5S$  и  $r = 0,5S$ , где  $R$  и  $r$  – соответственно наружный и внутренний радиусы сопряжений. Толщину ребер принимают  $0,7S$  и  $0,8S$  соответственно.

Определение плоскости разъема и положения отливки проводится с учетом того, что металл в нижней части отливки получается более плотным и чистым от примесей, чем в верхней. Поэтому менее ответственные поверхности детали должны быть обращены при заливке вверх, где качество металла хуже. Наибольшая сторона заготовки в форме должна располагаться горизонтально. Плоскость разъема должна быть параллельна стенкам, на которых расположены выступающие наружу приливы и бобышки.

Припуски на механическую обработку назначаются по ГОСТ 26645-85.

Формовочные уклоны предусматривают для предотвращения разрушения рабочих поверхностей при извлечении моделей или отливок из формы и применяют в тех случаях, когда на чертеже детали нет конструктивных уклонов.

Уклоны задаются в направлении извлечения моделей из формы. Формовочные уклоны должны быть выполнены: а) на обрабатываемых поверхностях – сверх припуска на меха-

ническую обработку за счет увеличения размеров отливки; б) на необрабатываемых поверхностях, которые сопрягаются с другими деталями, за счет одновременного увеличения или уменьшения размеров отливки.

На чертеже заготовки контуры детали показывают штрих-пунктирной линией в том положении, которое заготовка занимает в форме. Проставляют размеры с предельными отклонениями и припуски, а также указывают технические требования:

1. Твердость материала отливки и термообработка.
2. Точность отливки по ГОСТ 26645-85.
3. Требования к структуре и дефектам отливки и требования к отдельным поверхностям.
4. Требования к расположению отдельных поверхностей.
5. Неуказанные литейные уклоны, радиусы скруглений.
6. Требования к плоскостности и параллельности отдельных поверхностей.
7. Допуски на необрабатываемые поверхности.
8. Места клеймения и отпечатка при испытании на твердость; знаки базовых поверхностей первой операции механической обработки.

### 3. СТРУКТУРА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

В контрольной работе обязательно должны быть следующие разделы:

- титульный лист
- содержание
- введение
- теоретическая часть
- практическая часть
- список использованной литературы

#### ***Оформление отчета***

Контрольная работа оформляется на стандартных листах А4. Текстовый материал должен быть подготовлен в редакторе MS Word с учетом следующих параметров:

Шрифт	Times New Roman
Межстрочный интервал	кегель – 14 пт.
Выравнивание	одинарный;
Поля	по ширине страницы
	верхнее – 25 мм,
	нижнее – 25 мм,
	левое – 35 мм,
	правое – 15 мм
Рисунки и таблицы должны быть пронумерованы;	
Объем работы до 20 листов.	

## 4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Таблица 6

### Варианты заданий

№ варианта	Годовой выпуск	Номер вопроса к теоретической части		
		Обработка металлов давлением	Получение заготовок методом литья	Заготовки из порошковых материалов. Сварные соединения
1	2000	3	9	10
2	300	2	6	5
3	5000	1	8	3
4	9000	4	3	2
5	400	7	5	6
6	8000	5	1	7
7	12000	6	2	9
8	3000	9	4	8
9	6000	8	10	4
10	10000	10	7	1

#### *Вопросы для теоретического изложения*

##### Обработка металлов давлением

1. Холодная пластическая деформация и ее влияние на механические свойства.
2. Нагрев металла, требования, предъявляемые к нагреву металла.
3. Угар металла, обезуглероживание стали.
4. Способы нагрева металла, их преимущества и недостатки, область применения.
5. Штамповка на молотах свободной ковки.
6. Преимущества и недостатки прессы по сравнению с молотом.
7. Выбор плоскости разъема штампов при облойной и безоблойной штамповке.
8. Припуски и напуски при штамповке заготовок.
9. Точность поковок при выдавливании.
10. Методы прокатки зубчатых колес, характер течения металла при накатке, обеспечение правильности формы зуба. Штамповка с применением термомеханической обработки.

##### Получение заготовок методом литья

1. Литейные материалы и их свойства.
2. Конструирование отливки: толщина стенок, сопряжения стенок отливки, уменьшение усадочных напряжений, внутренние напряжения.
3. Чугуны для получения отливок, механические свойства чугуна для отливок.
4. Дефекты отливок, их исправление.
5. Особенности изготовления литейных форм для стальных отливок.
6. Производство отливок из цветных сплавов.

7. Отливки из алюминиевых сплавов. Особенности литейной формы, заливка форм.
8. Отливка из магниевых сплавов. Состав и свойства магниевых сплавов. Особенности литейной формы.
9. Колебание размеров отливки и их влияние на конструкцию.
10. Уменьшение усадочных напряжений, предупреждение газовых раковин.

#### Заготовки из порошковых материалов. Сварные соединения

1. Область применения заготовок, полученных из порошковых материалов.
2. Методы получения заготовок из порошковых материалов, технология прессования.
3. Статическая и динамическая прочность сварного соединения.
4. Виды сварных соединений. Изображение сварных швов на чертежах.
5. Правила конструирования.
6. Сварные узлы.
7. Технологичность сварных соединений.
8. Автоматизация сварочных работ.
9. Дефекты сварных соединений.
10. Контроль сварных соединений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование и производство заготовок. Учебное издание. Ярошевич А. А., Сташевская Е. Н. Минск БНТУ 2010
2. Степанов, Ю. А. Технология литейного производства / Ю. А. Степанов, Г. Ф. Баландин, В. А. Рыбкин. – М.: Машиностроение, 1983. – 285 с.
3. Технологичность конструкции изделий: справочник / под ред. Ю. Д. Амирова. – М.: Машиностроение, 1985. – 353 с.
4. Косилова, А. Г. Точность обработки заготовки и припуски в машиностроении / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков, М. А. Калинин. – М.: Машиностроение, 1976. – 287 с.
5. Ковка и объемная штамповка стали: справочник: в 2 т. / под ред. М.В. Сторожева. – М.: Машиностроение, 1968. – Т.2. – 411 с.
6. Брюханов, А. Н. Ковка и объемная штамповка / А. Н. Брюханов. – М.: Машиностроение, 1975. – 402 с.
7. Клушин, В. А. Совершенствование поперечно-клиновой прокатки / В. А. Клушин, Е. М. Макушок, В. Я. Шукин. – М.: Наука и техника, 1980. – 280 с.
8. Технологичность литых деталей / Н. Ф. Косариков [и др.]. – Машгиз, 1954. – 301 с.
9. Емельянова А. П. Технология литейной формы. – М.: Машиностроение, 1986. – 223 с.
10. Фельдман, Г. Д. Холодное выдавливание стальных деталей / Г. Д. Фельдман. – М.: Машиностроение, 1963. – 150 с.
11. Николаев, Г. А. Сварные конструкции / Г. А. Николаев. – Машгиз, 1953. – 216 с.
12. Кипарисов, С. С. Порошковая металлургия / С. С. Кипарисов. – М., 1972. – 143 с.
13. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на прессах. Припуски и допуски: ГОСТ 706290. – Изд-во стандартов, 1989.
14. Скорбинский, И. Конструирование отливок / И. Скорбинский. – М.: Машгиз, 1961. – 220 с.
15. Конструирование литых деталей: РТМ ОАА 684.057-68. – М.: Машиностроение, 1968.
16. Обработка металлов давлением: операцииковки и штамповки. Термины и определения: ГОСТ 18970-73.
17. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски: ГОСТ 7505-89.
18. Поковки из углеродистой и легированной стали, изготавливаемые свободной ковкой на молотах: ГОСТ 7289-70.
19. Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Технические условия: ГОСТ 8479-70.
20. Могилев, В. К. Справочник литейщика / В. К. Могилев, О. И. Лев. – М.: Машиностроение, 1988. – 272 с.
21. Справочник технолога-машиностроителя / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 656 с.
22. Правила графического выполнения элементов литейной формы и отливок: ГОСТ 3.1125-88.
23. Отливки из металлов и сплавов: ГОСТ 26645-85.
24. Орлов, П. И. Основы конструирования / П. И. Орлов. – М.: Машиностроение, 1972. – Кн. 2. – 519 с. 26. Технология и организация производства. – Киев, 1986. – Кн. 1. – 34 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель и задачи работы.....	3
2. Основные положения.....	3
2.1. Получение заготовок методом обработки металлов давлением	3
2.2. Получение заготовок методами литья.....	9
3. Структура контрольной работы.....	11
4. Варианты заданий.....	12
Библиографический список.....	14

# **МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению контрольной работы  
для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение»  
(профиль «Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств»)  
всех форм обучения

**Составитель:**  
**Симонова Юлия Эдуардовна**

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 19.11.2021.

Уч.-изд. л. 1,0.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14