

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технологии металлов»

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ИЗДЕЛИЙ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности 6-05-0722-05 «Производство
изделий на основе трехмерных технологий»
очной формы обучения*



Могилев 2026

УДК 669.01
ББК 30.3
К67

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технологии металлов» «27» апреля 2026 г.,
протокол № 14

Составитель ст. преподаватель Е. Г. Кривоногова

Рецензент канд. техн. наук, доц. М. А. Рабыко

Содержатся основные теоретические положения и методические указания
к практическим занятиям по курсу «Конструирование и расчет изделий» для
студентов специальности 6-05-0722-05 «Производство изделий на основе
трехмерных технологий» очной формы обучения.

Учебное издание

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ИЗДЕЛИЙ

Ответственный за выпуск	Д. И. Якубович
Корректор	А. А. Подошевки
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать.	Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л.	. Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2026

Содержание

1 Практическое занятие № 1. Выбор материала для производства изделий.....	4
2 Практическое занятие № 2. Выбор метода получения заготовки.....	5
3 Практическое занятие № 3. Расчет припусков на обработку (заготовка-прокат)	7
4 Практическое занятие № 4. Расчет припусков на обработку (заготовка-поковка).....	9
5 Практическое занятие № 5. Расчет припусков на обработку (заготовка-отливка).....	13
6 Практическое занятие № 6. Изучение требований точности чертежа детали.....	15
7 Практическое занятие № 7. Изучение требований шероховатости чертежа детали.....	17
8 Практическое занятие № 8. Разработка чертежа (заготовка-прокат, заготовка-поковка).....	18
9 Практическое занятие № 9. Разработка чертежа (заготовка-отливка).....	20
10 Практическое занятие № 10. Составление технологического процесса механической обработки деталей различных типов.....	21
11 Практическое занятие № 11. Выбор технологического оборудования при разработке техпроцесса.....	23
12 Практическое занятие № 12. Выбор режущих и мерительных инструментов при разработке техпроцесса.....	24
13 Практическое занятие № 13. Оформление маршрутной карты технологического процесса механической обработки.....	26
14 Практическое занятие № 14. Оформление операционных карт технологического процесса механической обработки.....	28
15 Практическое занятие № 15. Оформление карт эскизов технологического процесса механической обработки.....	30
Список литературы.....	32

1 Практическое занятие № 1. Выбор материала для производства изделий

Выбор материала для производства изделий осуществляется на основании четырех основных групп критериев выбора.

1 Эксплуатационные критерии (функциональность).

Определяют способность материала выдерживать рабочие нагрузки и условия среды без разрушения и изменения формы.

Механические свойства: прочность, текучесть, (жесткость), твердость, ударная вязкость, усталостная прочность при циклических нагрузках.

Термические свойства: рабочая температура (максимальная и минимальная), коэффициент теплового расширения (важен для сопрягаемых деталей), теплопроводность, температура размягчения/плавления.

Химическая и коррозионная стойкость: устойчивость к воздействию влаги, кислот, щелочей, ультрафиолетового излучения (для пластиков) или гальванической коррозии (для металлов).

Специальные свойства: электрическая проводимость или диэлектрические свойства, магнитная проницаемость, прозрачность, биосовместимость (для медицины).

2 Технологические критерии (обрабатываемость).

Определяют, насколько легко, быстро и качественно из сырья можно получить готовую деталь заданной формы.

Для металлов: литейные свойства (жидкотекучесть, усадка), обрабатываемость резанием (фрезерование, точение), свариваемость, деформируемость (штампуемость, ковкость).

Для полимеров и композитов: вязкость расплава (для литья под давлением), температура переработки, гигроскопичность (требуется ли сушка), адгезия между слоями (для 3D-печати).

Для аддитивных технологий: фракционный состав и сферичность порошков, текучесть, способность к спеканию или фотополимеризации под действием лазера/УФ.

3 Экономические критерии (коммерческая выгода).

Определяют итоговую себестоимость изделия. Самый прочный материал бесполезен, если изделие станет экономически неконкурентоспособным.

Стоимость сырья: базовая цена за килограмм или тонну материала.

Коэффициент использования материала (КИМ): отношение массы готовой детали к массе заготовки. При ЧПУ-фрезеровании из цельного куска металла КИМ низкий (много отходов), а в аддитивных технологиях – высокий.

Доступность на рынке: стабильность поставок, наличие локальных производителей, отсутствие дефицита.

Затраты на постобработку: необходимость дорогостоящей термообработки, шлифовки, нанесения защитных или декоративных покрытий.

4 Экологические и нормативные критерии.

Современные требования, ограничивающие применение опасных или

неперерабатываемых веществ.

Утилизация и рециклинг: возможность повторной переработки (например, термопласты можно переплавить, а реактопласты – нет).

Токсичность: выделение вредных веществ при производстве, эксплуатации или горении.

Сертификация: соответствие отраслевым стандартам (ГОСТ, ISO, авиационные или медицинские допуски).

Пример выбора материала исходя из основных критериев представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Выбор материала по основным критериям

Наименование материала	Параметр механической прочности	Технологичность	Стоимость изделия	Оценка возможности получения методом 3D-печати	Масса, кг

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислить основные критерии выбора материала.
- 2 Эксплуатационные критерии. Определение. Примеры.
- 3 Технологические критерии. Определение. Примеры.
- 4 Экономические критерии. Определение. Примеры.
- 5 Экологические и нормативные критерии.

2 Практическое занятие № 2. Выбор метода получения заготовки

При выборе метода получения заготовки решающими факторами являются форма детали, масса, материал, объем выпуска деталей. Окончательное решение о выборе метода принимается на основе технико-экономических расчетов.

При выполнении экономических расчетов в данном разделе стоимость материалов, оборудования и тарифные ставки рабочих принимаются такими, какими они установлены на базовых предприятиях. Для выбора метода получения заготовки, как правило, сравнивается стоимость заготовки по двум возможным вариантам S_1 и S_2 и осуществляется их сравнение.

Стоимость заготовок из проката рассчитывается по формуле

$$S_2 = M + \Sigma C_{o.з} , \quad (2.1)$$

где M – затраты на материалы заготовки, р.;

$\Sigma C_{o.3}$ – технологическая себестоимость правки, калибрования, резки, р.

Расчеты затрат на материалы и затрат технологической себестоимости выполняются по следующим формулам:

$$M = Q \cdot S - (Q - q)S_{отх}, \quad (2.2)$$

где Q – масса заготовки (рассчитывается через объем и плотность материала заготовки), кг;

S – цена 1 кг материала заготовки, р.;

q – масса детали, кг;

$S_{отх}$ – цена 1 кг отходов, р.

В отходы включается не только разность между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, образующийся из-за некратности длины заготовки длине прутка. Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590–71 поставляется в прутках длиной 2...6 м;

$$\Sigma C_{o.3} = \frac{C_{н.з} \cdot t_{шт(шт.к)}}{60}, \quad (2.3)$$

где $C_{н.з}$ – приведенные затраты на рабочем месте, р./ч;

$t_{шт(шт.к)}$ – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

Штучное или штучно-калькуляционное время $t_{шт(шт.к)}$ рассчитывается по формуле

$$t_{шт(шт.к)} = \frac{L_{рез} + y}{S_m} \cdot \phi, \quad (2.4)$$

где $L_{рез}$ – длина резания при резании проката на штучные заготовки (может быть принята равной диаметру проката, т. е. $L_{рез} = D$), мм;

y – величина врезания и перебега (при резании дисковой пилой $y = 6...8$ мм);

S_m – минутная подача при разрезании, $S_m = 50...80$ мм/мин;

ϕ – коэффициент, выделяющий долю вспомогательного времени в штучном ($\phi = 1,84$ – для мелко- и среднесерийного производства; $\phi = 1,5$ – для крупносерийного и массового производства).

Расчет стоимости заготовок, полученных литьем или штамповкой, выполняется по формуле [3]

$$S_2 = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - q)S_{отх}, \quad (2.5)$$

где C_i – базовая стоимость 1 т заготовок, р.;

Q – масса заготовки;

q – масса детали;

K_T – коэффициент, зависящий от класса точности;

K_C – коэффициент, зависящий от степени сложности;

K_B – коэффициент, зависящий от массы заготовки;

K_M – коэффициент, зависящий от марки материала;

K_{II} – коэффициент, зависящий от объема выпуска заготовок.

Перед расчетом стоимости заготовки по формуле вычерчивается ее эскиз, назначаются припуски, устанавливаются размеры, по которым рассчитываются объем и масса заготовки Q .

Для штампованных заготовок по ГОСТ 7505–89 устанавливаются:

– группа материала – М;

– класс точности – Т;

– степень сложности – С;

– исходный индекс.

По исходному индексу в том же стандарте определяются припуски на обрабатываемые поверхности и отклонения размеров заготовки.

Параметры литых заготовок определяются по ГОСТ 26645–85.

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

1 Порядок выбора заготовки.

2 Какие факторы необходимо учитывать при выборе заготовки?

3 Практическое занятие № 3. Расчет припусков на обработку (заготовка-прокат)

Расчет припусков на обработку выполняется в соответствии с результатами анализа по выбору материала и метода получения заготовки. Если было решено, что заготовкой служит прокат, расчет припусков производят согласно ГОСТ 2590–71, в соответствии с которым выбирают вид проката и его точность.

Прокат принимается в качестве заготовки в случае отсутствия больших перепадов диаметров его ступеней по длине, для того чтобы сократить количество операций механической обработки, а также увеличить коэффициент использования материала.

Расчет стоимости заготовки рассчитывается согласно формулам практического занятия № 2.

3.1 Пример расчета заготовки-проката

Выбираем в качестве заготовки по ГОСТ 2590–88 сортовой круглый прокат обычной точности В $\phi 28^{+0,3}_{-0,7}$ мм, длиной 110 мм.

Технические требования к прокату:

- кривизна прутка не должна превышать 0,5 % длины;
- допустимая кривизна реза прутка не должна превышать 5 мм.

Способ разделки проката на заготовки принимаем отрезкой дисковой фрезой на соответствующем оборудовании. Основные размеры заготовки приводим на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Параметры заготовки после отрезной операции

Определяем стоимость заготовки

$$S_2 = M + \sum C_{o.3}, \quad (3.1)$$

где $C_{o.3}$ – технологическая себестоимость правки, калибровки, резки 1 т заготовок, р.;

M – затраты на материал заготовки, р.

Так как прокат поставляется производителем калиброванный после правки, а стоимость резки незначительна при заданном типе производства, принимаем

$$S_2 = M.$$

Находим действительную массу поковки:

$$m_{np} = V_{np} \cdot \rho, \quad (3.2)$$

где V_{np} – приведенный объем;

ρ – плотность стали.

$$V_{np} = \sum \frac{\pi \cdot D^2 \cdot l}{4}, \quad (3.3)$$

где D – диаметр соответствующей фигуры, мм;

l – длина соответствующей фигуры, мм.

$$V_{np} = \frac{3,14 \cdot 28^2 \cdot 110}{4} = 67732,74 \text{ мм}^3.$$

Отсюда действительная масса

$$m_{np} = 67732,74 \cdot 7,82 \cdot 10^{-6} = 0,53 \text{ кг.}$$

Рассчитываем стоимость заготовки по формуле

$$S_2 = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (3.4)$$

где C_i – базовая стоимость 1 т заготовок, $C_i = 3500$ р.;

Q – масса заготовки, $Q = 0,53$ кг;

q – масса детали, $q = 0,32$ кг;

$S_{отх}$ – стоимость 1 т. отходов, $S_{отх} = 350$ р.

$$S_2 = \left(\frac{3500}{1000} \cdot 0,53 \right) - (0,53 - 0,32) \cdot \frac{350}{1000} = 3,43 \text{ р.}$$

Коэффициент использования металла

$$K_{им} = \frac{0,32}{0,53} = 0,6.$$

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок выполнения расчета припусков заготовки-проката.
- 2 Какой стандарт используется для расчета?

4 Практическое занятие № 4. Расчет припусков на обработку (заготовка-поковка)

Если размеры и форма детали позволяют получить её заготовку штамповкой, выбирается соответствующее оборудование, тип штампа и основные параметры заготовки в соответствии с требованиями точности и качества и на основании указаний и рекомендаций ГОСТ 7505–89.

Расчет припусков на обработку, если в качестве заготовки принимается поковка, рассмотрим на примере.

4.1 Пример расчета заготовки-поковки

Форма и размеры выбранной для примера детали (рисунок 4.1) вал-шестерня позволяют получить ее штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе. Этот метод обеспечивает достаточно высокую точность заготовки и необходимую производительность.

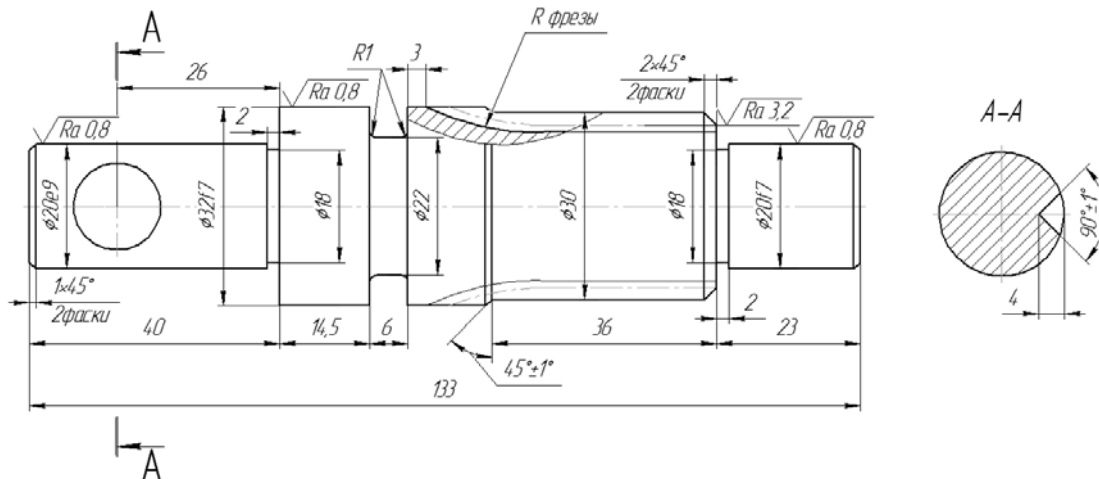


Рисунок 4.1 – Чертеж детали вал-шестерня

Определяем стандартные параметры точности по ГОСТ 7505–89.

Расчётная масса поковки

$$M_p = m_d \cdot K_p, \quad (4.1)$$

где m_d – масса детали, кг;

K_p – расчётный коэффициент, $K_p = 1,4$.

$$M_p = 0,45 \cdot 1,4 = 0,63 \text{ кг.}$$

Для определения степени сложности необходимо определить $m_p : m_\phi$ (где m_p – масса поковки, кг; m_ϕ – масса фигуры, в которую вписана деталь, кг).

Определяем размеры описывающей фигуры:

$$D_\phi = D_g \cdot 1,05, \quad (4.2)$$

где D_g – диаметр детали, мм;

$$D_\phi = D_g \cdot 1,05 = 33,6 \text{ мм.}$$

$$L_\phi = L_g \cdot 1,05, \quad (4.3)$$

где L_g – наибольшая длина детали, мм.

$$L_\phi = 133 \cdot 1,05 = 139,65 \text{ мм.}$$

Определяем массу описывающей фигуры:

$$m_{\phi} = \frac{\pi D_{\phi}}{4} \cdot L_{\phi} \cdot \rho, \quad (4.4)$$

где ρ – плотность стали.

$$m_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 3,36^2}{4} \cdot 13,965 \cdot 7,8 = 0,97 \text{ кг.}$$

По формуле $0,63 : 0,97 = 0,65$.

Тогда степень сложности – С1, класс точности – Т3, группа стали – М2, Исходный индекс – 7, конфигурация поверхности разъема штампа – П.

Устанавливаем основные припуски на размер. Результаты заносим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Основные припуски

Размер, мм	Шероховатость Ra	Припуск, мм
$\emptyset 32f7$	0,8	1,2
$\emptyset 20f7$	0,8	1,1
$\emptyset 20e9$	0,8	1,1
133	6,3	1,5

Определяем дополнительные припуски.

Припуск на смещение по плоскости разъема штампа принимаем равным 0,2 мм. Припуск на отклонение от прямолинейности – 0,3 мм.

Далее определим номинальные размеры поковки:

$$D = D_i \pm (z_{осн} + z_{см} + z_{нр}), \quad (4.5)$$

где D_i – номинальный размер, мм;

$z_{осн}$ – основной припуск, мм;

$z_{см}$ – припуск на смещение по плоскости разъема штампа, мм;

$z_{нр}$ – припуск на отклонения от прямолинейности, мм.

Номинальные размеры:

$$D_{32} = 32 + (1,2 + 0,2 + 0,3) \cdot 2 = 35,4 \text{ мм};$$

$$D_{20} = 20 + (1,1 + 0,2 + 0,3) \cdot 2 = 23,2 \text{ мм};$$

$$L_{133} = 133 + (1,5 + 0,2 + 0,3) \cdot 2 = 137 \text{ мм.}$$

Определяем допускаемые отклонения по размерам, округлив полученные значения в большую сторону, кратно 0,5 мм.

$$\emptyset 35,5^{+0,6}_{-0,3}; \emptyset 23,5^{+0,6}_{-0,3}; 137^{+0,9}_{-0,5}.$$

Находим действительную массу поковки:

$$V_n = \frac{3,14 \cdot 35,5^2 \cdot 70}{4} + \frac{3,14 \cdot 23,5^2 \cdot 23}{4} + \frac{3,14 \cdot 23,5^2 \cdot 40}{4} = 96611,24 \text{ мм}^3.$$

Отсюда действительная масса поковки

$$m_n = V_n \cdot \rho, \quad (4.6)$$

$$m_n = 96611,24 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 0,754 \text{ кг}.$$

Коэффициент использования металла

$$K_{ум} = \frac{0,45}{0,754} = 0,6.$$

Расчет стоимости [3] заготовок, полученных штамповкой, выполняется по формуле

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{омх}}{1000}, \quad (4.7)$$

где C_i – базовая стоимость 1 т заготовок, $C_i = 3800$ р.;

Q – масса заготовки, $Q = 0,754$ кг;

q – масса детали, $q = 0,45$ кг;

$S_{омх}$ – стоимость 1 т отходов, $S_{омх} = 380$ р.;

K_T – коэффициент, зависящий от класса точности, $K_T = 1$;

K_C – коэффициент, зависящий от степени сложности, $K_C = 1$;

K_B – коэффициент, зависящий от массы заготовки, $K_B = 1,33$;

K_M – коэффициент, зависящий от марки материала, $K_M = 0,8$;

K_{II} – коэффициент, зависящий от объема выпуска, $K_{II} = 1$.

$$S_{заг} = \left(\frac{3800}{1000} \cdot 0,754 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,8 \cdot 1 \right) - (0,754 - 0,45) \cdot \frac{380}{1000} = 3,05 \text{ р}.$$

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок выполнения расчета припусков заготовки-поковки.
- 2 Какой стандарт используется для расчета?

5 Практическое занятие № 5. Расчет припусков на обработку (заготовка-отливка)

Если размеры и форма детали позволяют получить её заготовку отливкой, выбирается соответствующее оборудование, вид литья и основные параметры заготовки в соответствии с требованиями точности и качества и на основании указаний и рекомендаций ГОСТ 26645–85.

Расчет припусков на обработку, если в качестве заготовки принимается отливка, рассмотрим на примере.

5.1 Пример расчета заготовки-отливки

На основании анализа чертежа детали (рисунок 5.1) делаем вывод о том, что размеры и форма детали позволяют получить её отливкой в песчано-глинистые формы. Этот метод обеспечивает требуемую точность заготовки и получение необходимых поверхностей.

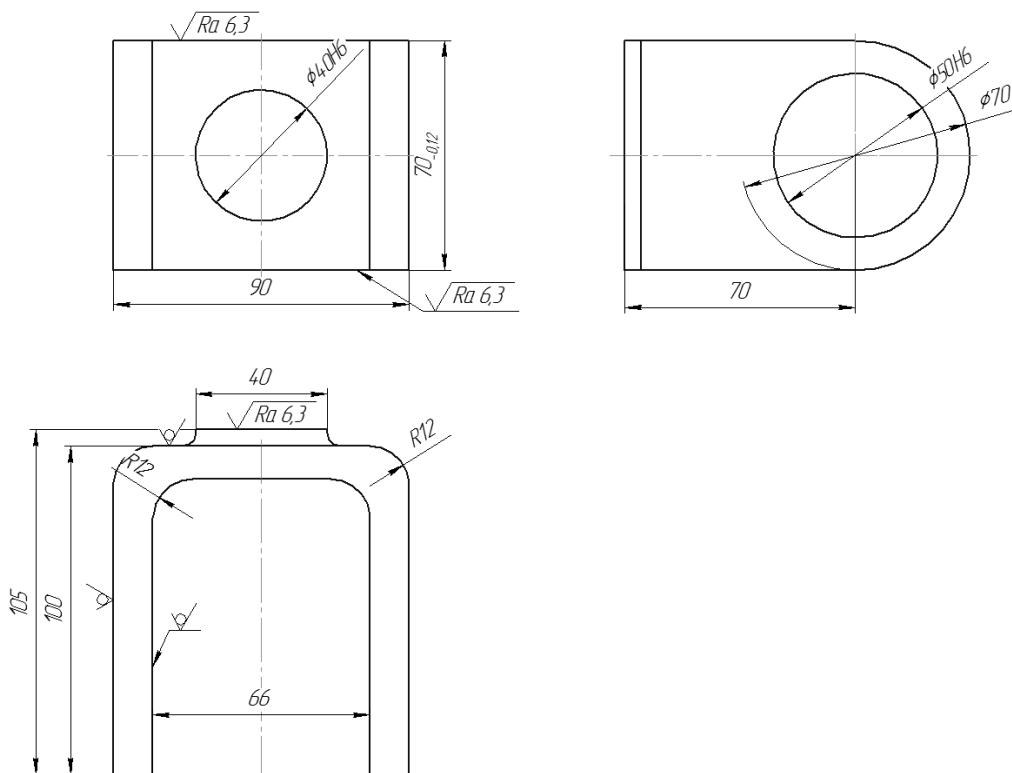


Рисунок 5.1 – Чертёж детали втулка

Определяем стандартные параметры точности по ГОСТ 26645–85.

Определение степени точности поверхностей отливки [3, таблица 11]. Принимаем 10, т. к. отливка средней сложности, производство среднесерийное.

Определение шероховатости поверхностей отливки [3, таблица 12]. $Ra = 32$ мкм.

Определение класса размерной точности [3, таблица 9]. Принимаем 9 – для наружных поверхностей, 9т – для внутренних.

Определение допуска на размеры отливки [3, таблица 1]. Результаты сводим в таблицу 5.1.

Определение допуска смещения, вызванного перекосом стержня. $\delta_{n.cm.} = 1,6$, т. к. класс точности 9т.

Определение степени коробления [3, таблица 10]. Если $\frac{10}{100} = 0,1$ и обрабатываемый материал СЧ21, принимаем 9.

Определение ряда припуска [3, таблица 14], т. к. обрабатываемый материал СЧ21 без термообработки, принимаем 7.

Определение допусков формы и расположения элементов отливки [3, таблица 2]. Результаты сводим в таблицу 5.1.

Определение общего допуска на размеры отливки [3, таблица 16]. Результаты сводим в таблицу 5.1.

Определение припусков на обработку [3, таблица 6]. Результаты сводим в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Сводная таблица допусков и припусков

Параметр детали	Допуск на размер отливки	Допуск формы и расположения	Общий допуск на размер	Припуск на обработку	Параметр детали с учетом припуска
50	1,8	1,8	3,6	2·2,5	45
40	1,8	1,2	2,2	2·2,5	35
70	2,0	1,2	2,2	2·3	64
70	2,0	1,0	2,2	2·3	64

Приведенный объем определяется с учетом геометрических фигур, образуемых припусками, $V_{np} = 166667 \text{ мм}^3$.

Определяем массу припусков

$$M_{np} = V_{np} \cdot \rho, \quad (5.1)$$

где V_{np} – приведенный объем;

ρ – плотность чугуна.

$$M_{np} = 166667 \cdot 7,2 \cdot 10^{-6} = 1,2 \text{ кг}.$$

Определяем массу заготовки

$$M_z = M_\partial + M_{np}, \quad (5.2)$$

где M_∂ – масса детали;

M_{np} – масса припусков.

$$M_3 = 2,6 + 1,2 = 3,8 \text{ кг.}$$

Расчет стоимости [3] заготовок, полученных литьем, выполняется по формуле

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (5.3)$$

где C_i – базовая стоимость 1 т заготовок, $C_i = 4000$ р.;

Q – масса заготовки, $Q = 3,8$ кг;

q – масса детали, $q = 2,6$ кг;

$S_{\text{отх}}$ – стоимость 1 т отходов, $S_{\text{отх}} = 400$ р.;

K_T – коэффициент, зависящий от класса точности, $K_T = 1,1$;

K_C – коэффициент, зависящий от степени сложности, $K_C = 1$;

K_B – коэффициент, зависящий от массы заготовки, $K_B = 0,8$;

K_M – коэффициент, зависящий от марки материала, $K_M = 1,12$;

K_{Π} – коэффициент, зависящий от объема выпуска, $K_{\Pi} = 1$.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{4000}{1000} \cdot 3,8 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,12 \cdot 1 \right) - (3,8 - 2,6) \cdot \frac{400}{1000} = 14,5 \text{ р.}$$

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок выполнения расчета припусков заготовки-отливки.
- 2 Какой стандарт используется для расчета?

6 Практическое занятие № 6. Изучение требований точности чертежа детали

Чертеж детали должен соответствовать требованиям действующих стандартов ЕСКД.

Перед изображением исходный чертеж должен быть тщательно отредактирован согласно требованиям новых ГОСТов. При обозначении точности целесообразно использовать рекомендации, представленные в таблице 6.1.

Технические требования в отредактированном виде записываются в следующей последовательности:

- требования к материалу детали, заготовке и термической обработке;
- требования к качеству поверхности детали, покрытию, отделке, краске и др.;
- некоторые размеры с их допускаемыми предельными отклонениями от номинальных;

- отклонения формы и взаимного расположения поверхностей детали, не имеющие условных обозначений;
- условия и методы испытаний;
- указания о маркировке и клеймении;
- правила транспортирования и хранения;
- особые условия эксплуатации;
- ссылки на другие документы, содержащие технические требования к данному изделию, но не приведенные на чертеже (стандарты, технические условия, инструкции и т. п.).

Таблица 6.1 – Допуски номинальных размеров

Интервал номинальных размеров		Квалитет											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
св.	до	мкм						мм					
0	3	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	0,60	1,00
3	6	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75	1,20
6	10	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90	1,50
10	18	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10	1,80
18	30	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30	2,10
30	50	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60	2,50
50	80	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90	3,00
80	120	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20	3,50
120	180	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50	4,00
180	250	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90	4,60
250	315	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20	5,20
315	400	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60	5,70
400	500	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,50	4,00	6,30
500	630	44	70	110	175	280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	4,40	7,00

Заголовок «Технические требования» на чертеже не пишут.

Запись о неуказанных предельных отклонениях размеров записывают в следующем виде: $H14$, $h14$, $\pm IT14/2$ (по квалитетам точности 14, 15 или 16).

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

1 Что такое квалитет точности?

2 Сколько основных квалитетов точности предусмотрено для деталей, работающих в общем машиностроении?

7 Практическое занятие № 7. Изучение требований шероховатости чертежа детали

Чертеж детали должен соответствовать требованиям действующих стандартов ЕСКД.

Перед изображением исходный чертеж должен быть тщательно отредактирован согласно требованиям новых ГОСТов. При обозначении шероховатости целесообразно использовать рекомендации, представленные в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Параметры шероховатости по ГОСТ 2.309–73

Класс шероховатости	<i>Ra</i> , мкм		<i>Rz</i> , мкм	
	Диапазон	Предпочтительное значение	Диапазон	Предпочтительное значение
∇ 1	80; 63; 40	50	320; 250; 200; 160	200
∇ 2	40; 32; 20	25	160; 125; 100; 80	100
∇ 3	20; 16; 10	12,5	80; 63; 50; 40	50
∇ 4	10; 8; 5	6,3	40; 32; 25; 20;	25
∇ 5	5; 4; 2,5	3,2	20; 16; 12,5; 10	12,5
∇ 6	2,5; 2; 1,25	1,6	10; 8; 6,3	6,3
∇ 7	1,25; 1; 0,63	0,8	6,3; 5; 4; 3,2	3,2
∇ 8	0,63; 0,5; 0,32	0,4	3,2; 2,5; 2; 1,6	1,6
∇ 9	0,32; 0,25; 0,16	0,2	1,6; 1,25; 1,0; 0,8	0,8
∇ 10	0,16; 0,125; 0,08	0,1	0,8; 0,63; 0,5; 0,4	0,4
∇ 11	0,08; 0,063; 0,04	0,05	0,4; 0,32; 0,25; 0,2	0,2
∇ 12	0,04; 0,032; 0,02	0,025	0,2; 0,16; 0,125; 0,1	0,1
∇ 13	0,02; 0,016; 0,01	0,012	0,05; 0,04; 0,032	0,05
∇ 14	0,01; 0,008	—	0,05; 0,04; 0,032	—

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Параметры шероховатости поверхности.
- 2 Что такое шероховатость поверхности?

8 Практическое занятие № 8. Разработка чертежа (заготовка-прокат, заготовка-поковка)

Разработка чертежа заготовки-проката проводится на основании расчетов, выполненных на практическом занятии № 3, и в соответствии с ГОСТ 2590–88. Обязательно на чертеже указываются технические требования.

Технические требования к прокату.

- 1 HB 325.
- 2 Кривизна горячекатаных прутков не должна превышать 0,4 % длины.
- 3 Овальность горячекатаных круглых прутков не должна превышать 0,5 суммы предельных отклонений по диаметру.
- 4 Диаметр и овальность круглых прутков измеряют на расстояние не менее 100 мм от конца.
- 5 Прутки должны быть разрезаны под прямым углом к продольной оси. Допускаемая косина реза для горячекатаных прутков не должна превышать 5 мм для прутков св. 30 мм.
- 6 Остальные технические требования по ГОСТ 2590–88.

Пример оформления соответствующего чертежа показан на рисунке 8.1.

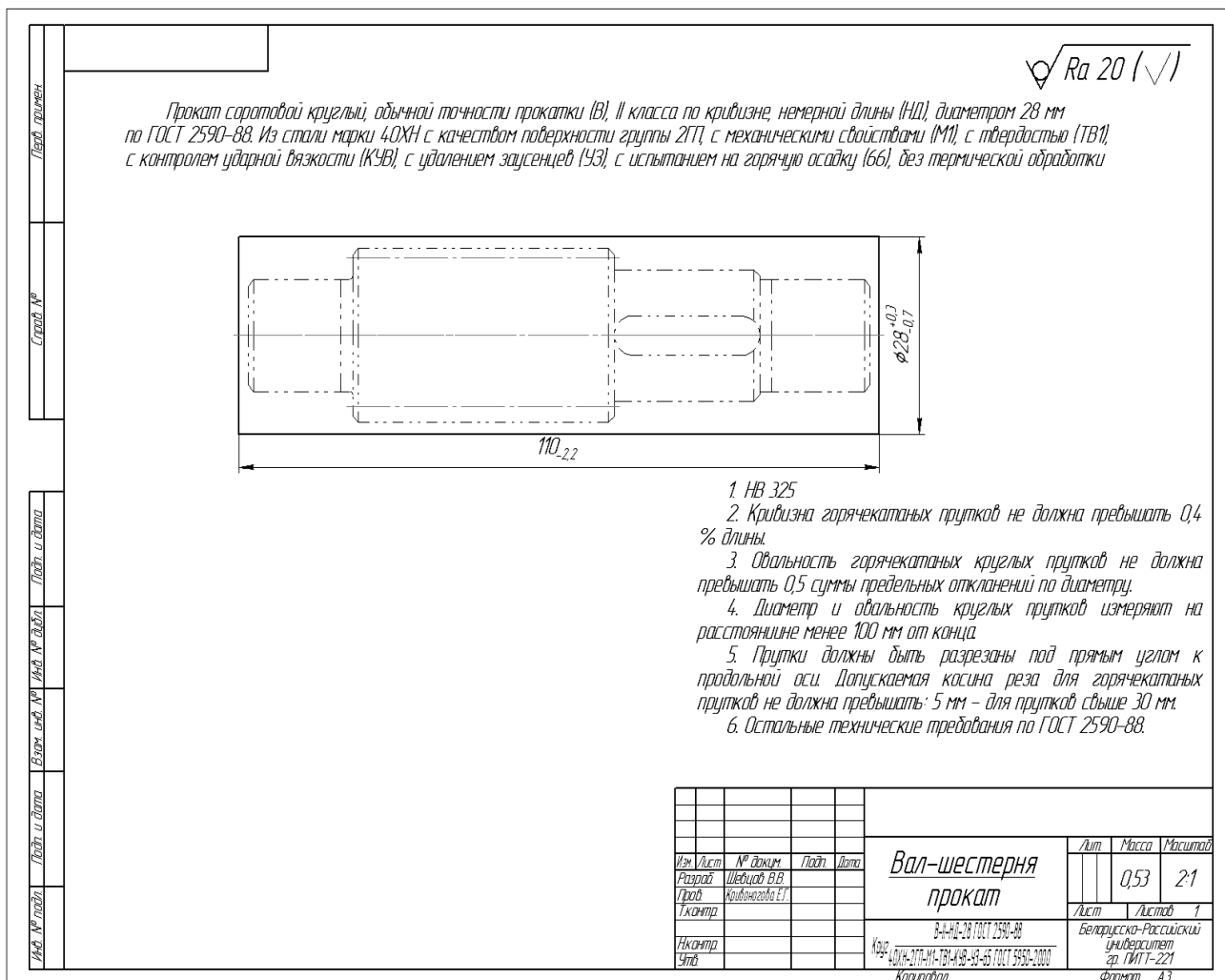


Рисунок 8.1 – Чертеж вала-шестерни (прокат)

Разработка чертежа заготовки-поковки выполняется на основании расчетов, выполненных на практическом занятии № 4, и в соответствии с ГОСТ 7505–89. Обязательно на чертеже указываются технические требования.

Технические требования к поковке.

- 1 Штамповочные уклоны принимаем по наружной поверхности, равными 7° .
 - 2 Радиусы закруглений наружных углов по ГОСТ 7505–89 принимаем 2,5 мм.
 - 3 Допускаемая величина остаточного облоя равна 0,8 мм.
 - 4 Допускаемая высота заусенца в плоскости разреза – 5 мм.
 - 5 Допускаемая величина торцового заусенца – 4,0 мм.
 - 6 Отклонение от плоскостности – 1,5 мм.
 - 7 Допускаемая величина смещения по плоскости разреза штампа – 0,6 мм.
- Пример оформления соответствующего чертежа показан на рисунке 8.2.

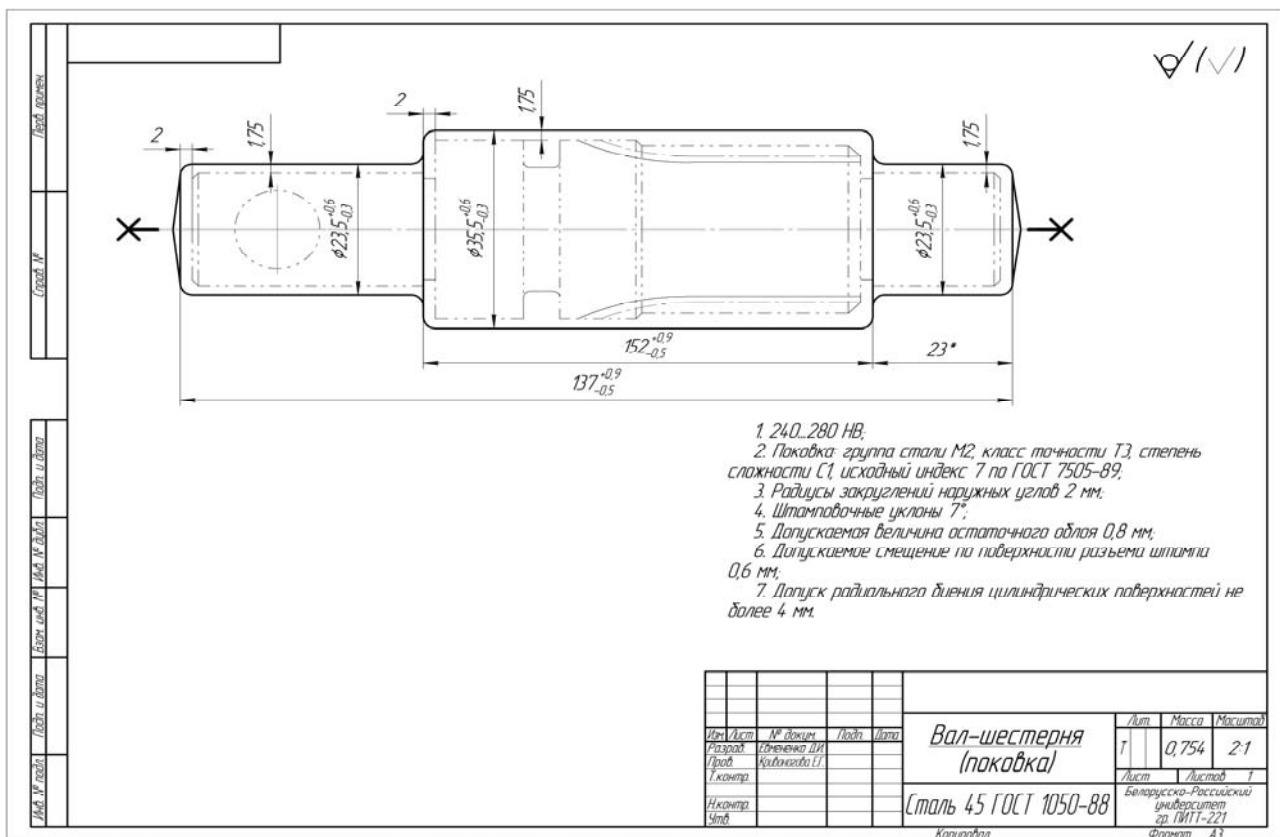


Рисунок 8.2 – Чертеж вала-шестерни (поковка)

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Требования к чертежу заготовки-проката.
- 2 Требования к чертежу заготовки-поковки.

9 Практическое занятие № 9. Разработка чертежа (заготовка-отливка)

Разработка чертежа заготовки-отливки проводится на основании расчетов, выполненных на практическом занятии № 5, и в соответствии с ГОСТ 26645–85. Обязательно на чертеже указываются технические требования.

Технические требования к отливке.

- 1 Твердость – 170...241 НВ.
- 2 Литейные уклоны – 1° .
- 3 Литейные радиусы – $R = 4...6$ мм.
- 4 Точность отливки 9-9-10-10 ГОСТ 26645–85.
- 5 Масса отливки 2,6-1,2-0,12-3,8 ГОСТ 26645–85.

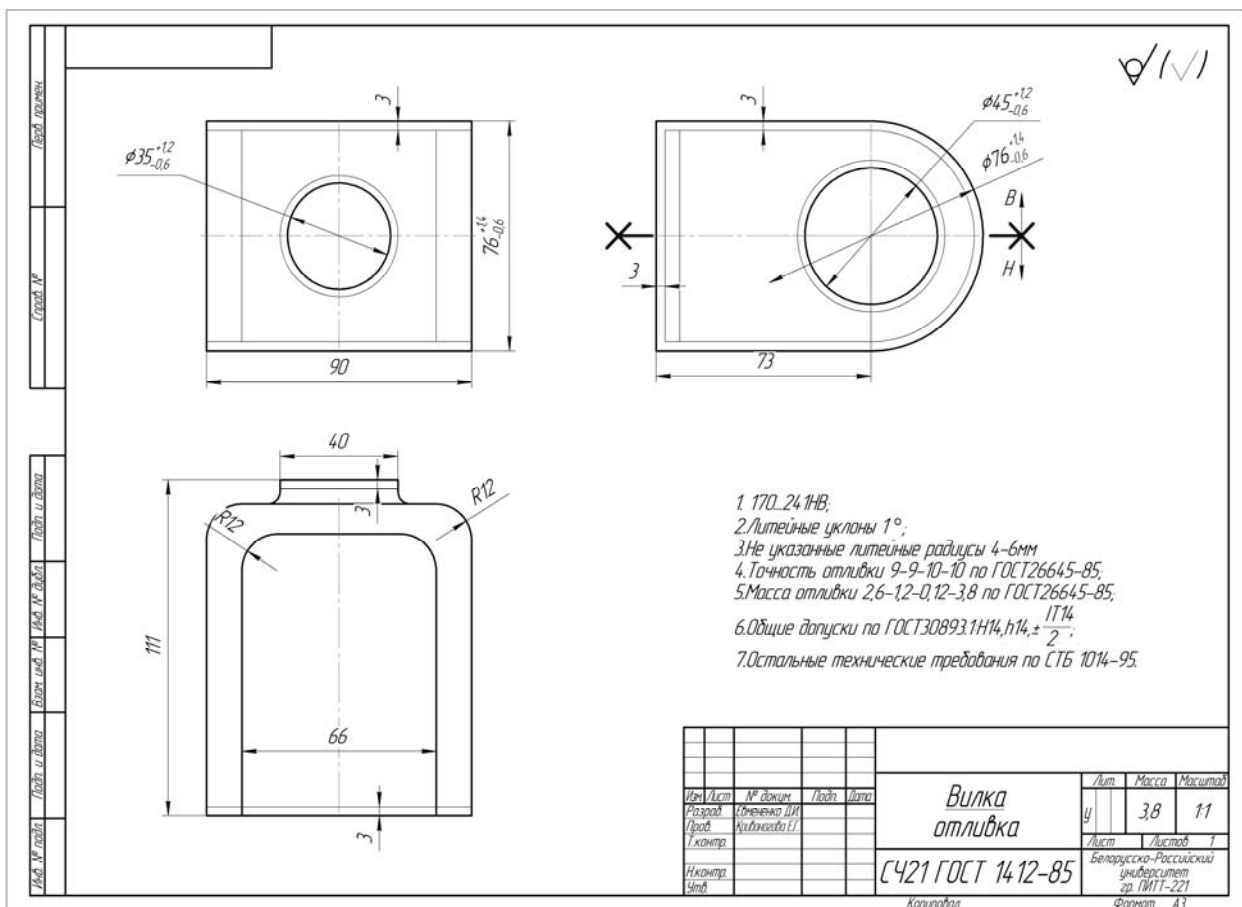


Рисунок 9.1 – Чертёж детали втулка (отливка)

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Требования к чертежу заготовки-отливки.
- 2 Что такое заготовка-отливка?

10 Практическое занятие № 10. Составление технологического процесса механической обработки деталей различных типов

На основе анализа базового техпроцесса (при его наличии) составляется новый маршрутный техпроцесс изготовления детали. При этом осуществляется обоснование выбора черновых и чистовых технологических баз, особое внимание уделяется обеспечению принципов постоянства и единства баз. Если эти принципы не выдерживаются, то следует дать обоснование необходимости смены баз.

Приводится обоснование выбора (замены) конкретных моделей станков, станочных приспособлений, режущих и мерительных инструментов.

Принятый маршрутный техпроцесс оформляется в виде таблицы 10.1. Таблицу целесообразно расположить на отдельной странице (нескольких страницах) вдоль длинной стороны листа.

Таблица 10.1 – Маршрутный техпроцесс изготовления детали типа вал

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Модель станка	Режущий инструмент, размеры, марка инструментального материала	Технологическая база
05	Фрезерно-центровальная. 1 Фрезерование торцов. 2 Сверление центровых отверстий	МР-77	Фреза торцовая Ø 125; Т5К10. Сверло центровочное Ø 4; Р6М5	Поверхности заготовки Ø 40, Ø 60, торец
10	Токарная с ЧПУ. 1 Черновое точение поверхностей Ø 37, Ø 42, Ø 50. 2 Чистовое точение поверхностей Ø 35, Ø 40. 3 Точение фасок. 4 Точение канавки	16К20ФЗ	Резец проходной 16 × 25, Т5К10. Резец канавочный Т5К10	Центровые отверстия
15	Вертикально-фрезерная. 1 Фрезерование шпоночного паза ($\phi = 12N9, l = 30$)	6М12П	Фреза шпоночная Ø 12; Р6М5	Цилиндрические поверхности Ø 35, Ø 50, торец
20	Термическая			
45	Контрольная	Стол ОТК		

Для обработки самой точной поверхности детали рассчитывается необходимое (достаточное) количество операций (переходов) по коэффициенту уточнения.

Необходимое общее уточнение рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_0 = \frac{T_{заг}}{T_{дет}}, \quad (10.1)$$

где $T_{заг}$ – допуск на изготовление заготовки (принимается по чертежу заготовки), мм;

$T_{дет}$ – допуск на изготовление детали (принимается по чертежу детали), мм.

Уточнение определяется как произведение уточнений, полученных при обработке поверхности на всех операциях (переходах) принятого техпроцесса:

$$\varepsilon_{np} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \dots \cdot \varepsilon_n = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i, \quad (10.2)$$

где ε_i – величина уточнения, полученного на i -й операции (переходе);

n – количество принятых в техпроцессе операций (переходов) для обработки поверхности.

Промежуточное значение рассчитывается по формулам

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{заг}}{T_1}; \quad \varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2}; \quad \varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3}; \quad \varepsilon_n = \frac{T_{n-1}}{T_n}, \quad (10.3)$$

где $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$ – допуски размеров, полученные при обработке детали, на первой, второй и т. д. операциях.

Точность обработки поверхности по принятому маршруту будет обеспечена, если соблюдается условие $\varepsilon_0 \leq \varepsilon_{np}$.

Значения допусков $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$ принимаются по таблицам основных допусков.

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

1 Виды типов производства.

2 Особенности разработки техпроцесса в зависимости от типа производства.

11 Практическое занятие № 11. Выбор технологического оборудования при разработке техпроцесса

Выбор оборудования является одним из основных этапов разработки техпроцесса, от которого зависит качество продукции, себестоимость и производительность. Он включает подбор основных станков (или агрегатов) и определение оптимальной технологической оснастки (приспособлений, режущего и измерительного инструмента) для каждой операции.

11.1 Основные этапы выбора технологического оборудования

Анализ исходных данных.

Перед выбором необходимо четко определить производственные условия.

Программа выпуска. Тип производства (единичное, серийное, массовое) определяет требования к гибкости и производительности станков. Чертеж детали и технические условия и характеристики. Учитываются габариты, масса, материал заготовки, а также допуски на размеры, форму и шероховатость. Базовые поверхности. Способ установки и фиксации заготовки.

Главные критерии отбора технологического оборудования.

Сравнение и выбор конкретных моделей оборудования (или технологических линий) происходит по техническим и экономическим параметрам.

Технологические возможности. Способность оборудования выполнять заданные виды обработки (например, токарная, фрезерная, шлифовальная или химическая обработка).

Точность. Класс точности станка должен обеспечивать заданные конструктором допуски без брака.

Размеры рабочей зоны. Ход рабочих органов и габариты стола должны соответствовать размерам детали.

Мощность и жесткость. Достаточные для обработки конкретного материала с оптимальными режимами резания.

Производительность. Время обработки детали должно соответствовать заданному такту выпуска.

Оценка технологической оснастки и инструмента.

Правильная оснастка расширяет возможности станка.

Приспособления. Выбор патронов, тисков, кондукторов, магнитных плит или специальных стапелей для надежного базирования заготовки.

Режущий инструмент. Подбор инструмента (резцы, фрезы, сверла, метчики) с учетом материала и геометрии.

Измерительный инструмент. Штангенциркули, микрометры, калибры или КИМ (координатно-измерительные машины).

Экономический и организационный анализ.

Из нескольких подходящих вариантов оборудования выбирается наиболее рентабельный.

Оценивается стоимость оборудования, его монтажа и обслуживания.

Учитываются затраты на энергоресурсы и расходные материалы.

Анализируется необходимая квалификация персонала для работы на данном оборудовании.

Сверяются требования к безопасности труда и экологичности.

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

1 Перечислить основные группы технологического оборудования.

2 Назвать основные этапы выбора технологического оборудования.

12 Практическое занятие № 12. Выбор режущих и мерительных инструментов при разработке техпроцесса

Выбор режущего и мерительного инструментов – это один из ключевых этапов разработки технологического процесса (техпроцесса). От этого выбора напрямую зависят точность обработки, производительность станков и себестоимость готового изделия.

12.1 Выбор режущего инструмента

Основные критерии выбора режущего инструмента (РИ).

Материал заготовки (ISO-классификация). Р (стали), М (нержавеющие стали), К (чугуны), N (цветные металлы/пластики), S (жаропрочные сплавы), H (закаленные стали).

Материал режущей части (твердый сплав, керамика, быстрорежущая сталь Р6М5) должен строго соответствовать этой группе.

Этап обработки.

Черновая: инструмент должен выдерживать большие сечения срезаемого слоя. Выбирают РИ с массивной геометрией, большим радиусом при вершине и прочной пластиной.

Чистовая: инструмент должен обеспечивать минимальную шероховатость Ra и высокую точность размеров. Выбирают пластины с острой режущей кромкой, с положительным передним углом (пластина наклонена так, чтобы врезаться в металл под острым углом), такая геометрия значительно снижает силы резания. Инструмент режет металл мягко и плавно.

Конструкция инструмента.

1 Цельный (монокристаллический) инструмент.

Весь инструмент (и рабочая часть, и хвостовик) изготовлен из одного монокристаллического куска материала. Материалы: быстрорежущая сталь (HSS), мелкозернистый твердый сплав (VHM), алмаз. Примеры: сверла малого диаметра,

концевые фрезы, развертки, метчики. Плюсы: максимальная жесткость конструкции, высокая точность, отсутствие люфтов. Минусы: высокая стоимость (дорогие материалы расходуются на хвостовик, который не режет).

2 Составной инструмент (сварной или паяный).

Рабочая часть и хвостовик изготавливаются из разных материалов, которые соединяются неразъемным способом (сваркой давлением, трением или пайкой). Конструкция: хвостовик делают из дешевой конструкционной стали (например, 45 или 40Х), а режущую часть – из быстрорежущей стали или припаивают твердосплавную пластину. Примеры: токарные резцы с напайными пластинами, сварные сверла больших диаметров, протяжки. Плюсы: экономия дорогостоящих режущих материалов. Минусы: внутренние напряжения в зоне сварки/пайки, инструмент становится непригодным после стачивания режущей пластины.

3 Сборный инструмент (со сменными многогранными пластинами – СМП).

Самый распространенный вид инструмента для современных станков с ЧПУ. Режущие пластины крепятся механически к стальному корпусу (державке) при помощи винтов, прижимных прихватов или клиньев. Конструкция: многогранная пластина имеет от 2 до 16 режущих кромок. При затуплении одной кромки оператор просто поворачивает пластину. При износе всех кромок пластина утилизируется, а сам корпус служит годами. Примеры: торцовые фрезы, токарные резцы со сменными пластинами, корпусные сверла. Плюсы: быстрая смена кромки без снятия инструмента со станка, отсутствие переточек, высокая экономическая эффективность. Минусы: меньшая жесткость по сравнению с монолитным, ограничения по минимальному диаметру инструмента.

4 Комбинированный инструмент.

Конструкция объединяет в себе несколько разнородных инструментов для одновременного или последовательного выполнения нескольких технологических операций за один рабочий ход. Примеры: сверло-зенкер, ступенчатое сверло, метчик-сверло, комбинированные развертки. Плюсы: резкое сокращение штучно-калькуляционного времени, уменьшение количества позиций в револьверной головке станка, высокая соосность обрабатываемых поверхностей. Минусы: сложность проектирования, изготовления и заточки; высокая стоимость.

Стойкость и режимы резания.

Инструмент подбирается под мощностные характеристики станка (крутящий момент, максимальные обороты шпинделя) и возможность подачи смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

12.2 Выбор мерительного инструмента

Мерительный инструмент (МИ) выбирается для каждого технологического перехода, где формируется контролируемый размер, заданный чертежом.

Основные критерии выбора.

Точность контролируемого размера (квалитет / допуск).

Главное правило метрологии: погрешность измерительного инструмента должна составлять от 10 % до 30 % от величины допуска на размер.

Пример – Если допуск на вал составляет 0,1 мм, его можно измерить штангенциркулем.

Если допуск 0,01 мм (высокий квалитет), необходим микрометр или индикаторная скоба.

Тип производства.

Единичное/мелкосерийное: применяют универсальные контрольно-измерительные инструменты (штангенциркули, микрометры, нутромеры). Они требуют настройки и квалификации оператора, но универсальны. Массовое/крупносерийное: применяют предельные калибры (пробки для отверстий, кольца для валов, резьбовые калибры). Они контролируют размер по принципу «проходит / не проходит» (ПР / НЕ), что исключает человеческий фактор и ускоряет контроль. В современности также внедряют координатно-измерительные машины (КИМ).

Геометрия и доступность элемента.

Для глухих отверстий выбирают нутромеры с определенной глубиной измерения. Для контроля взаимного расположения поверхностей (биение, соосность, перпендикулярность) выбирают поверочные плиты, индикаторы часового типа (ИЧ) и специальные приспособления.

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Особенности выбора режущего инструмента.
- 2 Особенности выбора мерительного инструмента.

13 Практическое занятие № 13. Оформление маршрутной карты технологического процесса механической обработки

Маршрутная карта (МК) оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1118–82 на формах 1 и 1б (рисунок 13.1).

В маршрутной карте в строку с символом MO1 записывают наименование, сортament, размер и марку материала, обозначение стандарта.

В строке с символом MO2 должны быть отражены:

- код материала по классификатору;
- *ЕВ* – код единицы величины (массы, длины, площади и т. п.), допускается указывать единицы измерения величины (например, кг);
- *МД* – масса детали;

- *КОИД* – количество одновременно изготавливаемых (обрабатываемых) деталей;
- *ЕН* – единица нормирования, на которую установлена норма времени (например, шт.);
- *K_{шт}* – коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании;
- *T_о* – оперативное время;
- *T_{н.з}* – норма подготовительно-заключительного времени на операцию;
- *T_{шт}* – норма штучного времени на операцию.

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок заполнения маршрутной карты.
- 2 Для чего составляется маршрутная карта?

14 Практическое занятие № 14. Оформление операционных карт технологического процесса механической обработки

Операционная карта (ОК) является описанием технологической операции с указанием требований безопасности, переходов, режимов обработки и данных о средствах технического оснащения.

Операционная карта выполняется в соответствии с ГОСТ 3.1404–86 по формам 2 и 2а или по форме 3 с продолжением по форме 2а (рисунок 14.1).

Операции нумеруют числами 05, 10, 15 и т. д.

Переходы нумеруются числами натурального ряда 1, 2, 3 и т. д.

Установы обозначают буквами русского алфавита А, Б, В, Г и т. д., например «Установ А».

Позиции (при обработке на многопозиционных станках) нумеруют римскими цифрами I, II, III, IV и т. д., например «Позиция I».

Наименование операции определяется видом оборудования, на котором она выполняется, и записывается именем прилагательным, например «операция токарная».

В операционной карте под символом О записывается содержание операции (перехода). Запись выполняется по всей длине строки. При необходимости запись переносится на следующую строку.

Запись переходов в операционной карте может быть полной или сокращенной. Примеры обеих форм записи представлены в ГОСТ 3.1118–82. Форму записи переходов в курсовом проекте студент выбирает самостоятельно. Все операции технологического процесса должны быть оформлены по одной форме записи переходов.

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2

Дубль																			
Взам.																			
Подп.																			
										0231650					1				
Разработ	Иванов																0231650		
Провер	Петров																		
Нормир.																			
Метрол.																			
Н.контр.																			
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД					
Токарная			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			НВ 143...217		к2	4,2	Ø60х230			4,9	1					
Оборудование, устройства ЧПУ			Обозначение программы			Т _о	Т _в	Т _{пз}	Т _{шт}	Сож									
16K20						4,3	1,2	5,8	12,4	Эмульсия									
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V								
О 01	1. Точность поверхности, выдерживая размеры 1, 2, 3, 4, 5																		
Т 02	Патрон 7100-0061 ГОСТ 2675-80; резец 2103-0695 Т15К6 ГОСТ 20872-80; микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, штангенциркуль																		
03	ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80																		
Р 04				45	109	2,5	3	0,18	800	113									
05																			
06	Контроль рабочим 100%																		
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
OK																			

Рисунок 14.1 – Пример заполнения операционной карты

В содержание операции (перехода) должны быть включены:

- ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме (например, точить, сверлить, фрезеровать и т. п.);
- наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства (например, резьба, фаска, лыска, уступ, зуб, шлиц и т. п.);
- информация по размерам и условным обозначениям (номерам);
- дополнительная информация, характеризующая количество или последовательность обрабатываемых поверхностей (например, «фрезеровать две лыски одновременно», «сверлить три отверстия последовательно»).

В строку с символом Т записывают информацию о применяемой технологической оснастке на данной операции. Запись выполняется по всей длине строки с переносом при необходимости на следующую строку.

Информацию располагают в следующей последовательности:

- приспособления;
- вспомогательный инструмент;
- режущий инструмент;
- средства измерения.

Разделение информации по каждому средству технологической оснастки следует выполнять знаком «;».

При записи этой строки следует использовать классификаторы и стандар-

ты на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки (например, «резец 2101-0647 T15K6 ГОСТ 20872–80»).

В строку с символом Р записывают режимы резания по графам D , L , t , i , S , n , V :

- D – наибольший размер, по которому рассчитывается скорость резания (диаметр обрабатываемой поверхности или инструмента);
- L – расчетная длина, включающая длину резания и величину перебега;
- t – глубина резания;
- i – число рабочих ходов;
- S – подача (на один оборот детали или на один зуб);
- n – частота вращения детали или инструмента;
- V – скорость резания.

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок заполнения операционной карты.
- 2 Для чего составляется операционная карта?

15 Практическое занятие № 15. Оформление карт эскизов технологического процесса механической обработки

Карта эскизов (КЭ) является графической иллюстрацией содержания технологической операции.

В работе карта эскизов выполняется по формам 7 и 7а ГОСТ 3.1105–84 (рисунок 15.1).

Эскиз обрабатываемой детали выполняется в произвольном масштабе. Деталь изображается в рабочем положении. Обрабатываемые поверхности на эскизе следует выделять линиями толщиной $2S$. Эскиз выполняется только с применением чертежных инструментов.

Изображение детали на карте операционных эскизов должно включать:

- размеры обрабатываемых поверхностей с предельными отклонениями;
- обозначение шероховатости обрабатываемых поверхностей;
- обозначения баз, опор и зажимов.

На эскизах все размеры обрабатываемых поверхностей или сами поверхности (в зависимости от принятой формы записи переходов) нумеруются арабскими цифрами. Номер размера или поверхности проставляют в окружности диаметром 6...8 мм (ГОСТ 3.1105–84).

Эскизы обрабатываемой детали выполняются отдельно для всех остановов или позиций, выполняемых на данной операции. При этом над эскизом делается запись «Установ А» или «Позиция 1». На одном листе карты эскизов допус-

кается размещать несколько эскизов, относящихся к данной операции. При необходимости эскизы одной операции размещаются на нескольких листах карты эскизов.

				ГОСТ 3.1105-84 Форма 7			
Дубл.							
Взам.							
Подп.							
Разраб.	Иванов						
Проб.	Петров						
Учт.							
Нконтр.				Вал			15
$\sqrt{Ra6,3 (\checkmark)}$							
КЭ							

Рисунок 15.1 – Пример заполнения карты эскизов

Задания

Задания для индивидуального выполнения выдаются преподавателем.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок заполнения карты эскизов.
- 2 Что такое карта эскизов?

Список литературы

- 1 Прокат стальной горячекатанный круглый. Сортамент : ГОСТ 2590–88. – Мн. : Госстандарт, 2003. – 5 с.
- 2 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски : ГОСТ 7505–89. – Мн. : Госстандарт, 2003. – 51 с.
- 3 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645–85. – Мн. : Госстандарт, 2002. – 56 с.
- 4 **Логвин, В. А.** Технологическое оборудование и инструментальные системы : учеб. пособие : в 2 ч. / В. А. Логвин, Ж. А. Мрочек, С. А. Шептунов ; под ред. Ж. А. Мрочека. – Мн. : РИВШ, 2023. – Ч. 1. – 656 с.
- 5 **Логвин, В. А.** Технологическое оборудование и инструментальные системы : учеб. пособие: в 2 ч. / В. А. Логвин, Ж. А. Мрочек, С. А. Шептунов ; под ред. Ж. А. Мрочека. – Мн. : РИВШ, 2025. – Ч. 2. – 580 с.
- 6 Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие / М. Ф. Пашкевич, А. А. Жолобов, В. И. Аверченков [и др.] ; под общ. ред. А. А. Жолобова, В. И. Аверченкова. – 3-е изд., стер. – Старый Оскол : ТНТ, 2018. – 443 с.