

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

ТЕХНОЛОГИЯ СТАНКОСТРОЕНИЯ

*Методические рекомендации к курсовому проектированию
для студентов специальности
1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2021

УДК 621.01
ББК 34.63
Т74

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
«12» января 2021 г., протокол № 8

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

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности
1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного произ-
водства» очной и заочной форм обучения.

Учебно-методическое издание

ТЕХНОЛОГИЯ СТАНКОСТРОЕНИЯ

Ответственный за выпуск

С. Н. Хатетовский

Корректор

Е. А. Галковская

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 38 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, 2021

Содержание

Введение.....	4
1 Цели и задачи курсовой работы	5
2 Объем и содержание курсовой работы	5
3 Пояснительная записка.....	6
3.1 Требования к оформлению записки	6
3.2 Введение.....	8
3.3 Назначение и конструкция детали	8
3.4 Анализ технологичности конструкции детали	9
3.5 Определение типа производства	10
3.6 Анализ базового техпроцесса	13
3.7 Выбор заготовки.....	13
3.8 Принятый маршрутный техпроцесс	15
3.9 Расчет припусков на обработку	18
3.10 Расчет режимов резания	18
3.11 Расчет норм времени.....	20
3.12 Экономическое обоснование принятого варианта техпроцесса	22
3.13 Расчет и проектирование станочного приспособления	24
3.14 Расчет и проектирование контрольного приспособления	25
4 Графическая часть курсовой работы.....	26
4.1 Чертеж заготовки	26
4.2 Чертеж детали.....	27
4.3 Чертежи операционных эскизов	28
4.4 Чертеж станочного приспособления	30
4.5 Чертеж контрольного приспособления.....	30
4.6 Обозначение чертежей.....	31
5 Технологическая документация	31
5.1 Титульный лист	31
5.2 Маршрутная карта	32
5.3 Операционная карта	33
5.4 Карта эскизов.....	34
5.5 Карта контроля	35
5.6 Документация для операций, выполняемых на станках с ЧПУ	35
Список литературы	35
Приложение А. Титульный лист на технологический процесс механической обработки.....	37
Приложение Б. Пример оформления маршрутных карт.....	38
Приложение В. Пример оформления операционных карт.....	40
Приложение Г. Пример оформления карт эскизов.....	42
Приложение Д. Пример оформления контрольных карт.....	44
Приложение Е. Пример оформления операционных карт на контрольные операции.....	46

Введение

Уровень развития станкостроения определяется достижениями в области производительности труда, эффективностью производства при обеспечении необходимого качества продукции.

Использование совершенных методов проектирования, изготовления, сборки и утилизации технологического оборудования имеет первостепенное значение. Качество технической системы, надежность, долговечность и экономичность в эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии ее изготовления.

Инженер-технолог принимает участие на последнем этапе создания новых технических систем, и от его знаний и опыта во многом зависит их качество.

Основные предпосылки, определяющие важнейшие направления развития технологий обработки в станкостроении:

- совершенствование существующих и разработка новых высокопроизводительных методов отделочной обработки для обеспечения заданной точности и качества деталей станков;

- совершенствование существующих и разработка новых высокопроизводительных способов выполнения получистовых и чистовых операций лезвийным и абразивным режущим инструментом;

- комплексная механизация и автоматизация технологических процессов на основе применения автоматизированных и полуавтоматизированных станков, станков с ЧПУ, средств активного контроля, быстродействующей технологической оснастки, групповых методов обработки;

- развитие процессов формообразования пластическим деформированием и поверхностно пластического деформирования для отделочных операций;

- совершенствование электрофизических и электрохимических методов обработки.

1 Цели и задачи курсовой работы

Курсовая работа по технологии станкостроения является последним проектом в подготовке инженеров по специальности «Технологическое оборудование машиностроительного производства» и определяет способность студентов самостоятельно решать различные конструкторские и технологические задачи, показывает в целом уровень профессиональной подготовки будущих специалистов.

Цель работы – научить студентов разрабатывать прогрессивные технологические процессы на основе современных достижений науки и техники.

Следует отметить, что в курсовой работе не допускается копирование существующего на базовом предприятии технологического процесса, а рекомендуется на основе анализа разработать более совершенный технологический процесс, использовать современное высокопроизводительное оборудование, прогрессивные конструкции приспособлений и режущих инструментов.

2 Объем и содержание курсовой работы

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

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;
- экономическое обоснование принятого варианта техпроцесса;
- расчет и проектирование станочного приспособления;
- расчет и проектирование контрольного приспособления;
- заключение.

Объем графической части работы составляет четыре листа формата А1 и содержит следующие материалы:

- чертеж детали (лист формата А3);
- чертеж заготовки (лист формата А3);
- операционные эскизы (1,5 листа формата А1);
- приспособление станочное (лист формата А1);
- контрольное приспособление (лист формата А1).

Объем каждого конкретного проекта определяет его руководитель и записывает в задании на курсовое проектирование.

Альбом технологической документации должен содержать:

- титульный лист;
- маршрутную карту;
- операционные карты (на одну операцию);
- карты эскизов (на одну операцию);
- карту технического контроля.

3 Пояснительная записка

3.1 Требования к оформлению записки

Пояснительная записка пишется от руки черными, синими или фиолетовыми чернилами, печатается на принтерных устройствах ЭВМ на листах формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.105–95.

Первым листом пояснительной записки является лист, определяющий содержание записки, с основной надписью, выполненной по форме 2 ГОСТ 2.104–68. Все последующие листы выполняются с основной надписью 2а того же ГОСТа. В графу 2 основной надписи записывается код (обозначение) документа. Порядок кодирования чертежей и пояснительной записки см. в подразд. 4.5.

Слово «Содержание» записывается в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строки – не менее 3 мм.

Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки – не менее 10 мм.

Текст записки разделяют на разделы и подразделы. Разделы должны иметь в пределах всей записки порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзаца. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Заголовки следует писать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 15 мм.

Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 8 мм.

Формулы пишутся в записке на отдельной строке симметрично основному тексту. Расчеты, выполненные по приведенной формуле, записываются на следующей строке. Промежуточные результаты не записываются.

Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует приводить с новой строки в той последовательности, в кото-

рой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться словом «где» без двоеточия после него.

Пример – Минутная подача S_m , мм/мин, рассчитывается по формуле

$$S_m = S_0 \cdot n ,$$

где S_0 – подача на оборот детали, мм/об;

n – частота вращения детали, мин⁻¹.

Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой.

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблицы в соответствии с рисунком 1.

Таблица – Химический состав качественных углеродистых конструкционных сталей

Марка стали	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
20	0,19	0,37	0,37	< 0,035	< 0,035
25	0,29	0,13	0,55	< 0,035	< 0,035
30	0,32	0,25	0,58	< 0,035	< 0,035
35	0,36	0,29	0,66	< 0,035	< 0,035
40	0,37...0,45	0,17...0,37	0,5...0,8	< 0,035	< 0,035

Рисунок 1

Таблицы слева и справа, снизу и сверху ограничивают линиями. Линии формата не могут служить линиями таблицы.

Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм. Таблицу в зависимости от ее размера помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице.

Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны документа на отдельной странице.

Если строки или графы таблицы выходят за формат страницы, ее делят на части, помещая одну часть под другой или рядом, при этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером граф и строк.

При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

Если в конце страницы таблица прерывается и ее продолжение будет на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят.

Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается.

Слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы в соответствии с рисунком 1.

Если все показатели в графах таблицы выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа, а при делении таблицы на части – над каждой ее частью в соответствии с рисунком 1.

3.2 Введение

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

3.3 Назначение и конструкция детали

Раздел начинается с определения класса деталей, к которому относится заданная в проекте деталь (класс валов, полых цилиндров, зубчатых колес, корпусов, рычагов, вилок и т. п.).

Далее дается описание работы и назначение узла в станке и детали в узле этого станка. 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 такой анализ сопровождается эскизами.

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

Заканчивается раздел таблицами химического состава и механических свойств материала детали [3, 16, 18].

3.4 Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности является одним из важных этапов в разработке технологического процесса, от которого зависят его основные технико-экономические показатели: металлоемкость, трудоемкость, себестоимость.

Анализ технологичности проводится, как правило, в два этапа: качественный анализ и количественный анализ.

Так, детали типа валов признаются технологичными, если они отвечают следующим требованиям [3, 16]:

- возможность максимального приближения формы и размеров заготовки к размерам и форме детали;
- возможность вести обработку проходными резцами;
- уменьшение диаметров поверхностей от середины к торцам вала или от одного торца к другому;
- возможность замены закрытых шпоночных пазов открытыми;
- жесткость вала обеспечивает достижение необходимой точности при обработке.

Зубчатые колеса признаются технологичными, если они имеют [3, 16]:

- центральное отверстие простой формы;
- простую конфигурацию наружного контура (наиболее технологичными являются зубчатые колеса простой формы без выступающих ступиц);
- ступицы с одной стороны, что позволяет вести обработку на зубофрезерных станках по две детали;
- симметрично расположенную перемычку между венцом и ступицей, что уменьшает коробление детали при термообработке;
- возможность штамповки фигурной перемычки между венцом и ступицей;
- достаточное расстояние между венцами для обработки на зубофрезерных станках (для двухвенцовых зубчатых колес).

Для всех классов деталей признаются нетехнологичными следующие элементы:

- глубокие отверстия ($l : d > 5$);
- отверстия, расположенные под углом к оси, плоскости и т. п.;
- глухие отверстия с резьбой;
- закрытые с одной или двух сторон пазы.

Не являются нетехнологичными требования к точности размеров и формы поверхностей деталей и шероховатости, т. к. они вытекают из служебного назначения детали и не определяют ее конструкцию.

Количественная оценка технологичности выполняется согласно ГОСТ 14.201–73.

Заканчивается этот раздел проекта выводами о технологичности конструкции детали.

3.5 Определение типа производства

Тип производства в соответствии с ГОСТ 3.1108–74 характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает число различных операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца.

Студенты машиностроительного факультета могут выполнять курсовую работу по материалам второй конструкторско-технологической практики, имея базовый вариант технологического процесса. Поэтому для предварительного расчета коэффициента закрепления операций могут быть использованы нормы времени $t_{ум}$ или $t_{ум.к}$, взятые из базового техпроцесса.

Для расчета коэффициента закрепления операций составляется таблица 1. В графу 1 записываются все операции базового техпроцесса, в графу 2 – нормы времени $t_{ум}$ или $t_{ум.к}$.

Таблица 1 – Расчет коэффициента закрепления операций

Операция	$t_{ум.к}$, МИН	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
1	2	3	4	5	6
05 Токарная	4,2	0,084	1	0,084	9,20
10 Протяжная	1,2	0,024	1	0,024	33,3
15 Зубофрезерная	8,6	0,178	1	0,178	4,49
20 Зубошевинговальная	3,4	0,070	1	0,070	11,43
25 Внутришлифовальная	4,1	0,085	1	0,085	9,41
30 Плоскошлифовальная	3,6	0,074	1	0,074	10,81
			$\Sigma P = 6$		$\Sigma O = 78,64$

Определяется расчетное количество станков m_p для каждой операции:

$$m_p = \frac{N \cdot t_{ум(ум.к)}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (1)$$

где N – годовой объем выпуска деталей, шт.;

$t_{ум(ум.к)}$ – штучное или штучно-калькуляционное время, мин;

F_d – действительный годовой фонд времени, ч;

$\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для расчетов в курсовом проекте принимается $\eta_{з.н.} = 0,75 \dots 0,85$).

Принятое число рабочих мест P (графа 4) устанавливают округлением значений m_p (графа 3) до ближайшего большего целого числа.

Далее для каждой операции значение фактического коэффициента загрузки (графа 5) вычисляют как

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}. \quad (2)$$

Количество операций (графа б), выполняемых на рабочем месте, определяется по формуле

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}. \quad (3)$$

Коэффициент закрепления операций рассчитывается по формуле

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}. \quad (4)$$

По ГОСТ 3.1121–84 приняты следующие значения коэффициента закрепления операций $K_{з.о.}$:

- массовое производство, $K_{з.о.} = 1$;
- крупносерийное производство, $K_{з.о.} = 2...10$;
- среднесерийное производство, $K_{з.о.} = 10...20$;
- мелкосерийное производство, $K_{з.о.} = 20...40$;
- единичное производство, $K_{з.о.} > 40$.

В качестве примера рассмотрим техпроцесс изготовления шестерни (см. таблицу 1). Точно рассчитываем только токарную операцию.

Исходные данные: $N = 4000$ деталей; $F_d = 4016$ ч; $\eta_{з.н.} = 0,8$; $t_{ум.к} = 4,2$ мин.

Расчетное количество станков определяем по формуле (1):

$$m_p = \frac{4000 \cdot 4,2}{60 \cdot 4016 \cdot 0,8} = 0,087.$$

Принятое число рабочих мест $P = 1$.

Коэффициент загрузки станка рассчитываем по формуле (2):

$$h_{з.ф.} = \frac{0,087}{1} = 0,087.$$

Количество операций, выполняемых на рабочем месте, находим по формуле (3):

$$O = \frac{0,8}{0,087} = 9,2.$$

Коэффициент закрепления операций согласно формуле (4):

$$K_{з.о.} = \frac{78,64}{6} = 13,1.$$

Следовательно, производство шестерни будет среднесерийным.

Для серийного производства рассчитывается размер партии деталей по формуле

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi}, \quad (5)$$

где a – количество дней запаса деталей на складе;

Φ – количество рабочих дней в году.

Рекомендуется принимать $a = 2...3$ дня для крупных деталей, $a = 3...5$ дней для средних деталей, $a = 5...10$ дней для мелких деталей.

Для массового и крупносерийного производства рассчитывается такт выпуска по формуле

$$t_e = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (6)$$

где F_d – годовой фонд времени работы оборудования, ч.

При отсутствии базового техпроцесса тип производства предварительно может быть определен по годовому выпуску и массе деталей (таблицы 2 и 3).

Таблица 2 – Выбор типа производства по годовому выпуску и массе деталей

Тип производства	Годовой объем выпуска деталей, шт.		
	крупных, 50 кг и более	средних, 8...50 кг	мелких, до 8 кг
Единичное	До 5	До 10	До 100
Среднее	5...1000	10...5000	100...50000
Массовое	Св. 1000	Св. 5000	Св. 50000

При этом после расчета норм времени по всем операциям (подразд. 3.11) выполняется раздел «Уточнение типа производства» на основе расчета коэффициента закрепления операций по приведенной выше методике.

Далее, после разработки собственного техпроцесса на заданную деталь, необходимо уточнить тип производства по расчету коэффициента закрепления операций.

Таблица 3 – Выбор серийности производства

Серийность производства	Количество деталей в партии (серии), шт.		
	крупных, 50 кг и более	средних, 8...50 кг	мелких, до 5 кг
Мелкосерийное	5...10	5...25	10...50
Среднесерийное	11...50	26...200	51...500
Крупносерийное	Св. 50	Св. 200	Св. 500

3.6 Анализ базового техпроцесса

Студенты, не имеющие базового техпроцесса, раздел не выполняют.

Разработка нового техпроцесса изготовления детали начинается с анализа существующего техпроцесса.

При анализе существующего техпроцесса рекомендуется [3]:

- определить соответствие метода получения заготовки установленному типу производства;
- рассмотреть выбор черновых, чистовых и промежуточных баз на операциях технологического процесса, выявить соблюдение принципов постоянства и совмещения баз;
- установить, соответствует ли последовательность и количество операций (переходов) техпроцесса для обеспечения заданной точности поверхностей детали, имеющих минимальные значения допусков на размер, форму и их взаимное расположение;
- установить соответствие параметров принятого оборудования размерам обрабатываемой детали, точности обработки, производительности;
- рассмотреть степень концентрации операций (переходов) технологического процесса;
- определить степень применимости высокопроизводительного режущего инструмента и новых марок материалов его режущей части;
- определить степень оснащенности техпроцесса механизированными приспособлениями.

Для выполнения этого раздела в пояснительной записке приводится маршрутный базовый техпроцесс с кратким содержанием операций.

По результатам анализа излагаются предложения по совершенствованию техпроцесса и разрабатывается новый техпроцесс.

3.7 Выбор 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 и в подразд. 3.13 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 осуществляется их сравнение.

Стоимость заготовок из проката рассчитывается по формуле [3, 16]

$$S_2 = M + \Sigma C_{o.3}, \quad (7)$$

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 формуле

$$M = Q \cdot S - (Q - q) S_{отх}, \quad (8)$$

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 неkratности длины заготовки длине прутка. Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590–71 поставляется в прутках длиной 2...6 м.

$$\Sigma C_{o.3} = \frac{C_{н.з} \cdot t_{ум(ум.к)}}{60}, \quad (9)$$

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

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

Примерные значения приведенных затрат $C_{н.з}$ приведены в [3, 16].

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

$$t_{ум(ум.к)} = \frac{L_{рез} + y}{S_m} \cdot \phi, \quad (10)$$

где $L_{рез}$ – длина резания при резании проката на штучные заготовки (может быть принята равной диаметру проката $L_{рез} = D$), 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, 16]

$$S_2 = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - q) S_{отх}, \quad (11)$$

где C_i – базовая стоимость одной тонны 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 (11) вычерчивается ее эскиз, назначаются припуски, устанавливаются размеры, по которым рассчитывается объем и масса заготовки Q .

Для штампованных заготовок по ГОСТ 7505–89 устанавливаются:

– группа материала M ;

– класс точности T ;

– степень сложности C ;

– исходный индекс.

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

Параметры литых заготовок определяются по ГОСТ 26645–85. Пример определения литых заготовок приведен в [16].

Заканчивается этот раздел расчетом экономического эффекта:

$$\mathcal{E}_{заг} = (S_1 - S_2) N, \quad (12)$$

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

N – годовой объем выпуска деталей.

3.8 Принятый маршрутный техпроцесс

На основе анализа базового техпроцесса, выполненного в подразд. 3.6, составляется новый маршрутный техпроцесс изготовления детали. При этом осуществляется обоснование выбора черновых и чистовых технологических баз, особое внимание обращается на обеспечение принципов постоянства и совмещения баз. Если принципы постоянства и совмещения баз не выдерживаются, то следует дать обоснование необходимости смены баз.

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

Принятый маршрутный процесс оформляется в виде таблицы 4. Таблицу целесообразно расположить на отдельной странице (нескольких страницах) вдоль длинной стороны листа.

Таблица 4 – Маршрутный техпроцесс изготовления вала

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	MP-77	Фреза торцовая Ø 125; T5K10. Сверло центровочное Ø 4; P6M5	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	16K20Ф3	Резец проходной 16x25, T5K10. Резец канавочный T5K10	Центровые отверстия
15	Вертикально-фрезерная 1 Фрезерование шпоночного паза ($\rho = 12N9, l = 30$)	6M12П	Фреза шпоночная Ø 12; P6M5	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

$$\varepsilon_0 = \frac{T_{заг}}{T_{дет}}, \quad (13)$$

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

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

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

$$\varepsilon_{np} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \dots \cdot \varepsilon_n = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i, \quad (14)$$

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:

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{заг}}{T_1}; \quad \varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2}; \quad \varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3}; \quad \varepsilon_n = \frac{T_{n-1}}{T_n}, \quad (15)$$

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

$$\varepsilon_0 \leq \varepsilon_{пр}.$$

Значение допусков $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$ принимаются по [12, таблицы 4 и 5].

Пример – Обработка поверхности вала.

Исходные данные: размер детали $\varnothing 55$ к4 ($^{+0,021}_{+0,002}$); размер заготовки $\varnothing 60$ к6 ($^{+1,8}_{-1,0}$); допуск заготовки $T_{заг} = 2,8$ мм; допуск детали $T_{дет} = 0,019$ мм.

Решение

Необходимое общее уточнение рассчитываем по формуле (13):

$$\varepsilon_0 = \frac{2,8}{0,019} = 147,368.$$

Для обработки поверхности $\varnothing 55$ к6 принимаем следующий маршрут:

- черновое точение;
- чистовое точение;
- шлифование предварительное;
- шлифование тонкое.

Выписываем допуски на межоперационные размеры [12, таблица 3]:
 $T_1 = 0,46$ мм (квалитет точности IT13); $T_2 = 0,074$ мм (квалитет точности IT9);
 $T_3 = 0,046$ мм (квалитет точности IT8). Тонкое шлифование согласно той же таблице может обеспечивать точность по пятому квалитету (IT5), по чертежу детали требуется только шестой квалитет. Принимаем $T_4 = 0,013$ мм (IT5).

Рассчитываем промежуточное значение уточнений по формуле (15):

$$\varepsilon_1 = \frac{2,8}{0,46} = 6,09; \quad \varepsilon_2 = \frac{0,46}{0,074} = 6,22; \quad \varepsilon_3 = \frac{0,074}{0,046} = 1,61; \quad \varepsilon_4 = \frac{0,046}{0,013} = 3,54.$$

Определяем общее уточнение для принятого маршрута обработки по формуле (14):

$$\varepsilon_{np} = 6,09 \cdot 6,22 \cdot 1,61 \cdot 3,54 = 215,89.$$

Полученное значение ε_{np} показывает, что при принятом маршруте точность обработки поверхности $\varnothing 55$ к6 обеспечивается, т. к. $\varepsilon_0 < \varepsilon_{np}$, т. е. $147,38 < 215,89$.

3.9 Расчет припусков на обработку

В курсовом проекте 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 [3, 16]. Все расчеты заканчиваются проверкой правильности их выполнения.

Все расчетные формулы, справочные сведения и примеры расчетов приведены в [3, 16].

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 5.

Таблица 5 – Припуски и предельные отклонения на обрабатываемые поверхности

Размер детали	Припуск, мм		Предельное отклонение, мм
	табличный	расчетный	
$\varnothing 55$ к6	–	$2 \cdot 2,5$	+1,8 –1,0
$\varnothing 60$ 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

3.10 Расчет режимов резания

В курсовом проекте подробно рассчитываются режимы резания на две разнохарактерные операции: на одну операцию – по аналитическим формулам теории резания металлов, на другую – по нормативам.

Расчет режимов резания с использованием аналитических формул выполняется по [10, 11, 13–15].

Для расчетов режимов резания по нормативам могут быть использованы [6–11].

Расчет режимов резания для всех операций начинается с описания исходных условий обработки. В него включены: номер и наименование операции; краткое содержание операции; наименование и модель станка; наименование режущего инструмента, его размеры, марка материала режущей части.

Далее определяется глубина резания с учетом величины припуска и маршрутной технологии обработки поверхности (черновая обработка, чистовая обработка, окончательная обработка и т. д.). При этом на чистовую и отделочную обработку оставляется, как правило, 20...30 % общего припуска.

Подача на оборот S_o (подача на зуб S_z при фрезеровании) выбирается в зависимости от глубины резания по справочникам. Справочные значения подачи корректируются и принимаются окончательно по паспортным данным станка выбранной модели [3, 11].

Скорость резания V_p , м/с, рассчитывается по формулам теории резания или нормативам. По полученному значению скорости расчетная частота вращения n_p , мин⁻¹, шпинделя определяется как

$$n_p = \frac{60000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}, \quad (16)$$

где D – диаметр детали или инструмента, мм.

Полученное значение частоты вращения корректируется (принимается меньшее) по паспорту станка и принимается окончательно. По принятой частоте вращения определяется действительная скорость резания

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60000}. \quad (17)$$

В заключение рассчитывается эффективная мощность резания N_ε , кВт, и сравнивается с мощностью главного привода станка N_{cm} с учетом его КПД.

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 6).

Таблица 6 – Сводная таблица режимов резания

Номер операции	Наименование операции, перехода	Глубина резания t , мм	Длина резания $L_{рез}$, мм	Подача S_0 , мм/об		Скорость V , м/с		Частота вращения, мин ⁻¹		Минутная подача S_m , мм/мин	Основное время t_o , мин
				расчетная	принятая	расчетная	принятая	расчетная	принятая		
05	Токарная с ЧПУ 1 Точение черновое Ø 40 Ø 50	2,0	25	0,4	0,36	1,97	1,67	939	800	288	0,1
		1,5	40	0,4	0,36	1,97	1,65	751	630	227	0,19
10	Сверлильная 1 Сверление отверстия Ø 10	5	16	0,18	0,16	0,32	0,3	605	580	92,8	0,24

3.11 Расчет норм времени

Расчет норм времени выполняется для тех операций, на которые рассчитаны режимы резания в подразд. 3.10.

В крупносерийном и массовом производствах определяется норма штучного времени:

$$t_{шт} = t_o + t_g + t_{обс} + t_{отд}, \quad (18)$$

где t_o – основное время;

t_g – вспомогательное время;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места;

$t_{отд}$ – время на отдых.

В мелко- и среднесерийном производствах рассчитывается норма штучно-калькуляционного времени:

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{н.з}}{n}, \quad (19)$$

где $t_{н.з}$ – подготовительно-заключительное время;

n – размер партии деталей (см. подразд. 3.5).

Основное время определяется по формуле

$$t_o = \frac{L_{рез} + y}{S_0 \cdot n} \cdot i, \quad (20)$$

где $L_{рез}$ – длина резания;

3.12 Экономическое обоснование принятого варианта техпроцесса

В курсовом проекте сравниваются два варианта технологического процесса: базовый и проектируемый. В качестве базового варианта принимается заводской технологический процесс. При отсутствии базового варианта в проекте рассматриваются (сравниваются) два возможных варианта изготовления детали.

Все расчеты раздела выполняются с использованием цен и тарифных ставок, действующих в Республике Беларусь на момент выполнения расчетов.

При оценке эффективности того или иного варианта техпроцесса наиболее выгодным признается тот, в котором сумма текущих и приведенных капитальных затрат на единицу продукции будет минимальной.

Расчеты приведенных затрат и технологической себестоимости выполняются для всех изменяющихся операций техпроцесса.

Приведенные затраты для двух сравниваемых вариантов техпроцесса рассчитываются по следующей формуле [3]:

$$Z = C + E_n(K_c + K_{зд}), \quad (24)$$

где C – технологическая себестоимость, р.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, $E_n = 0,1$;

$K_c, K_{зд}$ – удельные капитальные вложения в станок и здание соответственно.

Расчет основной и дополнительной зарплаты выполняется по формуле

$$C_z = C_q \cdot K_d \cdot Z_n \cdot K_{о.м.}, \quad (25)$$

где C_q – часовая тарифная ставка рабочего (принимается по установленным тарифным ставкам), р./ч;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату и начисления, $K_d = 1,7$;

Z_n – коэффициент, учитывающий оплату наладчика, $Z_n = 1,0$;

$K_{о.м.}$ – коэффициент, учитывающий оплату рабочего при многостаночном обслуживании, $K_{о.м.} = 1,0$.

Расчет часовых затрат по эксплуатации рабочего места выполняется по формуле

$$C_{эксп} = C_{ч.з.} \cdot K_m, \quad (26)$$

где $C_{ч.з.}$ – часовые затраты на базовом рабочем месте (по материалам производственной практики), р./ч;

K_m – коэффициент, показывающий, во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше, чем аналогичные расходы, связанные с работой на базовом станке [3, приложение 2].

Удельные капитальные вложения в станок определяются по формуле

$$K_c = \frac{Ц_c \cdot K_m \cdot C_n}{N}, \quad (27)$$

где $Ц_c$ – отпускная цена станка, р.;

K_m – коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и монтаж, $K_m = 1,1$;

C_n – принятое число станков на операцию, $C_n = 1,0$;

N – годовой объем выпуска деталей.

Удельные капитальные вложения в здание рассчитываются по формуле

$$K_{зд} = \frac{C_{пл} \cdot П_c \cdot C_n}{N}, \quad (28)$$

где $C_{пл}$ – стоимость 1 м² производственной площади (принимается по материалам производственной практики), р./м²;

$П_c$ – площадь, занимаемая станком с учетом проходов, м²;

C_n – принятое число станков на операцию, $C_n = 1,0$.

Площадь, занимаемая станком $П_c$, определяется по формуле

$$П_c = f \cdot K_c, \quad (29)$$

где f – площадь станка в плане, м²;

K_c – коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь ($K_c = 3,5$ при $f = 2...4$ м²; $K_c = 3$ при $f = 4...6$ м²; $K_c = 4$ при $f < 2$ м²).

Технологическая себестоимость рассчитывается для всех операций по формуле

$$C = (C_z + C_{эксн}) \frac{t_{ум}}{60}. \quad (30)$$

Экономический эффект от внедрения принятого варианта технологического процесса определяется по формуле

$$Э = (З_{баз} - З_{пр})N, \quad (31)$$

где $З_{баз}$ – приведенные затраты по базовому варианту техпроцесса;

$З_{пр}$ – приведенные затраты по проектируемому варианту.

Результаты расчетов приведенных затрат сводятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Результаты расчетов приведенных затрат

Операция	Модель станка	$t_{шт},$ мин	$C_z, \text{ р.}$	$C_{эксп}, \text{ р.}$	$K_c, \text{ р.}$	$K_{зд}, \text{ р.}$	$C, \text{ р.}$
<i>Базовый вариант</i>							
010 Токарная	16К20	7,8	(25)	(26)	(27)	(28)	(30)
025 Сверлильная	2Н155	6,4	(25)	(26)	(27)	(28)	(30)
Итого		Σ	Σ	Σ			Σ
<i>Проектируемый вариант</i>							
05 Токарная с ЧПУ	16К20Т1	2,3	(25)	(26)	(27)	(28)	(30)
20 Сверлильная с ЧПУ	2Р135Ф	3,4	(25)	(26)	(27)	(28)	(30)
Итого		Σ	Σ	Σ			Σ
<i>Примечание – В скобках указаны номера формул, по которым выполняются расчеты</i>							

3.13 Расчет и проектирование станочного приспособления

Этот раздел следует выполнять в соответствии с [16]. Он 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».

Разработанная в проекте конструкция приспособления должна обеспечивать необходимую точность обработки детали. Это означает, что суммарная погрешность $\Sigma \varepsilon$ при обработке детали не должна превышать допуска T_{np} на размер, т. е.

$$\Sigma \varepsilon < T_{np}.$$

Расчет приспособления на точность выполняется по [16].

3.14 Расчет и проектирование контрольного приспособления

Этот раздел следует выполнять в соответствии с [16]. Он должен содержать следующие подразделы:

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

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

Расчет привода приспособления начинается с составления схемы всех действующих на деталь сил: массы детали, 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 точность определяются его наиболее нагруженные элементы: центра, упоры, оси, опоры и т. д.

Разработанная в проекте конструкция приспособления должна обеспечивать необходимую точность контролируемых поверхностей детали. Это означает, что суммарная погрешность $\Sigma \varepsilon_k$ при установке детали в приспособление не должна превышать допуска $T_{пр.к}$ на отклонение формы контролируемой поверхности, т. е.

$$\Sigma \varepsilon_k < T_{пр.к},$$

где $T_{пр.к} = (0,2 \dots 0,3) T$;

T – допуск на контролируемый размер детали.

Расчет приспособления на точность выполняется по [16].

4 Графическая часть курсовой работы

4.1 Чертеж заготовки

Заготовки из проката в графической части работы 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 [12, 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.

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 concentричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки (для поковок 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 отдельно; *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.

4.2 Чертеж детали

Чертеж детали должен соответствовать требованиям действующих стандартов ЕСКД.

Перед изображением исходный чертеж (синька) должен быть тщательно отредактирован согласно требованиям новых ГОСТов. При обозначении шероховатости целесообразно использовать рекомендации, представленные в таблице 9, допуски номинальных размеров, представленные в таблице 10.

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, ±IT14/2 (по квалитетам точности 14, 15 или 16).

Таблица 9 – Параметры шероховатости по ГОСТ 2.309–73

Класс шероховатости (ГОСТ 2789–59)	R_a , мкм		R_z , мкм	
	Диапазон	Предпочтительное значение	Диапазон	Предпочтительное значение
1	2	3	4	5
∇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

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	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	–

Таблица 10 – Допуски для размеров от 1 до 500 мм

Интервал номинальных размеров		Квалитет											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
свыше	до	мкм						мм					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
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

4.3 Чертежи операционных эскизов

В графической части курсового проекта выполняются операционные эскизы на **шесть** разнохарактерных технологических операций, например, на токарную, сверлильную, протяжную, зубодолбежную, зубофрезерную, зубошпинговальную, внутришлифовальную, плоскошлифовальную и т. д.

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

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

Общий объем операционных эскизов в курсовом проекте составляет 1,5 листа формата А1.

Для выполнения эскизов рабочее поле (внутри рамки) формата А1 делится на четыре равные части тонкими линиями. В каждом получившемся формате вычерчивается эскиз одной операции. В левом верхнем углу записывается номер и наименование операции, например «Операция 05 – токарная с ЧПУ». В правом нижнем углу размещается таблица с режимами резания, которая приведена на рисунке 1, если в операции используется несколько режущих инструментов – на рисунке 2.

Таблица 1.2 – Режимы резания при одноинструментной обработке

Наименование и модель станка	V , м/с	n , мин ⁻¹	t , мм	S_o , мм/об	S_M , мм/мин	t_o , мин	t_{um} , мин

Рисунок 1 – Режимы резания при одноинструментной обработке

Таблица 1.3 – Режимы резания при многоинструментной обработке

	4							
	3							
	2							
	1							
Наименование и модель станка	Номер инструмента	V , м/с	n , мин ⁻¹	t , мм	S_o , мм/об	S_M , мм/мин	t_o , мин	t_{um} , мин

Рисунок 2 – Режимы резания при многоинструментной обработке

При изображении операции, которая выполняется на многошпиндельных (многопозиционных) станках, количество форматов, на которые делится формат А1, равно количеству позиций, включая загрузочную позицию. Деталь на эскизах изображается в рабочем положении, закрепленной в приспособлении.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть достаточным для четкого представления о форме, размерных связях обрабатываемых поверхностей с другими поверхностями детали, а также о принципе действия и конструктивной схеме приспособления.

Режущий инструмент на эскизах изображается закрепленным в шпинделе (патроне, резцедержателе) **в конечном положении** после обработки. **Мерные инструменты** (сверла, зенкеры, развертки, метчики) показываются **в начальном положении** до обработки.

Деталь, приспособление и режущие инструменты на эскизах вычерчиваются в произвольном масштабе, но одном для всех эскизов.

На операционных эскизах обрабатываемые поверхности обводятся сплошными линиями толщиной **2S**.

На эскизах должны быть указаны:

- шероховатость обрабатываемых поверхностей;
- размеры обрабатываемых поверхностей с предельными отклонениями;
- допуски формы и взаимного расположения поверхностей, если они обеспечиваются на данной операции;
- направление движения инструментов и детали стрелками с буквенными обозначениями (D_v – главное движение резания; D_s – движение подачи; D_r – вспомогательное движение).

4.4 Чертеж станочного приспособления

В курсовом проекте на одну операцию разрабатывается конструкция станочного приспособления с выполнением сборочного чертежа. Количество проекций, видов, разрезов и сечений должно быть достаточным для однозначного понимания устройства и порядка работы приспособления.

На чертеже приспособления деталь изображается тонкими сплошными линиями и является «прозрачной».

На сборочном чертеже приспособления записываются технические требования, вытекающие из расчета приспособления на точность (см. подразд. 3.13).

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

На сборочный чертеж приспособления составляется спецификация.

4.5 Чертеж контрольного приспособления

В курсовом проекте для контроля наиболее точных поверхностей разрабатывается конструкция контрольного приспособления с выполнением сборочного чертежа. Количество проекций, видов, разрезов и сечений должно быть достаточным для однозначного понимания устройства и порядка работы приспособления.

На чертеже приспособления деталь изображается тонкими сплошными линиями и является «прозрачной».

На сборочном чертеже приспособления записываются технические требования, вытекающие из расчета приспособления на точность (см. подразд. 3.14).

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

На сборочный чертеж приспособления составляется спецификация.

4.6 Обозначение чертежей

В курсовом проекте принята следующая структура обозначения чертежей (рисунок 4).

КП.	000.	00.	00.	01.
Курсовая работа	Номер группы	Шифр (две последние цифры номера зачетной книжки)	Номер чертежа	Номер детали (позиции)

Рисунок 4 – Структура обозначения чертежей

Номера чертежей (предпоследняя группа цифр) присваивается следующим образом:

- чертеж детали – 01;
- чертеж заготовки – 05;
- чертежи операционных эскизов – 11;
- чертеж станочного приспособления – 21;
- чертеж контрольного приспособления – 31.

В пояснительной записке на всех листах записывается обозначение детали и буквы ПЗ.

Обозначение записывается в графе 2 и 26 основной надписи по ГОСТ 2.104–68.

В спецификации станочного и контрольного приспособлений графа «Обозначение» заполняется только для деталей:

- КП.971.42.21.01 – корпус (поз. 1);
- КП.971.42.31.02 – плита (поз. 2);
- КП.971.42.21.03 – стойка (поз. 3) и т. д.

Стандартные изделия обозначений не имеют.

5 Технологическая документация

5.1 Титульный лист

Технологическая документация выполняется в виде приложения к проекту со своим титульным листом (рисунок А.1).

5.2 Маршрутная карта

Маршрутная карта (МК) оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1118–82 по формам 1 и 1б (рисунок Б.1).

В маршрутной карте в строку с символом МО1 записывают наименование, сортament, размер и марку материала, обозначение стандарта.

В строке с символом МО2 должны быть отражены:

- код материала по классификатору;

– код единицы величины $EВ$ (массы, длины, площади и т. п.), допускается указывать единицы измерения величины, например, кг;

– масса детали $MД$;

– единица нормирования $ЕН$, например, 1, 10, 100;

– норма расхода материала $N_{расх.}$;

– коэффициент использования материала $КИМ$;

– код заготовки по классификатору;

– профиль и размеры исходной заготовки (габаритные размеры);

– количество деталей $КД$, изготавливаемых из одной заготовки;

– масса заготовки $MЗ$.

В строку с символом A 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.

Инструкции по охране труда

Токарные станки.....ИОТ№ 63;	Строгальные станки....ИОТ№ 71;
Резьботокарные станкиИОТ№ 64;	Долбежные станки.....ИОТ№ 72;
Токарные полуавтоматы	Зуборезные станкиИОТ№ 73;
и автоматы.....ИОТ№ 65;	Зубошлифовальные
Токарно-револьверные	Станки.....ИОТ№ 74;
станки.....ИОТ№ 66;	Сверлильные станки...ИОТ№ 75;
Фрезерные станки.....ИОТ№ 67;	Шлифовальные станки.ИОТ№ 76;
Расточные станкиИОТ№ 68;	Заточные станкиИОТ№ 78;
Отрезные станкиИОТ№ 69;	Полировальные станки.ИОТ№ 79.
Протяжные станки.....ИОТ№ 70;	Термическая.....ИОТ № 80

В строке с символом B должны быть отражены:

– модель оборудования;

– степень механизации $СМ$ (допускается не указывать);

– код профессии Проф. по классификатору ОКПДТР (в курсовом проекте допускается не указывать);

– разряд работы P , необходимой для выполнения операции;

– код условий труда $УТ$ (в курсовом проекте допускается не указывать);

– количество рабочих $КР$, занятых при выполнении операции;

– количество одновременно изготавливаемых (обрабатываемых) деталей $КОИД$;

– единица нормирования $ЕН$, на которую установлена норма времени, например, шт.;

– коэффициент штучного времени $K_{шт}$ при многостаночном обслуживании;

– оперативное время T_o ;

- норма подготовительно-заключительного времени $T_{п.з.}$ на операцию;
- норма штучного времени $T_{шт}$ на операцию.

5.3 Операционная карта

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 В.1).

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

Переходы нумеруют 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.

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 их условными обозначениями (номерами);
- 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 «*P*» 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.

5.4 Карта эскизов

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

В курсовых проектах карта эскизов выполняется по форме 7 и 7а ГОСТ 3.1105–84 (рисунок Г.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 допускается размещать несколько эскизов, относящихся к данной операции. При необходимости эскизы одной операции размещаются на нескольких листах карты эскизов.

5.5 Карты контроля

Карта контроля (КК) оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1502–85 формы 1 и 1а (рисунки Д.1 и Е.1).

Вместе с картой контроля оформляется эскиз детали. На эскизе детали указываются все параметры готовой детали.

5.6 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:

- операционная карта (ОК) по формам 2 или 3 с продолжением по форме 2а (см. подразд. 5.2);
- карта наладки инструмента (КН/П) по формам 4 и 4а ГОСТ 3.1404–86;
- карта эскиза (КЭ) по форме 7а ГОСТ 3.1105–84;
- карта кодирования информации (ККИ) по форме 5 ГОСТ 3.1404–86.

Список литературы

- 1 Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.] ; под общ. ред. А. А. Жолобова, В. И. Аверченкова. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 444 с.
- 2 Технология машиностроения. Практикум : учебное пособие / Под ред. А. А. Жолобова. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 335 с.
- 3 **Бабук, В. В.** Дипломное проектирование по технологии машиностроения / В. В. Бабук ; под общ. ред. В. В. Бабука. – Минск : Вышэйшая школа, 1979. – 464 с.
- 4 **Барановский, Ю. В.** Режимы резания металлов : справочник / Под ред. Ю. В. Барановского. – Москва : Машиностроение, 1972. – 407 с.
- 5 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. И. Баранчикова. – Москва : Машиностроение, 1990. – 400 с.
- 6 Технология машиностроения: сборник задач и упражнений : учебное пособие для вузов / В. И. Аверченков [и др.] ; под ред. В. И. Аверченкова и Е. А. Польского. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2010. – 288 с.
- 7 **Горбацевич, А. Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – Минск : Вышэйшая школа, 1983. – 256 с.
- 8 **Горошкин, А. К.** Приспособления для металлорежущих станков : справочник / А. К. Горошкин. – Москва : Машиностроение, 1979. – 303 с.

- 9 **Жолобов, А. А.** Технология автоматизированного производства : учебник для вузов / А. А. Жолобов. – Минск : Дизайн ПРО, 2000. – 624 с.
- 10 Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – Москва : Машиностроение. – Т. 1. – 1985. – 656 с.
- 11 Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – Москва : Машиностроение. – Т. 2. – 1985. – 496 с.
- 12 **Михайлов, А. В.** Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебное пособие для вузов / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – Старый Оскол : ТНТ, 2012. – 336 с.
- 13 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования. Серийное производство. – Москва : Машиностроение, 1974. – 424 с.
- 14 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Зуборезные, горизонтально-расточные станки. – Москва : Машиностроение, 1974. – 406 с.
- 15 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – Москва : Машиностроение, 1974. – 415 с.
- 16 Общемашиностроительные нормативы режимов резания и времени для технического нормирования работ на протяжных станках. – Москва : Машиностроение, 1969. – 397 с.
- 17 Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование : учебное пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.] ; под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск : Изд-во В. Гревцова, 2010. – 400 с.
- 18 Технология машиностроения: учебное пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.] ; под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск : Новое знание, 2008. – 478 с.
- 19 Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.]; под общ. ред. А. А. Жолобова, В. И. Аверченкова. – 2-е изд., стер. – Старый Оскол: ТНТ, 2018. – 444 с.

Приложение А
(справочное)

Титульный лист на технологический процесс механической обработки

ГОСТ 3.115-68 Форма 2

Дисл.							
Взам.							
Подл.							
		3X 124/ 04.00.01.000		01.140.00001		40	1
		Белорусско-Российский университет		Zenker хвоспявой		P	
Министерство образования Республики Беларусь Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Белорусско-Российский университет Кафедра "Металлорежущие станки и инструменты"							

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Исполнитель: Студент гр. МСИ-181 Иванов А.А., Логвин В.А., Сухоцкий С.А., Хатетовский С.Н.

Консультант: _____

Нормоконтроль: _____

Утвердил: _____

ТЛ	
----	--

Рисунок А.1 – Титульный лист

Приложение Б (справочное)

Пример оформления маршрутных карт

ГОСТ 3.1404-86 Форма 1

Дубль.																		
Взам.																		
Подп.																		
Разработ.	Мельнич Н.И.										РК 080/06.00.00.000		10.140.00001					
Провер.	Петров П.П.										Белорусско-Российский университет							
Утв.	Гидаров С.С.										Развертка коническая							
Н.контр.	Васильев В.В.																	
М01	Круг В 26×55 Гост 2590-88-Р6М5 ГОСТ 19265-73 / Круг В26×95,5 Гост 2590-88-45 ГОСТ 1050-88																	
М02	Код	Кг	0,3	1	0,3	0,5	-	Ø26×148	1	0,6								
А	Цех	Уч.	ФМ	Опер.	Код, наименование операции			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Гн.з.	Лит
Б	Код, наименование оборудования										Обозначение документа							
А 03				005	Абразивно-отрезная				ИОТ № 69									
Б 04					МФ-332			2	Отр.	3	Сп/н	1	1	шт.	236	1	7,0	0,78
05																		
А 06				010	Абразивно-отрезная				ИОТ № 69									
Б 07					МФ-332			2	Отр.	3	Сп/н	1	1	шт.	236	1	7,0	0,78
08																		
А 09				015	Токарная				ИОТ № 69									
Б 10					1А616			2	Ток.	3	Сп/н	1	1	шт.	236	1	28,0	4,32
11																		
А 12				020	Токарная				ИОТ № 69									
Б 13					1А616			2	Ток.	3	Сп/н	1	1	шт.	236	1	28,0	4,32
14																		
А 15				025	Сварочная				ИОТ № 80									
Б 16					П/а МФ-327			2	Свар.	3	Сп/н	1	1	шт.	236	1		
МПС																		

Рисунок Б.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.104-86 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Подп.														
<i>Развертка коническая</i>													2			
													PK 080/05.00.00.000		10.1.4.0.00001	
А			Обозначение документа										Титл			
Цех	Уч.	РМ	Спер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Гр.з.	Титл	
Б			Код, наименование оборудования													
А 03				030	Термическая											
Б 04					Печь Ш100	3	Терм.	3	Сп/н	1	шт.	236	10			
05																
А 06				035	Правильная											
Б 07					Призмы	3	Слес.	3	Сп/н	1	шт.	236	1			
08																
А 09				040	Токарная											
Б 10					1А616	2	Ток.	3	Сп/н	1	шт.	236	1	28,0	4,28	
11																
А 12				045	Фрезерно-центровальная											
Б 13					МР-71М	2	Фрез.	3	Сп/н	1	шт.	236	1	10,0	0,88	
14																
А 15				050	Токарно-копировальная											
Б 16					1Н713	2	Ток.	2	Сп/н	1	шт.	236	1	17,0	1,28	
17																
															МК	

Окончание рисунка Б.1

Дубл. Взам. Подл.		ГОСТ 31404-86										Форма За	
Колесо зубчатое												2	
СА111/04.04.00.016												030	
P	Д или В	Л	Т	И	С	п	н	в	н	н	н	н	н
0 01	4	Точить канавку, выдерживая размеры 7-9											
Т 02	Резец канав. специальный, шаблон специальный												
P 03	Ø62	2	0,5	1	0,125	160	33,7						
04													
05	Контроль исполнителем – 100%												
06	Контроль ОТК – 20%												
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
OK													

Окончание рисунка В.1

Приложение Г (справочное)

Пример оформления карт эскизов

ГОСТ 3.1404-86 форма 7												
Дубл.						2	1					
Взам.												
Подл.												
Токарно-винторезная												
Разраб.	Иванов И.И.		Белорусско-Российский				20.140.00001					
Провер.	Петров П.П.		университет									
Н. контр.	Одоров С.С.		СА 111/ 04.04.00.016									
			Колесо зубчатое									
Переход 1			Переход 2									
									Ra 6,3			
КЭ												

Рисунок Г.1 – Карта эскизов

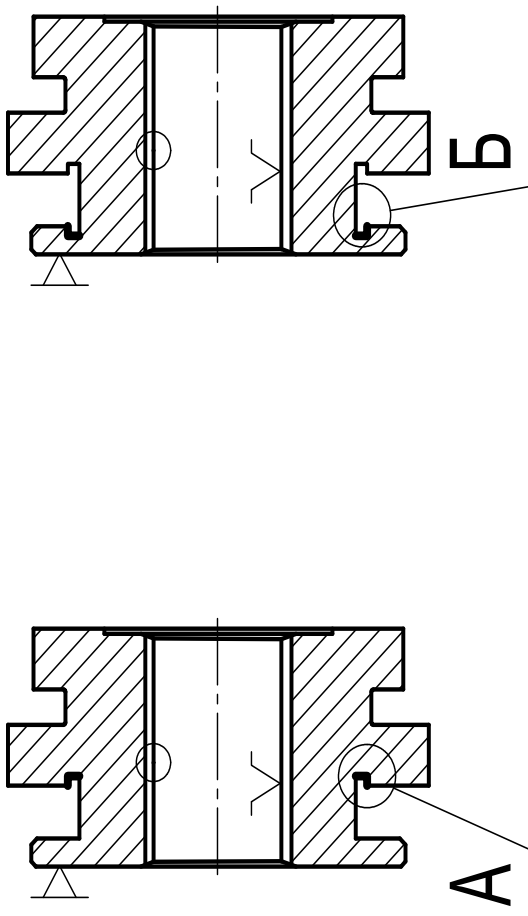
ГОСТ 3.1404-86 форма 7а

Дубл.										
Взам.										
Подл.										
Токарно-винторезная										
						CA 111/ 04.04.00.016		20.140.00001	2	030

▽ Ra 6,3

Переход 3

Переход 4



A, Б

КЭ

Окончание рисунка Г.1

Приложение Д (справочное)

Пример оформления контрольных карт

ГОСТ 3.1404-86 форма 3

Дубль														
Взят														
Подл.											2		1	
Разраб. Проф.						СА 111/04.04.00.016		60.140.00001						
						Белорусско-Российский университет								
Н.контр						Колесо зубчатое		085						
Наименование операции													МД	
Контрольная													1,2	
Наименование оборудования														
Стол контролера													Обозначение НОТ	
Р	Контролируемые параметры	Код средств ТО		Наименование средств ТО		Объем и ТК		То/Тв						
01	Проверить :													
02	1 Наличие фасок, отсутствие													
03	сколов, забоин, раковин	Визуально						100						
04	2 Линейные размеры													
05	1, 2, 3	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,05		ГОСТ 160-80		20								
06	3 Диаметральные размеры													
07	4, 5, 6	Скобы регулируемые		ГОСТ 18362-73		100								
08	4 Остальные размеры													
09	7, 8, 9, 10	Оправка контрольная специальная												
10	11, 12	Эвольвентомер БВ-5062				50								
11	13	Шаблон специальный												
12	5 Биение													
13	14, 15, 16	Приспособление контрольное специальное				100								
КК														

Рисунок Д.1 – Контрольная карта

ГОСТ 31404-86 Форма За

Дифл.	Взам.	Подп.											№
													2
Контрольная													085
Р	Контролируемые параметры	Код средств ТО	Наименование средств ТО	Объем и ПК	То/Тб								
01	7 Шероховатость												
02	17, 18, 19, 20, 21, 22		Образцы шероховатостей ГОСТ 9378-75	40									
03			Профилометр-профилограф А1, 250										
04			ГОСТ 19300-86	40									
05	Технические требования												
06	пункта 1		Прибор Роквелла ТК 2М ГОСТ 12165-80	20									
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
КК													

Окончание рисунка Д.1

Приложение Е (справочное)

Пример оформления операционных карт на контрольные операции

ГОСТ 3.1404-86 форма 7

Дубл.									
Взам.									
Подл.									
Контрольная									
Разраб.	Белорусско-Российский университет				СА 111/ 04.04.00.016		20.140.00001		
Провер.					Колесо зубчатое				
Н. контр.							085		

▽ Ra 6,3 (✓)

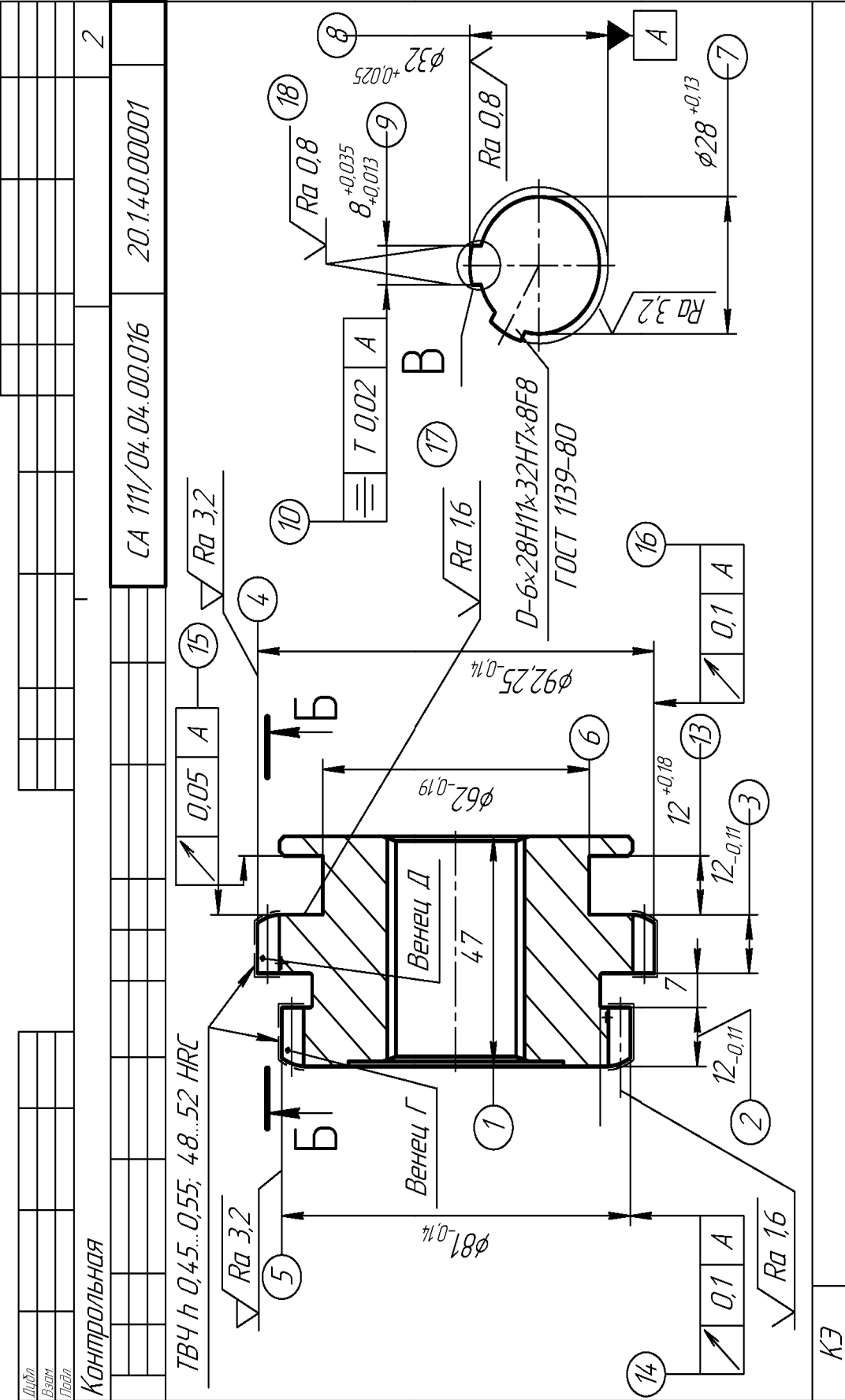
Обозначение венца	Г	Д
Модуль	т	2,25
Число зубьев	z	30
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения исходного контура	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	по	8-7-7-A
Длина общей нормали	Wп	24,319 ^{-0,151} _{-0,251}
Делительный диаметр	d	76,5
Другие справочные данные		8-7-7-B
		31,119 ^{-0,121} _{-0,191}
		87,75

1. 28...32 HRC, кроме места, обозначенного особо.
2. Неуказанные радиусы 0,5 max.
3. h14, ±JT14/ 2.

КЭ	
----	--

Рисунок Е.1 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 форма 7а



Окончание рисунка Е.1