

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

ТЕХНОЛОГИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Методические рекомендации к курсовому проектированию
для студентов специальности
6-05-0714-02 «Технология машиностроения,
металлорежущие станки и инструменты»
дневной формы обучения*



Могилев 2026

УДК 621.9:65.011.56
ББК 34.59:32.965
Т38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
«31» августа 2026 г., протокол № 1

Составитель канд. техн. наук, доц. В. А. Логвин

Рецензент канд. техн. наук, доц. Е. В. Ильюшина

Методические рекомендации к курсовому проектированию предназначены для студентов специальности 6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» дневной формы обучения.

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ответственный за выпуск

С. Н. Хатетовский

Корректор

А. А. Подошевка

Компьютерная верстка

Е. В. Ковалевская

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 Общие положения	4
2 Пояснительная записка	5
3 Графическая часть проекта	14
4 Технологическая документация	19
Список литературы	27

1 Общие положения

1.1 Цели и задачи курсовой работы

Курсовая работа – первая комплексная самостоятельная работа студента по проектированию технологических процессов металлообрабатывающих инструментов. Основными задачами курсовой работы являются углубление, обобщение, систематизация и проверка теоретических знаний студентов, полученных в процессе изучения соответствующих специальных курсов, а также развитие необходимых навыков к самостоятельной работе при инженерном подходе к технологическим задачам, поставленным в задании на курсовую работу.

Тщательное и осмысленное выполнение работы является залогом подготовки студента к успешной работе над дипломным проектом.

Следует отметить, что в курсовой работе не допускается копирование существующего на базовом предприятии техпроцесса, а рекомендуется на основе всестороннего анализа собранного на конструкторско-технологической практике материала разработать более совершенный технологический процесс, применить новое высокопроизводительное оборудование, прогрессивные конструкции приспособлений и инструментов.

1.2 Задание на курсовую работу

Задание на курсовую работу выдается на специальном бланке. В задании приводится тема курсовой работы с обязательным указанием наименования металлообрабатывающего инструмента, для которого необходимо разработать технологический процесс. Рекомендуется выбирать для курсовой работы инструмент средней сложности, технологический процесс которого состоит из 10–15 операций, желательно различных видов обработки.

Кроме того, в задании указывается годовой объем выпуска инструмента, приводятся конкретный перечень и количество листов графической части, которые подлежат разработке студентом.

При выполнении студентом курсовой работы со специальным заданием руководитель проекта указывает в задании на курсовую работу конкретный перечень вопросов, которые студент должен отобразить в пояснительной записке.

Задание на курсовую работу подписывается руководителем проекта, студентом и утверждается заведующим кафедрой до выдачи его студенту.

1.3 Объем и содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из пояснительной записки, графической части и альбома технологической документации.

Пояснительная записка выполняется темными чернилами либо при помощи выводных устройств ЭВМ на бумаге формата А4 объемом 30–40 страниц и оформляется согласно требованиям действующих стандартов.

Записка предоставляется сброшюрованной. Титульный лист установленной

формы [1] должен быть выполнен в двух экземплярах, один из которых наклеивается на обложку скоросшивателя, другой помещается в записку.

К пояснительной записке должны быть приложены: комплект документов на технологический процесс механической обработки, распечатка результатов расчета на ЭВМ, а также другие материалы.

Недопустимо прямое переписывание в пояснительную записку материала из учебников, справочников и другой литературы. Такие пояснительные записки подлежат возврату и не допускаются к защите работы.

Пояснительная записка содержит следующие разделы: введение; назначение и конструкция детали; анализ технологичности конструкции детали; определение типа производства; анализ типового техпроцесса; выбор заготовки; принятый маршрутный техпроцесс; расчет припусков на обработку; расчет режимов резания; расчет норм времени; расчет и проектирование станочного приспособления; заключение.

Графическая часть работы выполняется, как правило, на четырех листах формата А1 и содержит следующие материалы: чертеж детали (0,5 листа); чертеж заготовки (0,5 листа); операционные эскизы (2 листа); приспособление станочное (1 лист).

Однако, учитывая специфику курсовых проектов, объем графической части может быть уменьшен до трех листов. Больше пяти листов графической части выполнять не рекомендуется.

Альбом технологической документации должен содержать титульный лист; маршрутную карту; операционные карты (на все операции), карты эскизов (на все операции), карту технического контроля.

2 Пояснительная записка

2.1 Введение

Во введении рассматриваются особенности современного этапа развития машиностроения как базовой отрасли хозяйственного комплекса, в том числе перспективы развития той отрасли, к которой относится предприятие, где студент проходил вторую конструкторско-технологическую практику, по материалам которой выполняется курсовая работа.

2.2 Назначение и конструкция инструмента

Раздел начинается с определения класса деталей, к которому относится заданный в работе инструмент.

Далее дается описание работы и назначение инструмента. При этом указываются основные и вспомогательные конструкторские базы, исполнительные поверхности. Здесь же анализируются допуски на размеры, форму и взаимное расположение поверхностей детали, указывается, почему к этим поверхностям предъявляются такие требования. При необходимости анализ сопровождается эскизами.

В этом же разделе описывается вид термической обработки инструмента и цель ее проведения.

Заканчивается раздел таблицами химического состава и механических свойств материала инструмента.

2.3 Анализ технологичности конструкции инструмента

Исходя из служебного назначения инструмента и его основных поверхностей, делается анализ технических условий в отношении точности геометрической формы и взаимного расположения поверхностей, а также особых требований (балансировка и т. д.), указанных на чертеже. Здесь необходимо показать, для чего введено то или иное условие, достаточно ли указанных условий для обеспечения нормальной работы инструмента.

2.4 Определение типа производства

Для разработки технологического процесса необходимо определить тип производства. Тип производства по ГОСТ 3.1108–74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$:

$1 < K_{з.о} < 10$ – массовое и крупносерийное производство;

$10 < K_{з.о} < 20$ – среднесерийное производство;

$20 < K_{з.о} < 40$ – мелкосерийное производство.

В единичном производстве коэффициент закрепления операций не регламентируется.

Коэффициент закрепления операций принимается для планового периода, равного одному году, и определяется по формуле

$$K_{з.о} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (1)$$

где $\sum O$ – суммарное число различных операций;

$\sum P$ – число (принятое) рабочих мест с различными операциями.

Число операций O , закрепленных за одним рабочим местом, рассчитывается по формуле

$$O = \frac{\eta_H}{\eta_3}, \quad (2)$$

где η_H – нормативный коэффициент загрузки рабочего места всеми закрепленными за ним операциями; нормативный коэффициент загрузки рабочего места принимается для мелкосерийного производства равным 0,9; для серийного – 0,85; для массового и крупносерийного – 0,75;

η_3 – коэффициент загрузки рабочего места проектируемой операцией.

После выбора типа производства для серийного типа определяется величина партии деталей, одновременно запускаемых в производство,

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (3)$$

где N – годовая программа выпуска инструментов, шт.;

F – число рабочих дней в году, $F = 253$;

a – периодичность запуска, дни.

Рекомендуется принимать следующие периодичности запуска инструментов: $a = 3$ при производстве крупных, $a = 6$ при производстве средних, $a = 12$ при производстве мелких инструментов.

Для массового производства определяется такт выпуска t , мин, по формуле

$$t = \frac{60 \cdot F_{\phi}}{N}, \quad (4)$$

где F_{ϕ} – действительный годовой фонд времени работы оборудования при двухсменной работе, мин.

2.5 Анализ базового варианта и обоснование принятого технологического процесса

Проектирование более совершенного технологического процесса начинается с анализа, существующего на предприятии. Анализ базового варианта технологического процесса должен быть проведен с точки зрения обеспечения заданного качества инструмента и производительности, обеспечивающей заданный объем выпуска инструментов. При анализе рассматривается построение операций, применяемое оборудование, приспособления и инструменты. Особое внимание уделяется методам базирования, соблюдению принципов постоянства и совмещения баз.

Анализ базового технологического процесса рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- 1) определить соответствие метода получения заготовки для данного типа производства;
- 2) рассмотреть выбор черновых, чистовых и промежуточных баз на операциях технологического процесса и выявить, соблюдаются ли принципы постоянства и совмещения баз;
- 3) установить, может ли техпроцесс обеспечить заданную точность поверхностей инструмента, имеющих минимальные значения допусков на размер, форму и их взаимное положение;
- 4) сделать анализ применяемого оборудования по его соответствию размерам инструмента, точности и производительности;
- 5) рассмотреть степень концентрации позиций и операций технологического процесса;
- 6) рассмотреть используемые в техпроцессе приспособления с точки зрения обеспечения точности и производительности;
- 7) сделать анализ применяемого режущего инструмента на соответствие

его имеющимся прогрессивным конструкциям и новым маркам материала режущей части инструмента.

После анализа существующего техпроцесса даются предложения по его совершенствованию, при этом достаточно изменить несколько операций техпроцесса и сопоставить их с действующим на заводе.

2.6 Выбор и экономическое обоснование вида и метода получения заготовки

При выборе метода получения заготовки решающими факторами являются: форма инструмента, масса, материал, объем выпуска. 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 предприятиях, где студенты проходили вторую конструкторско-технологическую практику.

Для выбора метода получения заготовки сравнивается стоимость заготовки по базовому S_1 и проектируемому S_2 вариантам.

Стоимость заготовки по базовому варианту может быть взята из отчета по практике.

При отсутствии сведений о методе получения заготовки по базовому варианту стоимость заготовки рассматривается по двум возможным методам ее получения и делается их сравнение.

Стоимость заготовок из проката рассчитывается по формуле

$$S_2 = M + \sum C_{o.3}, \quad (5)$$

где M – затраты на материалы заготовки, р.;

$\sum C_{o.3}$ – технологическая себестоимость правки, калибрования, разрезки, р.

Расчет затрат на материалы выполняется по формуле

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{omx}, \quad (6)$$

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

S – цена 1 кг материала заготовки, р.;

q – масса детали, кг;

S_{omx} – цена 1 кг отходов, р.

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

Технологическая себестоимость

$$\sum C_{o.3} = \frac{C_{n.3} \cdot t_{um(um.-к)}}{60}, \quad (7)$$

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

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

Примерные значения приведенных затрат $C_{н.з}$ приведены в [2, с. 30].

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

$$t_{шт(шт.-к)} = \frac{L_{рез} + y}{S_M} \cdot \varphi, \quad (8)$$

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

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

S_M – минутная подача при разрезании, $S_M = 50 \dots 80$ мм/мин;

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

Расчет стоимости заготовок, полученных литьем или штамповкой, выполняется по формуле

$$S_2 = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_n \right) - (Q - q) \cdot S_{отх}, \quad (9)$$

где C_i – базовая стоимость 2 т заготовок, р.;

Q – масса заготовки;

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_n – коэффициент, зависящий от объема выпуска заготовок.

Перед расчетом стоимости заготовки по формуле (9) вычерчивается ее эскиз, назначаются припуски, устанавливаются размеры, по которым определяются 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 находят припуски на обрабатываемые поверхности и определенные отклонения размеров заготовки.

Параметры литых заготовок определяются по ГОСТ 26645–85.

Этот раздел заканчивается расчетом экономического эффекта

$$\mathcal{E}_{заг.} = (S_1 - S_2) \cdot N, \quad (10)$$

где S_1, S_2 – стоимость заготовки по базовому и проектируемому вариантам соответственно;

N – годовой объем выпуска деталей.

2.7 Принятый технологический процесс

На основе анализа базового техпроцесса, выполненного в подразд. 2.5, составляется новый маршрутный техпроцесс изготовления инструмента. При этом дается обоснование выбора черновых и чистовых технологических баз, особое внимание обращается на обеспечение принципов постоянства и совмещения баз. Если эти принципы не выдерживаются, то следует дать обоснование необходимости смены баз.

Обосновывается выбор (замены) конкретных моделей станков, станочных приспособлений, режущих и мерительных инструментов.

Принятый маршрутный процесс оформляется в виде таблицы 1. Таблицу целесообразно расположить на отдельной странице (нескольких страницах) вдоль длинной стороны листа.

Таблица 1 – Маршрутный техпроцесс изготовления зенкера 001

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Модель станка	Режущий инструмент, размеры, марка инструментального материала	Технологическая база
005	Фрезерно-центровальная 1 Фрезерование торцов 2 Сверление центровых отверстий	МР-77	Фреза торцовая Ø125; Т5К10; сверло центровочное Ø4; Р6М5	Поверхности заготовки Ø40, Ø60, торец
010	Токарная с ЧПУ 1 Черновое точение поверхностей Ø37, Ø42, Ø50 2 Чистовое точение поверхностей Ø35, Ø40 3 Точение фасок 4 Точение канавки	16К20Ф3	Резец проходной 16х25; Т5К10; резец канавочный Т5К10	Центровые отверстия
015	Вертикально-фрезерная 1 Фрезерование шпоночного паза ($\phi = 12N9$, $l = 30$)	6М12П	Фреза шпоночная Ø12; Р6М5	Цилиндрические поверхности Ø35, Ø50, торец
020	Термическая			
	...			
045	Контрольная	Стол ОТК		

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

Необходимое общее уточнение рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_0 = \frac{T_{заг}}{T_{дет}}, \quad (11)$$

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

С другой стороны, уточнение определяется как произведение уточнений, полученных при обработке поверхности на всех операциях (переходах) принятого техпроцесса:

$$\varepsilon_{np} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \dots \cdot \varepsilon_n = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i, \quad (12)$$

где ε_i – уточнение, полученное на i -й операции (переходе);

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

Промежуточное значение рассчитывается по формулам

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{заг}}{T_1}; \quad \varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2}; \quad \varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3}; \quad \varepsilon_n = \frac{T_{n-1}}{T_n}, \quad (13)$$

где $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$ – допуски размеров, полученные при обработке инструмента на первой, второй и т. д. операциях, принимаются по [3, таблицы 4 и 5].

Точность обработки поверхности по принятому маршруту будет обеспечена, если соблюдается условие

$$\varepsilon_0 \leq \varepsilon_{np}. \quad (14)$$

2.8 Расчет припусков на обработку

В курсовой работе подробный расчет припусков выполняется на две (наружную и внутреннюю) самые точные поверхности, по возможности разнохарактерные. Такие поверхности определяются руководителем проекта.

Исходными данными, которые записываются перед началом расчета, являются:

- метод получения заготовки;
- размер поверхности по чертежу детали;
- маршрут обработки поверхности.

При расчете для каждой поверхности приводится расчетная таблица и схема графического расположения припусков и допусков. Все расчеты заканчиваются проверкой правильности их выполнения.

Все расчетные формулы, справочные сведения и примеры расчетов приведены в [2].

На все остальные обрабатываемые поверхности припуски назначаются: для поковок – по ГОСТ 7505–89, для отливок – по ГОСТ 26645–85.

Значения всех припусков сводятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Припуски и предельные отклонения на обрабатываемые поверхности

В миллиметрах

Размер детали	Припуск		Предельные отклонения
	табличный	расчетный	
Ø55 к6	–	$2 \cdot 2,5$	+1,8 -1,0
Ø60 h8	–	$2 \cdot 2,2$	+1,8 -1,0
45-0,62	$2 \cdot 1,8$	–	+1,3 -1,0
220-1,15	$2 \cdot 2,0$	–	+2,4 -1,2

2.9 Расчет режимов резания

Режимы резания рассчитываются для двух разнохарактерных операций по эмпирическим формулам теории резания с корректировкой по паспортным данным станка, выбираются по нормативам, приведенным в [2].

Аналогично рассчитываются режимы резания (в пояснительной записке расчеты не приводятся) на все остальные операции и записываются в операционные карты и сводную таблицу режимов резания (таблица 3).

Таблица 3 – Сводная таблица режимов резания

Но- мер опе- ра- ции	Наимено- вание операции, перехода	Глу- бина реза- ния t , мм	Длина реза- ния $l_{рез}$, мм	Подача S_0 , мм/об		Скорость V , м/мин		Частота вра- щения, мин ⁻¹		Ми- нутная подача S_m , мм/мин	Основ- ное время t_0 , мин
				рас- чет- ная	при- ня- тая	рас- чет- ная	при- ня- тая	рас- чет- ная	при- ня- тая		
005	Токарная с ЧПУ. Точение черновое Ø40 Ø50	2,0	25	0,4	0,36	118	100	939	800	288	0,10
		1,5	40	0,4	0,36	118	98,9	751	630	227	0,19

2.10 Расчет норм времени

Нормы времени устанавливаются расчетно-аналитическим методом и определяются для тех операций, для которых рассчитаны режимы резания аналитическим методом.

В массовом производстве определяется норма штучного времени $T_{шт}$, мин, по формуле

$$T_{HT} = T_O + T_B + T_{OB} + T_{OT}. \quad (15)$$

В серийном производстве рассчитывается норма штучно-калькуляционного времени $T_{Ш-К}$, мин, по формуле

$$T_{W-K} = \frac{T_{\Pi-3}}{n} + T_{WT}. \quad (16)$$

Основное время T_O , мин, находят по формулам, соответствующим данным методам обработки, на основании размеров обрабатываемой поверхности и выбранных режимов резания [4].

При определении вспомогательного времени T_B , мин, суммируют затраты времени на отдельные приемы:

- 1) время на установку и снятие детали $T_{У.С}$, мин;
- 2) время на закрепление и открепления детали $T_{З.О}$, мин;
- 3) время на приемы управления $T_{УП}$, мин;
- 4) время на измерение детали $T_{ИЗ}$, мин.

В норму вспомогательного времени включаются лишь те элементы времени, которые не перекрываются машинным временем. Определение элементов вспомогательного времени рекомендуется выполнять по [2, 5, 6].

Время на обслуживание рабочего места $T_{об}$, мин, и перерывов на отдых и личные надобности $T_{от}$, мин, определяется в процентном отношении от оперативного времени $T_{оп}$, мин, по формуле

$$T_{OII} = T_O + T_B. \quad (17)$$

Подготовительно-заключительное время $T_{п-з}$, мин, нормируется на партию деталей и часть его, приходящуюся на одну деталь, включается в норму штучно-калькуляционного времени. Его величина зависит от характера и объема подготовительных работ, необходимых для выполнения данной операции [5].

Расчеты норм времени по всем операциям сводятся в таблицу 4 и записываются в операционные карты.

Таблица 4 – Сводная таблица норм времени

В минутах

[illegible]

2.11 Расчет и проектирование станочного приспособления

Этот раздел должен содержать следующие подразделы:

- назначение и устройство приспособления;
- выбор и расчет привода приспособления;
- расчет приспособления на прочность.

В описании назначения и устройства приспособления указывается, для выполнения какой операции оно предназначено, на каком станке устанавливается, из каких узлов (деталей) состоит, как базируется в приспособлении деталь, как действует приспособление при закреплении (откреплении) детали, как устанавливается (выверяется) приспособление на станке. При описании используются позиции сборочного чертежа приспособления.

Расчет привода приспособления начинается с составления схемы всех действующих на деталь сил: силы резания, сил закрепления, объемных сил, реакции опор, сил трения. Схема вычерчивается в пояснительной записке.

По схеме составляются уравнения равновесия детали, из которых определяется необходимая сила закрепления. По силе закрепления с учетом передаточного механизма рассчитываются параметры (величина хода, диаметр и т. д.) привода приспособления.

Для расчета приспособления на прочность определяются его наиболее нагруженные элементы: болты, винты, шпильки, штифты, оси и т. д. Расчет их на прочность (срез, смятие) выполняется по формулам из курса «Детали машин».

3 Графическая часть проекта

3.1 Чертеж заготовки

Заготовки из проката в графической части проекта не вычерчиваются. Их контур вычерчивается тонкими линиями на чертеже детали с указанием габаритных размеров. Предельные отклонения на диаметр устанавливаются по ГОСТ 2590–71, а на длину – в зависимости от принятого способа разрезки прутка по [3, таблица 66].

Штампованные заготовки выполняются по ГОСТ 7505–89 и вычерчиваются отдельно от чертежа детали. Внутри заготовки тонкими сплошными линиями вычерчивается контур детали. Примеры выполнения поковок приведены в приложении 5 к ГОСТ 7505–89 (рисунок 1).

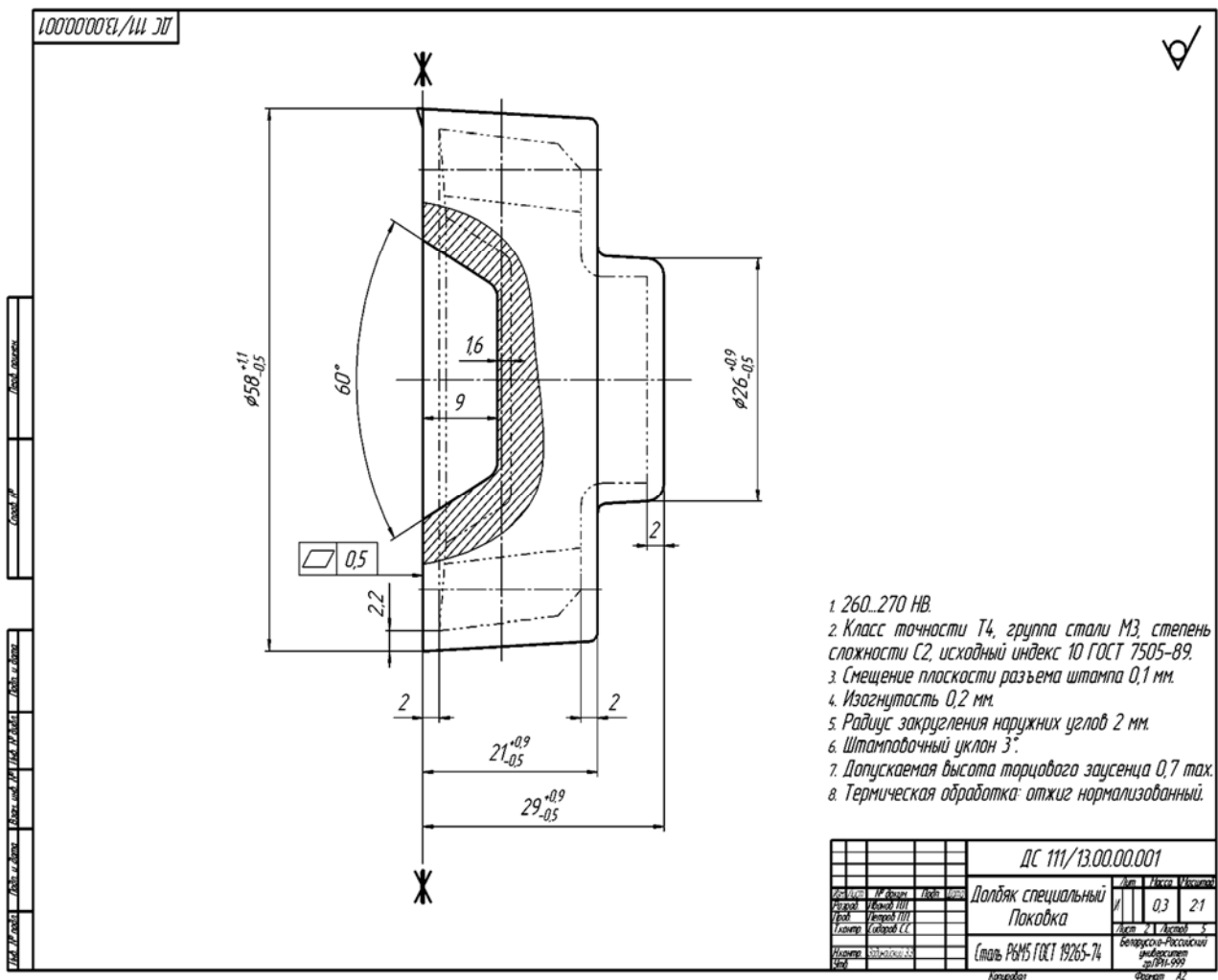


Рисунок 1 – Чертеж поковки

На чертеже поковки в технических требованиях указываются:

- исходная твердость;
- группа материала, класс точности, степень сложности, исходный индекс по ГОСТ 7505–89;
- радиусы закруглений наружных и внутренних углов;
- штамповочные уклоны;
- допускаемая величина остаточного облоя;
- допускаемое смещение по поверхности разъема штампа;
- допускаемая величина высоты заусенца;
- допускаемое отклонение от концентричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки (для поволоков с отверстием);
- другие технические требования.

Чертежи отливок выполняются в соответствии с ГОСТ 26645–85. Чертеж отливки может быть совмещен с чертежом детали. При этом основным изображением является чертеж детали. Чертеж детали вычерчивается основными линиями, а припуски на механическую обработку показываются сплошными тонкими линиями.

Штриховка припусков, попадающих в разрезы или сечения, показывается накрест лежащими линиями, расположенными под углом 90° . Направление одной из штриховок должно быть продолжением штриховки детали. Припуски, не попадающие в разрезы или сечения, не штрихуются.

Отверстия, не получаемые в заготовке и изображенные на проекциях окружностями, перечеркиваются накрест лежащими линиями под углом 90° .

В курсовом проекте на совмещенном чертеже детали и отливки припуски на механическую обработку допускается изображать красным цветом, направление штриховки припусков при этом должно являться продолжением штриховки для детали (припуск штрихуется красным цветом).

На совмещенном чертеже указываются размеры припусков.

На совмещенном чертеже детали и отливки технические требования пишутся раздельно (первыми указываются технические требования для заготовки).

В состав технических требований для заготовки входят:

- исходная твердость;
- радиусы закруглений, если не обозначены на чертеже;
- литейные уклоны;
- точность отливки по ГОСТ 26645–85;
- масса отливки по ГОСТ 26645–85.

3.2 Чертеж инструмента

Чертеж детали должен соответствовать требованиям действующих стандартов ЕСКД (рисунок 2).

Перед изображением исходный чертеж (синька) должен быть тщательно отредактирован. При обозначении шероховатости целесообразно использовать рекомендации, представленные в [1, таблица Е.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.).

Заголовок «Технические требования» на чертеже не пишут.

Запись о неуказанных предельных отклонениях размеров записывают в следующем виде: H14, h14, $\pm 1T14/2$ (по 14, 15 или 16 квалитетам точности).

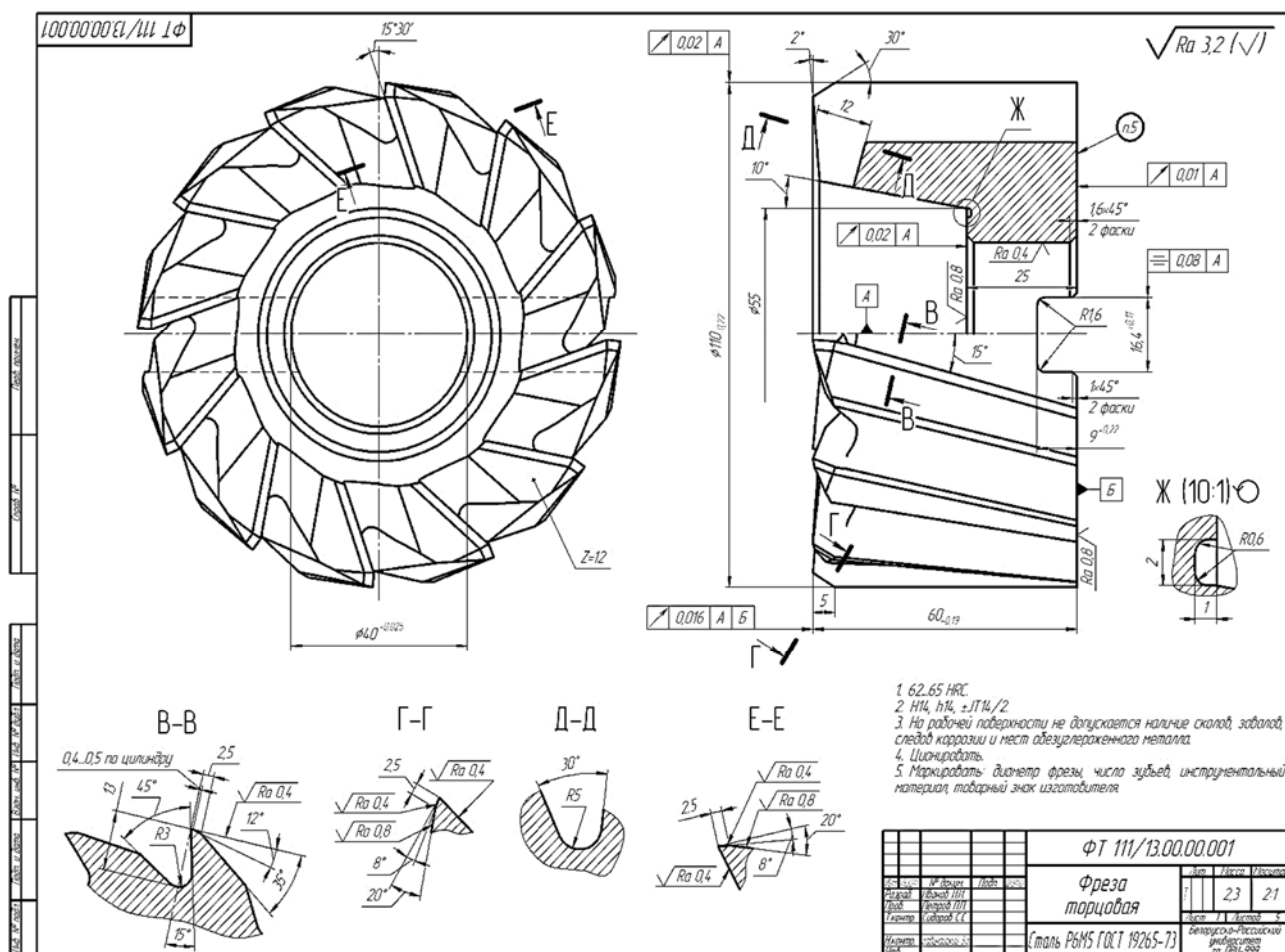


Рисунок 2 – Чертеж инструмента

3.3 Чертежи операционных эскизов

В графической части курсового проекта выполняются операционные эскизы на восемь разнохарактерных технологических операций, например, токарную, сверлильную, протяжную, зубодолбежную, зубофрезерную, зубошевинговальную, внутришлифовальную, плоскошлифовальную и т. д. (рисунок 3).

В проекте не допускается вычерчивание однотипных операций, например, черновой и чистовой токарных операций на одни и те же поверхности.

Перечень операций, представленных в графической части, определяет руководитель проекта.

Общий объем операционных эскизов в курсовом проекте составляет 2–2,5 листа формата А1, выполненных в соответствии с требованиями, приведенными в [1].

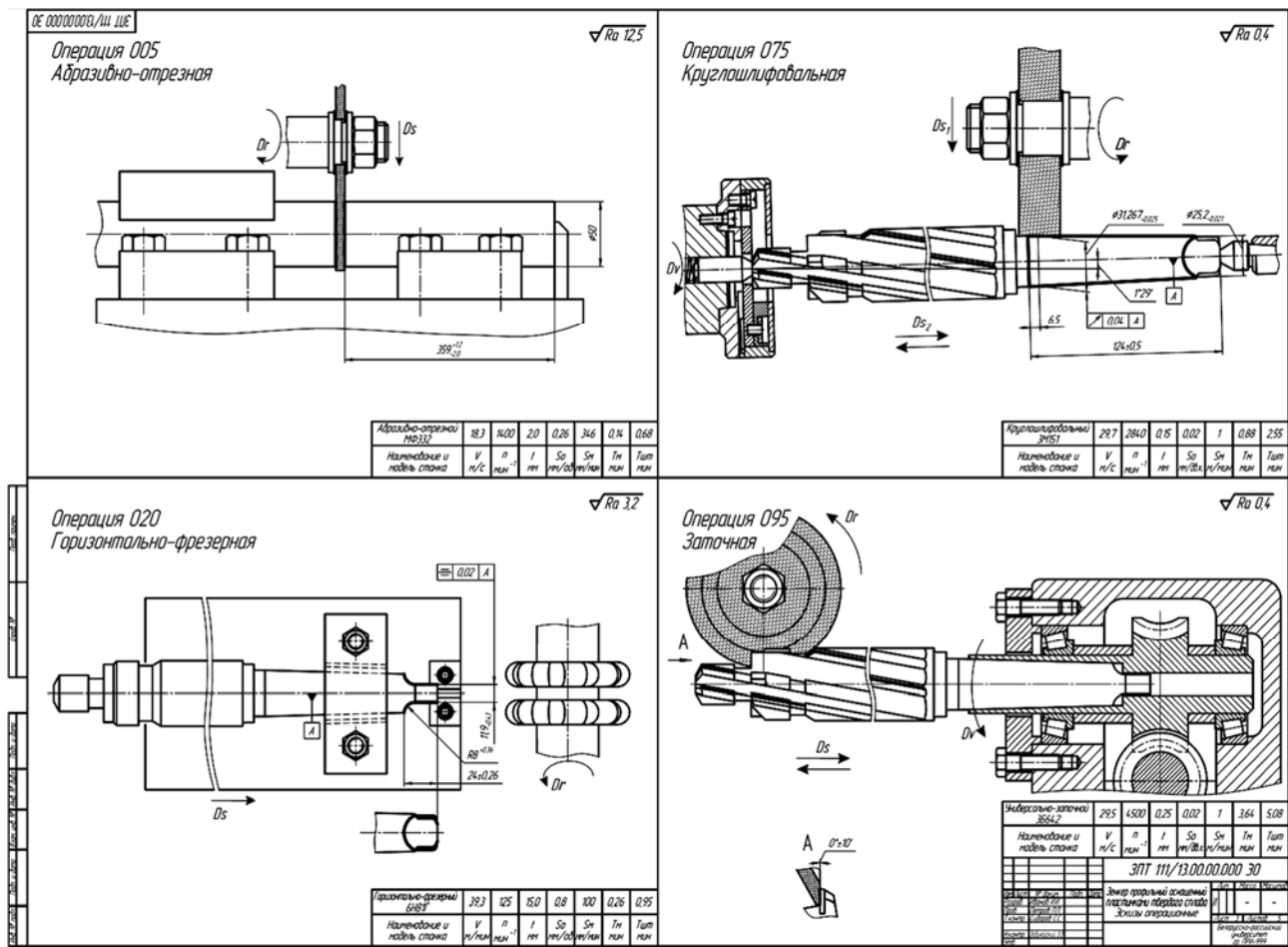


Рисунок 3 – Чертеж операционных эскизов

3.4 Чертеж станочного приспособления

В курсовой работе на одну операцию разрабатывается конструкция станочного приспособления.

В курсовом проекте выполняется сборочный чертеж станочного приспособления. Количество проекций, видов, разрезов и сечений должно быть достаточным для однозначного понимания устройства и работы приспособления.

На чертеже приспособления деталь изображается тонкими сплошными линиями и является «прозрачной» (рисунок 4).

На сборочном чертеже приспособления записываются технические требования, вытекающие из расчета приспособления на точность (см. подразд. 2.11).

Чертеж приспособления выполняется в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. На нем должны быть проставлены габаритные, посадочные, соединительные размеры.

На сборочный чертеж приспособления составляется спецификация.

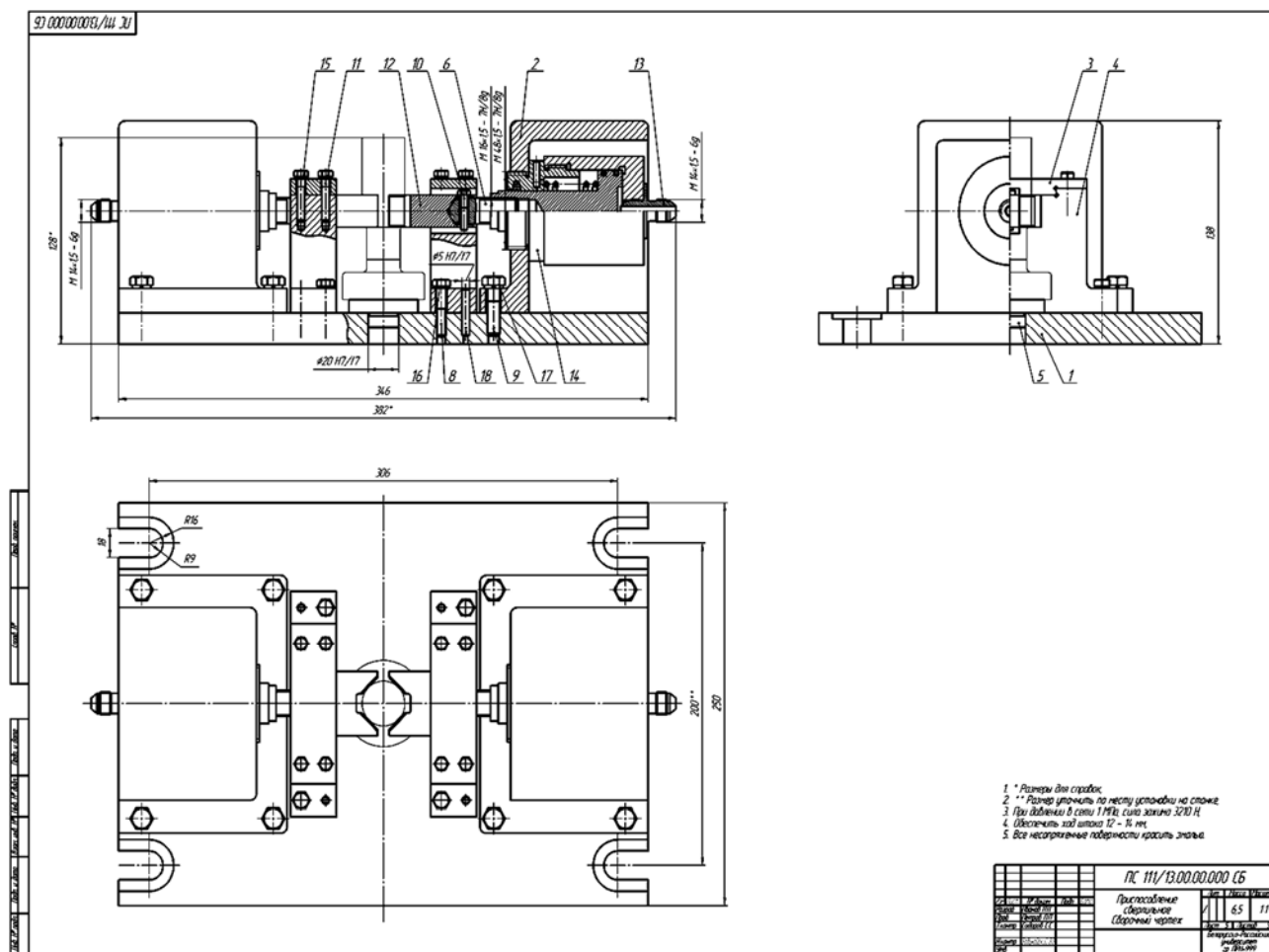


Рисунок 4 – Чертеж станочного приспособления

4 Технологическая документация

4.1 Маршрутная карта

Маршрутная карта (МК) оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1118–82 на формах 1 и 1а (рисунки 5 и 6).

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

В строку с символом MO2 записывают:

- код материала по классификатору;
- ЕВ – код единицы величины (массы, длины, площади и т. п.), допускается указывать единицы измерения величины, например «кг»;
- МД – масса детали;
- ЕН – единица нормирования, на которую установлена норма расхода материала, например 1, 10, 100;
- $N_{расх}$ – норма расхода материала;
- КИМ – коэффициент использования материала;
- код заготовки по классификатору;
- профиль и размеры исходной заготовки (габаритные размеры);

- КД – количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки;
- МЗ – масса заготовки.

ГОСТ 3.1404-86 Форма 1																		
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
											2	1						
Разраб.	Иванов И.И.			Белорусско-Российский университет			ПШС 999/12.00.00.000			10.1.40.00001								
Провер.	Петров П.П.																	
Утв.	Сидоров С.С.																	
Н.контр.	Задинайский З.З.			Протяжка шлицевая специальная														
М01	Круг В70×630 ГОСТ 2590-88-Р6М5 ГОСТ 19265-73 / Круг В65×420 ГОСТ 2590-88-40Х ГОСТ 4543-71																	
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КЛМ	Код заготовки	Профиль и размеры			КД	МЗ						
	К2	16,7	1	15,4	0,52	-		Ø 70×1040			1	32,1						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тп.з.	Тит			
А 03				005	Абразивно-отрезная			ИОТ № 69										
Б 04					МФ-332			2	Отр.	3	Сп/н	1	1	шт.	120	1	7	0,62
05																		
А 06				010	Абразивно-отрезная			ИОТ № 69										
Б 07					МФ-332			2	Отр.	3	Сп/н	1	1	шт.	120	1	7	0,65
08																		
А 09				015	Токарно-винторезная			ИОТ № 63										
Б 10					16К40			3	Так.	4	Сп/н	1	1	шт.	120	1	9	1,89
11																		
А 12				020	Сварочная													
Б 13					П/а СА20			3	Свар.	4	Сп/н	1	1	шт.	120	1		
14																		
А 15				025	Термическая													
Б 16					Печь СНВ-15.30.15			3	Терм.	4	Сп/н	1	1	шт.	120	1		
МК																		

Рисунок 5 – Маршрутная карта по форме 1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 1а																		
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
Протяжка шлицевая специальная											2							
											ПШС 999/12.00.00.000		10.1.40.00001					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тп.з.	Тит			
А 03				030	Фрезерно-центровальная			ИОТ № 67										
Б 04					п/а МР 76А			3	Фрез.	4	Сп/н	1	1	шт.	120	1	20	1,63
05																		
А 06				035	Токарная с ЧПУ			ИОТ № 63										
Б 07					16К30Т1			2	Опер.	4	Сп/н	1	1	шт.	120	1	22	16,10
08																		
А 09				040	Токарная с ЧПУ			ИОТ № 63										
Б 10					16К30Т1			2	Опер.	4	Сп/н	1	1	шт.	120	1	31	10,91
11																		
А 12				045	Маркировка													
Б 13					Пресс П472А			3	Стан.	4	Сп/н	1	1	шт.	120	1		
14																		
А 15				050	Термическая													
Б 16					Печь СНВ-15.30.15			3	Терм.	4	Сп/н	1	1	шт.	120	1		
17																		
МК																		

Рисунок 6 – Маршрутная карта по форме 1а

В строку с символом А записывают:

- номера цеха, участка, рабочего места, операции;
- код операции, наименование операции (допускается код операции не указывать);
- обозначение инструкции по охране труда, применяемой при выполнении данной операции: например, ИОТ№ 42 [1, приложение Р].

В строку с символом Б записывают:

- модель оборудования;
- СМ – степень механизации (допускается не указывать);
- Проф. – код профессии по классификатору ОКПДТР (в курсовом проекте допускается не указывать);
- Р – разряд работы, необходимой для выполнения операции;
- УТ – код условий труда (в курсовом проекте допускается не указывать);
- КР – количество рабочих, занятых при выполнении операции;
- КОИД – количество одновременно изготавливаемых (обрабатываемых) деталей;
- ЕН – единица нормирования, на которую установлена норма времени, например, 1,10,100;
- $K_{шт}$ – коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании;
- $T_{п.з}$ – норма подготовительно-заключительного времени на операцию;
- $T_{шт}$ – норма штучного времени на операцию.

4.2 Операционная карта

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

ОК выполняется в соответствии с ГОСТ 3.1404–86 по формам 2 и 2а или по форме 3 с продолжением по форме 2а (рисунки 7 и 8).

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.

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2

Дир.																					
Взам.																					
Подп.																					
																		2	1		
Разраб.	Иванов И.И.						Белорусско-Российский университет			Ц 999/12.00.00.000						60.146.00001					
Пробер.	Петров П.П.																				
Утв.	Сидаров С.С.																				
Нконтр.	Забудайский З.З.									Цековка						015					
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры				НЗ		КОИД	
Токарно-револьверная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71				180...220НВ		Кз.		0,9		Ø 42×176				1,9		1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То		ТВ		Тлз		Тшт		Сож					
Токарно-револьверный с ЧПУ 1В340ФЗ0, НЦ31.02				УПН№1				0,53		1,23		33		1,88		5% Аквол-11					
Р				ПИ		Д или В		L		t		i		S		n		V			
О 01	Точить деталь по программе, выдерживая размеры 1 - 16																				
Т 02	Патрон 7100-0031 П ГОСТ 2675-80, втулка 50-32 ОСТ2 П12-12-84, патрон 6151-0052 ГОСТ 17200-71,																				
03	резцедержатель 1-50 ОСТ2 П15-3-84 - 2 шт, резец 2102-1231 Т15К6 ГОСТ 24996-81, сверло 2317-0116 ГОСТ 14952-75,																				
04	резец 2101-0637 Т15К6 ГОСТ 20872-80, сверло 2300-6173 ГОСТ 10902-77, зенкер специальный,																				
05	резец 2145-0634 ГОСТ 5987-83, развертка 2363-0069 ГОСТ 1672-80, штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89,																				
06	калибр-пробка специальный, Шаблон специальный																				
07																					
Р 08				1		Ø42		24		2,0		1		0,6		1400		184,7			
09				2		Ø6		7		3,0		1		0,15		1100		20,7			
10				3		Ø39		32		1,5		1		0,6		1400		171,5			
11				4		Ø5		42		2,5		1		0,15		1800		28,3			
12				5		Ø7		41		1,0		1		0,5		950		20,9			
13				6		Ø8,5		40		0,75		1		0,6		1600		42,7			
OK																					

Рисунок 7 – Операционная карта по форме 2

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Дир.																					
Взам.																					
Подп.																					
Цековка-державка комбинированного инструмента																		2			
																		Ц 999/12.00.00.000		015	
Р				ПИ		Д или В		L		t		i		S		n		V			
Р 01				7		Ø7,5		36		0,25		1		0,6		1600		42,7			
02																					
03																					
04	Контроль исполнителем 30%																				
05	Контроль ОТК 20%																				
06																					
07																					
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
OK																					

Рисунок 8 – Операционная карта по форме 2а

Все операции технологического процесса должны быть оформлены по одной форме записи переходов.

В содержание операции (перехода) должно быть включено:

- 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 с их условными обозначениями (номера);
- 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 стандарты на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки (например, «Резец 2101-0647 Т15К6 ГОСТ 20872–80»).

В строку с символом «Р» записывают режимы резания по графам D , L , t , i , s , n , v .

Здесь 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.

4.3 Карта эскизов

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

В курсовых работах карта эскизов выполняется по формам 7 и 7а ГОСТ 3.1105–84 (рисунки 9 и 10).

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.

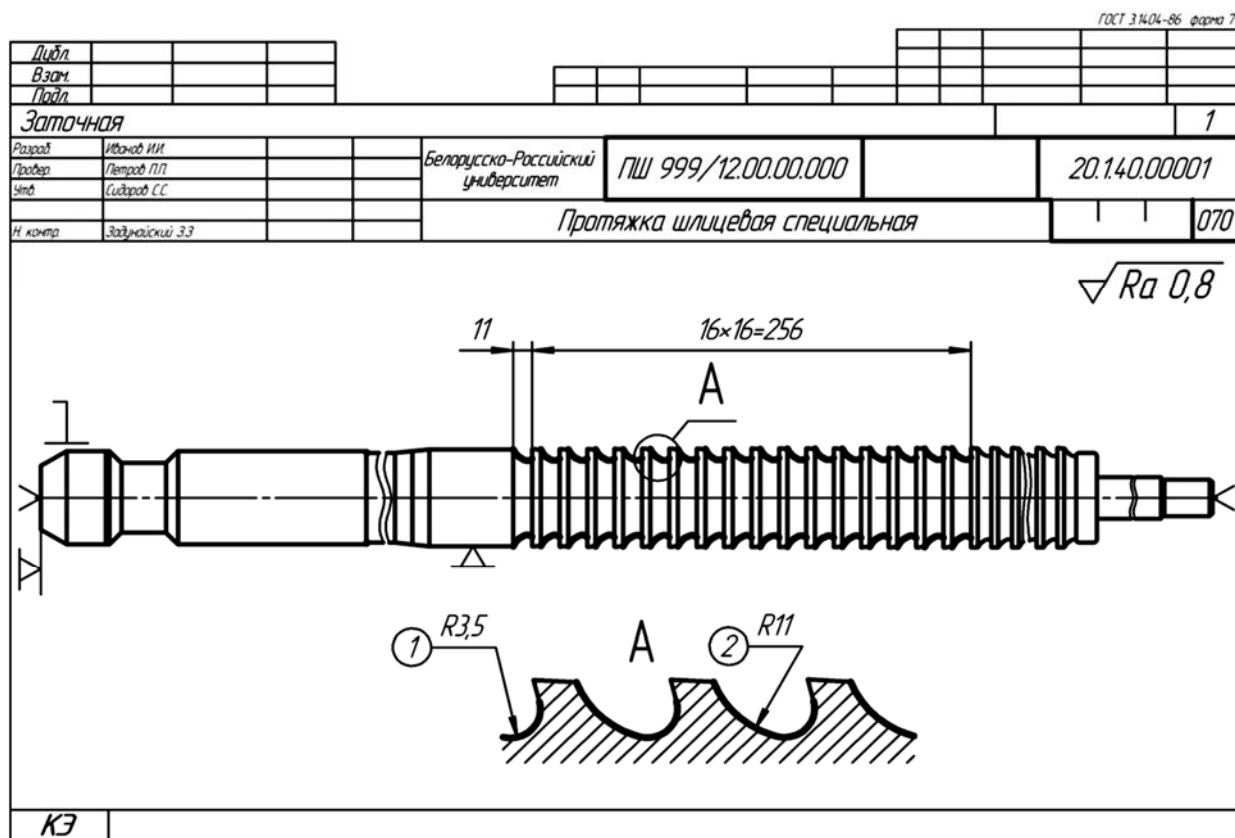


Рисунок 9 – Карта эскизов по форме 7

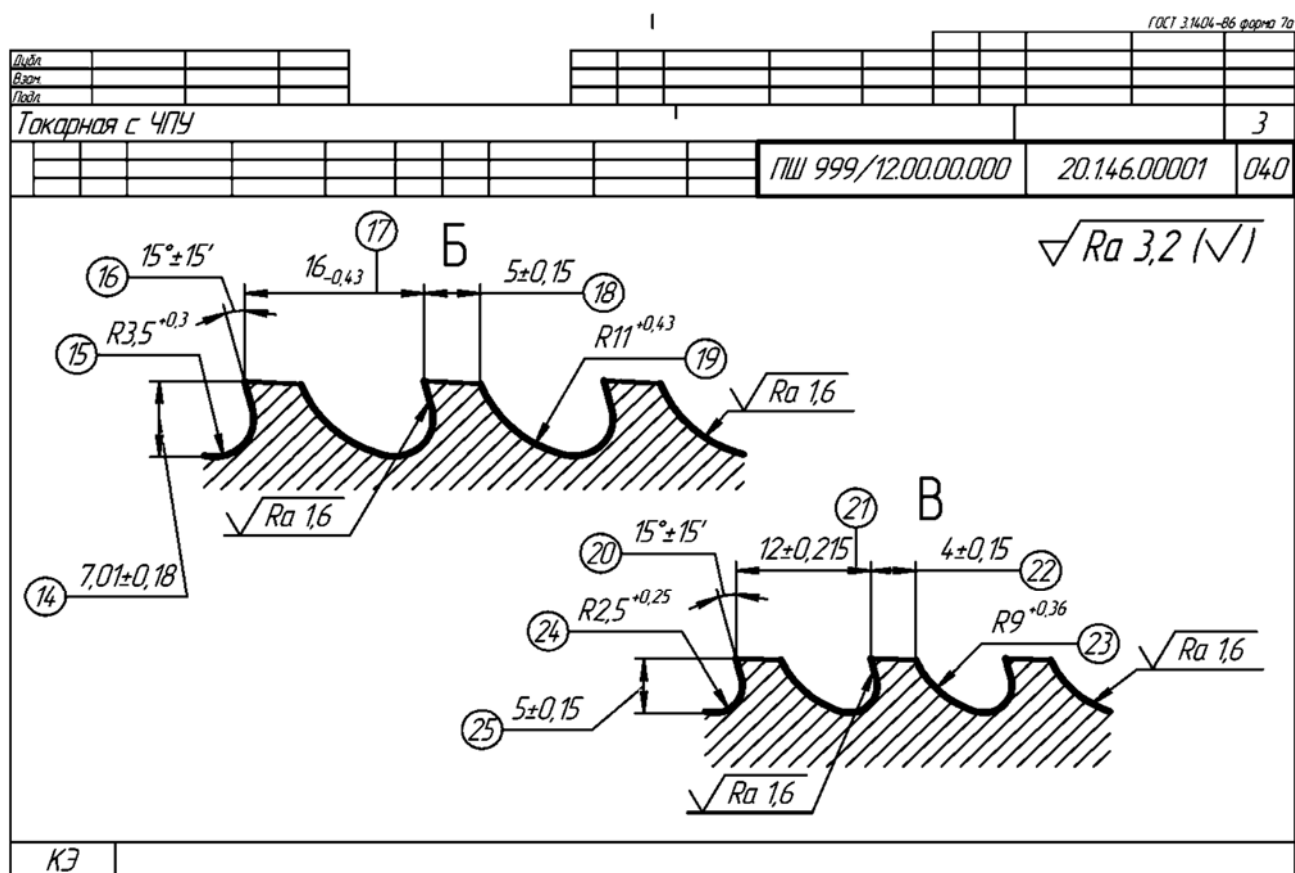


Рисунок 10 – Карта эскизов по форме 7а

Изображение детали на эскизе должно содержать:

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

На эскизах все размеры обрабатываемой 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 допускается размещать несколько эскизов, относящихся к данной операции. При необходимости эскизы одной операции размещаются на нескольких листах карты эскизов.

4.4 Документация для операций, выполняемых на станках с ЧПУ

Если обработка на станках с ЧПУ является только частью технологического процесса, то для оформления документации в технологическом процессе должны быть представлены:

- ОК по формам 2 или 3 с продолжением по форме 2а (подразд. 4.2);
- карта наладки инструмента (КН/П) по формам 4 и 4а ГОСТ 3.1404–86 (указывается полный перечень режущего и вспомогательного инструмента в технологической последовательности его применения. В карте записываются наладочные размеры и размеры для корректировки, а также оси, по которым ведется обработка (рисунок 11));
- КЭ по формам 7 и 7а ГОСТ 3.1105–84 (рисунок 12);
- карта кодирования информации (ККИ) по форме 5 и 2а ГОСТ 3.1404–86 (рисунок 13).

Рисунок 11 – Пример оформления карты наладки инструмента по форме 4

Рисунок 12 – Пример оформления карты эскизов по форме 7 для операции с ЧПУ

а)

ГОСТ 3.1404-86										Формы 5																					
УП № 1										3		1																			
Белорусско-Российский университет										СА 999/12.10.01.017										60.146.00001											
										Вал																				025	
(оборудование, инструмент, ЧПУ)																				Коды указание											
Токарный с ЧПУ 16K20T1, HJ 31-02																															
№001 T01										Кодирование информации, содержание карты										Содержание операции											
№002 M03																				Резец 2101-0601											
№003 M4.2																				ТБK6 ГОСТ 20872-80											
№004 S1000																															
№005 F30																															
№006 X5400*~																															
№007 Z100																															
№008 G77*~																															
№009 X4700*																															
№010 Z-2210*																															
№011 P75																															
№012 G77*~																															
№013 X3700*																															
№014 Z-7400*																															
№015 P75																															
№016 X3050																															
№017 Z0																															
№018 X3550 -45°																															
№019 Z-6900																															
№020 X3200 -45°																															
№021 Z-7400																															
№022 X4.165																															
№023 X4485 -45°																															
№024 Z-9825																															
№025 X4200 -45°																															

б)

			УП №1				ГОСТ 3.1404-86		Форма 5а	
					3					
			Вал		СА 999/12.10.01.017		60.146.00001		025	
			Кодирование информации, содержание карты				Содержание операции			
			№056 Z-22230 -45°							
			№057 Z-22000 +45°							
			№058 X150000*~							
			№059 Z10000							
			№060 T05				Резец 2660-0003			
			№061 S200				15 Т15К6 ГОСТ 18885-73			
			№062 F150							
			№063 X5300*~							
			№064 Z-7100							
			№065 G31*~							
			№066 X4500*							
			№067 Z-10100*							
			№068 P75*							
			№069 P30							
			№070 X15000*~							
			№071 Z10000							
			№072 T06				Резец 2664-0003			
			№073 S300				3 Т15К6 ГОСТ 18885-73			
			№074 F300							
			№075 X4400*~							
			№076 Z600							
			№077 G31*~							
			№078 X4400*							
			№079 Z-7300*							
			№080 F300*							
			№081 P150*							
			№082 P30							
			№083 X15000*~							
			№084 Z10000							
			№085 T07				Резец специальный			
			ККИ							

Рисунок 13 – Пример оформления карты кодирования информации по форме 5 (а) и 5а (б)

Список литературы

1 Общие правила оформления конструкторско-технологической документации для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Бел.-Рос. ун-т; сост. В. М. Шеменков, С. Н. Хатетовский, М. А. Белая. – Могилев : Бел.-Рос. ун-т, 2014. – 48 с.

2 Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн. : Выш. шк., 1983. – 256 с.

3 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Ю. А. Абрамов, В. Н. Косилова, Р. К. Мещеряков [и др.]; под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 496 с.

4 Обработка металлов резанием: справочник технолога / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм [и др.]; под общ. ред. А. А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988. – 736 с.

5 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 1974. – 421 с.

6 **Палей, М. М.** Технология производства металлорежущих инструментов: учеб. пособие / М. М. Палей. – М. : Машиностроение, 1982. – 256 с.

7 Технологическое обеспечение машиностроительного производства : учеб. пособие / В. А. Логвин, Ж. А. Мрочек, Е. В. Банковская [и др.]; под ред. Ж. А. Мрочека. – Мн. : РИВШ, 2021. – 560 с.

8 **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.

9 **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.