МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
(ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»)

Факультет информационных технологий и систем
Кафедра компьютерных систем управления

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовому проекту по дисциплине “Программирование и настройка систем ЧПУ”

Разработала: к.т.н., доцент кафедры
компьютерных систем управления
Лилия Ивановна Мартинова

Москва 2017

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовой работе по дисциплине “Программированная и настройка систем с ЧПУ”

Целью курсовой работы является закрепление знаний и навыков по программированию систем ЧПУ, а также выбору архитектуры системы ЧПУ, полученных на лекциях, лабораторных и практических работах по курсу “Программирование и настройка систем ЧПУ”.

Объем пояснительной записки ≈ 30 листов

Задание на проектирование выдает преподаватель (при необходимости оно может быть уточнено).

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОДЕРЖАНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Титульный лист

Задание:

a) Задание 1- для проектирования схемы станка и структуры системы управления для станка с ЧПУ.
b) Задание 2 - для разработки управляющей программы. Чертеж детали с указанием размеров и параметров качества обработки**.**

Раздел 1. Разработка структуры системы управления для станка с ЧПУ

1.1. Описание станка и его назначения.
1.2. Реализация в системе управления кинематической схемы станка
1.2.1. Уточнение кинематической схемы станка.
1.2.2. Спецификация координатных осей и их параметров.
1.2.3. Выбор приводов для управляемых осей.
1.3. Решение задач автоматизации вспомогательных переходов и обслуживания станка.
1.4. Разработка принципиальной схемы подключения компонентов системы ЧПУ.
1.5.Выводы по первому разделу.
1.6.

Раздел 2. Разработка управляющей программы обработки заготовки на станке с ЧПУ

2.1.Технологическая подготовка
2.1.1. Анализ формы детали и выбор технологического оборудования и системы УЧПУ
2.1.2. Выбор заготовки и определение размеров заготовки. Эскиз заготовки.
2.1.3. Разработка операционного технологического процесса.
2.1.3.1. Выбор схемы установки и закрепления заготовки.
2.1.3.2. Назначение технологических переходов.

2.1.3.3. Выбор инструментов.
2.1.3.4. Назначение режимов обработки
2.1.3.5. Составление операционного эскиза и операционной карты

2.2. Разработка управляющей программы.

2.2.1. Выбор координатной системы и «нулевой точки» управляющей программы.

2.2.2. Разработка расчетно-технологической карты – РТК. Построение эквидистанты.

2.2.3. Заполнение таблицы координат опорных точек и режимов обработки.

2.2.4. Разработка управляющей программы.

2.3. Выводы по второму разделу

Методические указания по выполнению курсового проекта

Раздел 1. Разработка структуры системы управления для станка с ЧПУ

1.1. Описание станка и его назначения

На листе формата А4 приводится схема станка, выполненная в любом графическом редакторе, в соответствии с заданием (Схема выполняется в соответствии с правилами выполнения эскизных проектов - см. ГОСТ 2.119-73 «ЕСКД. Эскизный проект»).

Приводится описание станка:

- технологическое назначение: для каких операций предназначен, какого типа детали можно изготавливать, какие режущие инструменты используются, какого типа заготовки можно использовать, где устанавливается заготовка;

- описание главных исполнительных органов станка: органы главного движения и движения подачи;

- описание механизмов вспомогательных движений (смена инструмента, включение, выключение СОЖ и др.);

- описание механизмов вспомогательных и обслуживающих движений (смена заготовки, удаление стружки и др.).

1.2. Реализация в системе управления схемы станка

1.2.1. Уточнение схемы станка

В соответствии с описанием станка (п.1.1.) уточняется перечень задач, которые должны реализовываться станком и уточняется схема станка.

1.2.2. Спецификация координатных осей их параметров

На листе формата А4 приводится схема станка с указанием координатных осей (линейных и поворотных) их положительных направлений, а также параметров (предельные перемещения, диапазоны скоростей, наличие скоростей холостых перемещений (с указанием величины). Выполняется в соответствии с ГОСТ 2.119-73 «ЕСКД. Эскизный проект».

1.2.3. Выбор приводов для управляемых осей

Для реализации движение по каждой и координатных осей выбираются двигатели. В разделе делается краткое обоснование выбора.

1.3. Решение задач автоматизации вспомогательных переходов и обслуживания станка

Для реализации вспомогательных действий (в соответствии с пп.1.1. и 1.2.1) выбираются механизмы и реализации этих действий и двигатели. Делается краткое обоснование выбора.

1.4. Разработка принципиальной схемы подключения компонентов системы ЧПУ

На листе формата А4 (допускается, пи необходимости, формат А3) выполняется принципиальная схема подключения компонентов системы ЧПУ. Схема выполняется в соответствии с ГОСТ 2.119-73 «ЕСКД. Эскизный проект».

1.5.Выводы по первому разделу

Раздел 2. Разработка управляющей программы обработки заготовки на станке с ЧПУ

2.1.Технологическая подготовка

2.1.1. Анализ формы детали и выбор технологического оборудования и системы УЧПУ

Исходя из типа детали, ее габаритных размеров и типов обрабатываемых поверхностей, а также требований по точности и качеству обрабатываемых поверхностей осуществляется выбор технологического оборудования с соответствующим типом устройства ЧПУ.

Так, для деталей класса тел вращения выбирают станки токарной группы, для корпусных деталей - фрезерной группы (в зависимости от типа поверхностей – с позиционным, контурным или комбинированным управление), для корпусных деталей с отверстиями, точность которых, а также взаиморасположение строго нормируется - координатно-расточные станки с УЧПУ и т. д.

2.1.2. Выбор заготовки и определение размеров заготовки. Эскиз заготовки

На основании анализа формы и размеров детали по справочной литературе [можно использовать: 1 и 2] выбирается вид заготовки и метод ее получения.

2.1.3. Разработка операционного технологического процесса.

2.1.3.1. Выбор схемы установки и закрепления заготовки.

2.1.3.2. Назначение технологических переходов.

2.1.3.3. Выбор инструментов.

Выбор инструмента осуществляется по справочной литературе [можно использовать: 3], исходя из контура и формы обрабатываемой детали. При этом описывается назначение инструмента, выполняется его эскиз с указанием порядкового номера, основных размеров, вида и материала режущей части.

2.1.3.4. Назначение режимов обработки.

Назначение режимов обработки выполняется по специальной справочной литературе, отражающей специфику обработки на станках с ЧПУ, содержащей формулы и таблицы [*можно использовать:* http://www.roc-cnc.ru/osnov.php?idstat=2&idcatstat=1]. Режимы обработки назначаются на каждый переход УЧПУ.

2.1.3.5. Составление операционного эскиза и операционной карты

Документы оформляются в соответствии с ГОСТ 3.1404-86.

Ссылка: http://www.internet-law.ru/gosts/gost/29044/ или http://nordoc.ru/doc/11-11624

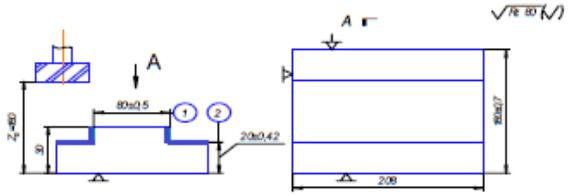
Операционный эскиз отражает схему установки и закрепления заготовки, обрабатываемые поверхности с обозначением этих поверхностей жирной линией или красным цветом и получаемые размеры с допустимыми отклонениями.

На карте наладки инструмента должно быть отражено взаимное расположение заготовки и инструмента (инструмент находится в исходной точке - ИТ), нанесена система координат детали, показано положение ИТ.

Вариант оформления карт (операционный эскиз можно сделать на отдельном бланке):

Операционная карта

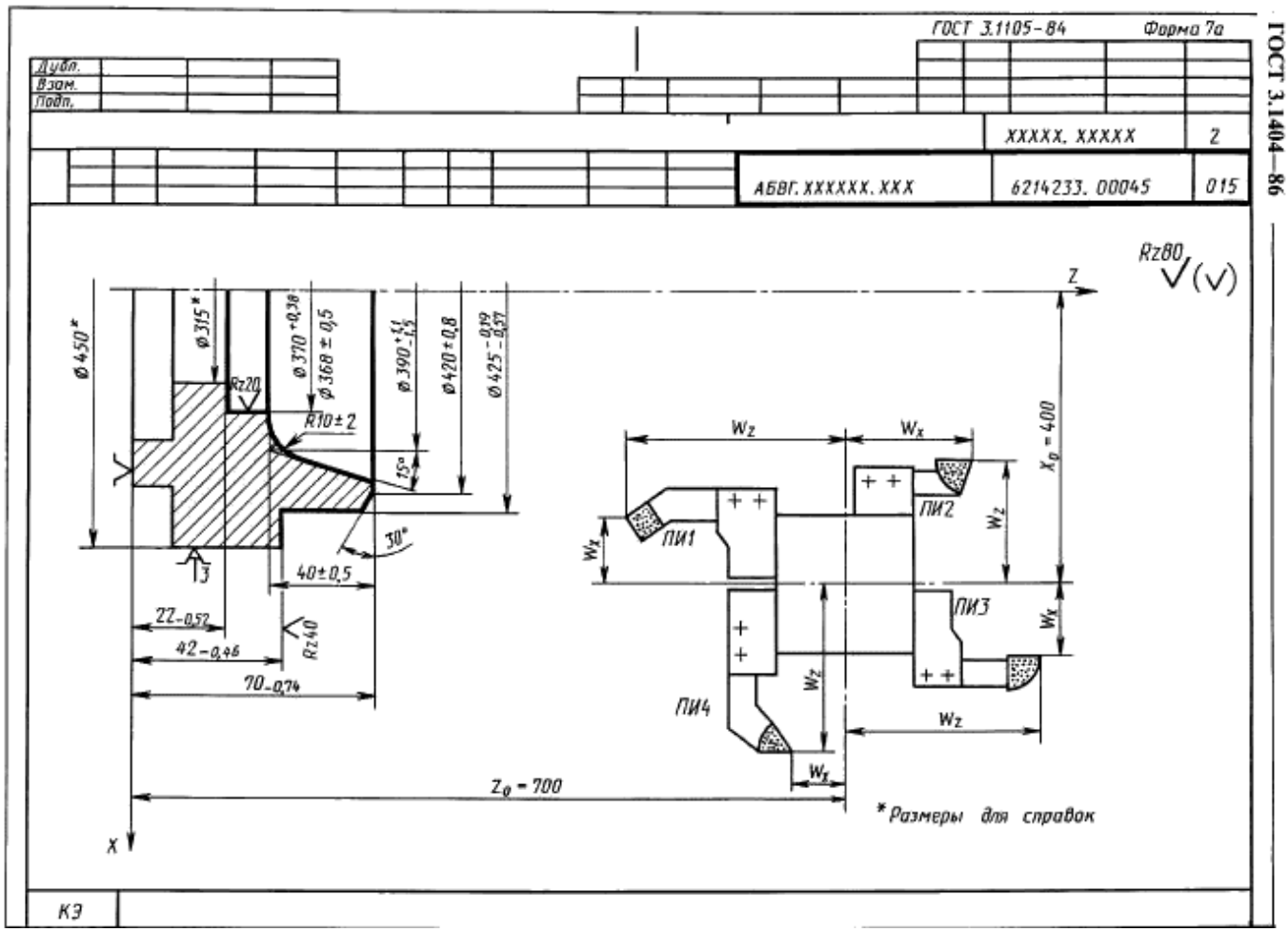
	ГОСТ 3.1404—86 Форма 2														
	Дубл.														
	Взам.														
	Подп.														
														2	1
	Разраб.					АБВГ. XXXXXX.XXX		XXXXXX.XXXXXXXX			X.XXXXX.XXXXX				
	Пров.														
	Н.					Плита							02	05	010



Наименование операции					Материал	
Фрезерная					30ХГСА	
Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры загот.		МЗ	КОиД
	кг	2,650	Лист 208x160x30		3,15	1
Оборудование, устройство ЧПУ						
6Т12К-1; Н22-1М					XXXXX.XXXXX	
То	Тв	Тпз	Тшт		СОЖ	
5,04	2,38	3,15	8,27		Эмульсия	

Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
О 01	1. Фрезеровать полки по всей длине, выдерживая размеры 1 и 2							1,52	3,4
Т 02	АБВГ. XXXXX. XXX тиски; АБВГ. XXXXX. XXX втулка; АБВГ. XXXXX. XXX фреза ВК8								
03	АБВГ. XXXXX. XXX шаблон; АБВГ. XXXXX. XXX контрольное приспособление								
Р 04		021	40	21					
05									
06									
07									
08									
09									
10									
11									
ОК	Операционная карта								

Карта наладки инструмента



2.2. Разработка управляющей программы

2.2.1. Выбор координатной системы и «нулевой точки» управляющей программы

2.2.2. Разработка расчетно-технологической карты – РТК. Построение эквидистанты

Эквидистанта (или все необходимые эквидистанты при многоинструментальной обработке) строится с учётом траектории подвода и отвода инструмента. При этом необходимо указать вид перемещения (например, БП - быстрый подвод, БО - быстрый отвод, РП - рабочая подача).

Указания к разработке РТК

1. Деталь вычерчивается в прямоугольной системе координат и ориентируется относительно осей, расположенных параллельно осям координат станка. Выбирается исходная точка обработки в соответствии со схемой увязки. Контуры детали, подлежащие обработке, вычерчиваются в масштабе с указанием всех размеров, необходимых при программировании.

2. Намечается расположение прихватов и зон крепления в соответствии с рекомендациями по выбору оснастки.
3. Для каждого инструмента наносится траектория движения его центра в соответствующей плоскости системах координат. Началом (и соответственно концом) траектории является исходная точка обработки, выбираемая из соображений удобства, безопасности и минимизации холостых ходов. Траектория обработки наносится с учетом выбранной последовательности обработки, параметров применяемого инструмента и намеченных типовых траекторий в инструментальных переходах.

   При построении траектории на РТК необходимо соблюдать некоторые правила. Необходимо, чтобы подход и отход инструмента к обрабатываемой поверхности осуществлялся по специальным траекториям вспомогательных перемещений, обеспечивающим врезание по касательной со своевременным (за 5–10 мм до края заготовки) переходом с холостого хода на рабочий.

   Недопустима остановка фрезы или резкое изменение подачи в процессе резания, когда режущие кромки фрезы соприкасаются с обрабатываемой поверхностью. В этом случае неизбежны повреждения поверхности. Перед остановкой, резким изменением подачи, подъемом или опусканием инструмента необходимо обеспечить отвод инструмента от поверхности под малым углом или по касательной.

   Длина холостых перемещений должна быть минимальной.

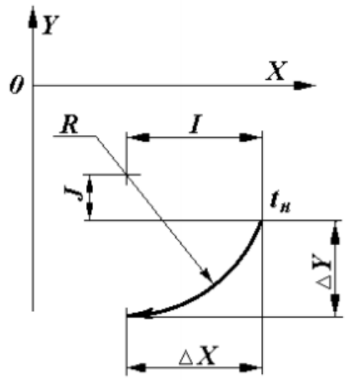
4. На траектории движения инструмента отмечаются и обозначаются цифрами «опорные точки» траектории и ставятся стрелки, указывающие направление движения. Опорные точки можно отмечать по геометрическим и технологическим признакам, т. е. они являются либо точками, в которых изменяется геометрический образ траектории движения инструмента, либо точками, в которых изменяется технологическое состояние обработки детали (изменение режимов резания, включение вертикальной подачи и пр.).
5. На РТК могут быть нанесены дополнительные данные – буквенная или цифровая последовательность обработки, параметры инструмента, ссылки на типовые технологические приемы и пр. Как один из основных технологических документов РТК шифруется и заносится в специальную картотеку.

2.2.3. Заполнение таблицы координат опорных точек и режимов обработки.

Значения внести в таблицу вида:

№ точки	Координаты точки		S мм/об.	n об/мин.
	X	Z		
1	22	0		1600
2	−2	0	20	
3	−2	1		
4	19	1		1670
5	19	−20	20	
6	22	−20		
7	22	1		
8	15	1		1750
9	18	−0,5	10	
10	18	−9,5	20	
11	19	−10	10	
12	21	−10	20	

При определении координат узловых точек радиусных элементов эквидистант, т.е. координат точек начала и окончания дуги окружности, необходимо определить дополнительно положение центра этой дуги относительно ее начальной точки, см. рис.:



2.2.4. Разработка управляющей программы.

2.3. Выводы по второму разделу

Список литературы

Рекомендуемые источники:

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Под ред. А. Г.Косиловой, изд 5-е. Т 1.- М.: Машиностроение, 1985.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Под ред. А. Г.Косиловой, изд 5-е. Т 2.- М.: Машиностроение, 1985.
3. Фадюшин И. Л. и др. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС.- М.: Машиностроение, 1990.- 456 с.
4. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Программирование систем числового программного управления: Учеб. пособие. – М. Логос, 2008. – 344 с. + компакт-диск. ISBN 978-5-98704-296-8.
5. Баранчукова И.М., Гусев А.А., Крамаренко Ю.Б. и др. Проектирование технологии. Учебник для машиностроительных специальностей вузов Под общ. ред. Ю.М.Соломенцева М.: Машиностроение, 1990. - 416 с.: ил. - (Технология автоматизированного машиностроения)
6. Таблицы режимов резания: http://www.roc-cnc.ru/osnov.php?idstat=2&idcatstat=1
7. Формы технологической документации: http://www.internet-law.ru/gosts/gost/29044/
8. Правила оформления технологической документации: http://nordoc.ru/doc/11-11624

Приложения:

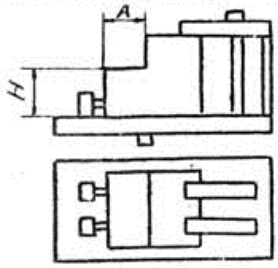
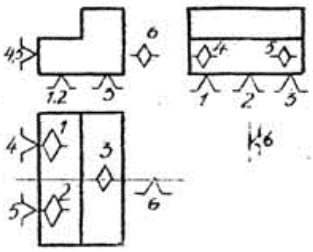
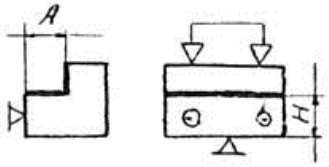
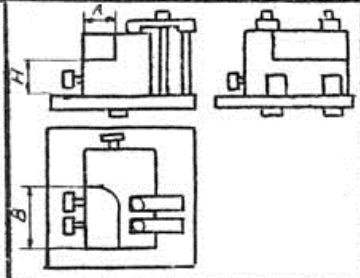
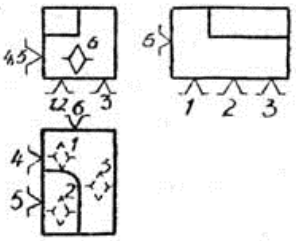
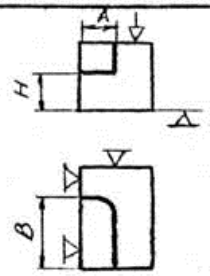
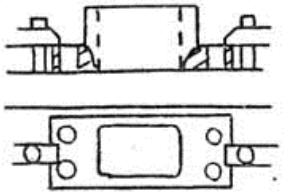
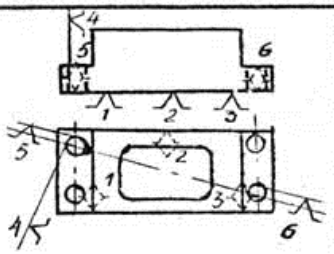
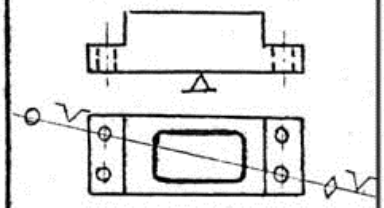
Приложение 1. Выбор схем базирования и закрепления заготовок
Приложение 2. Технологические переходы
Приложение 3. Инструменты для механической обработки
Приложение 4. Варианты использования переходных инструментов для установки и крепления режущих инструментов:
Приложение 5. Формы технологической документации:
- Операционная карта
- Карта наладки инструмента

Приложение. 6. Основные команды и функции языка ISO-7bit

Приложение 1. Выбор схем базирования и закрепления заготовок

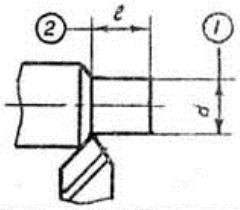
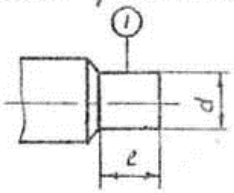
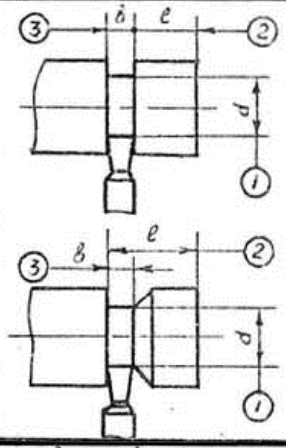
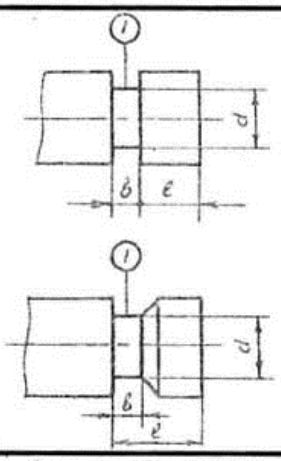
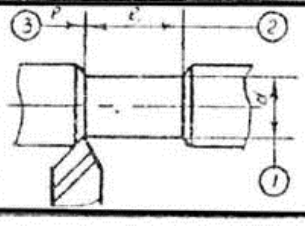
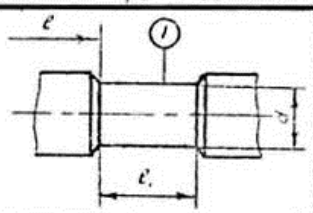
Наименование	Схема установки	Теоретическая схема базирования	Обозначение опор, зажимов и установочных устройств
1	2	3	4
В центрах с поводковым патроном и подвижным люнетом			
В центрах с упорным рифленым плавающим и вращающимся центрами.			
В трёхкулачковом патроне с упором в торец и с обратным центром.			
В цанговом патроне без упора в торец с неподвижным люнетом.			
В четырёхкулачковом патроне с базированием (с вращающимся упором) по торцу			
В трёхкулачковом патроне с базированием по торцу.			
На цилиндрической оправке с зазором с упором в торец			
На цанговой оправке с упором в торец.			
На резьбовой оправке (короткой) с базированием по торцу			

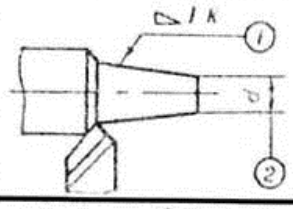
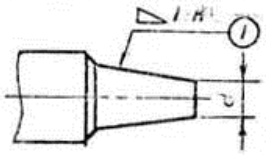
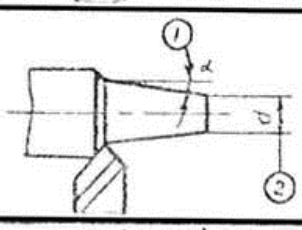
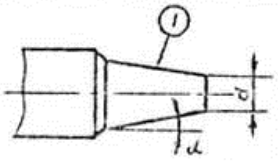
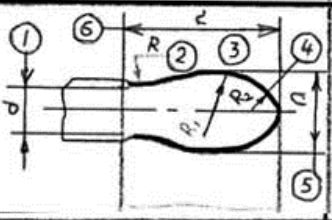
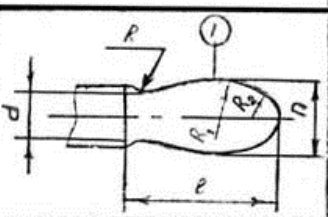
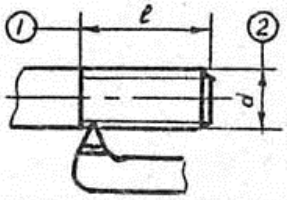
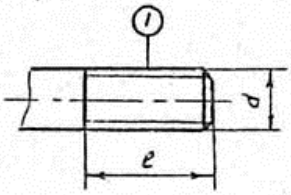
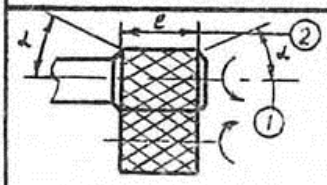
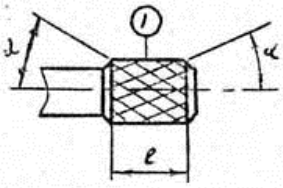
В приспособлении на низком пальце с базированием по торцу.			
В приспособлении на высоком пальце с упором в торец.			
В приспособлении при выдерживании координатных размеров от осей.			
В приспособлении по призме (или двух коротких призмах) с упором в торец.			
В токарном приспособлении при расточке отверстия с заданными размерами и соотношениями.			
На магнитном столе при обработке плоскости с выдерживанием размера только по высоте.			
В тисках при обработке плоскостей с выдерживанием размеров в двух координатах.			

В тисках (или приспособлении) при обработке плоскостей с выдерживанием размеров в двух координатах.			
В тисках (или приспособлении) при обработке плоскостей с выдерживанием размеров в трех координатах.			
В приспособлении при базировании по плоскости и двум отверстиям.			

Примечание. В операционных эскизах технологических процессов схемы выполняются по ГОСТу 3.1107-81.

Приложение 2. Технологические переходы

Схемы обработки поверхностей	Запись перехода полная	Эскиз	Запись перехода сокращенная
1	2	3	4
Токарные и сверлильные работы			
	Точить (шлифовать, притереть, полировать и т.п.) поверхность, выдерживая размеры 1 и 2		Точить (шлифовать, притереть, полировать и т.п.) поверхность 1
	Точить (шлифовать, довести, полировать и т.п.) канавку, выдерживая размеры 1-3		Точить (шлифовать, довести, полировать и т.п.) канавку 1
	Точить (шлифовать, полировать и т.п.) выточку, выдерживая размеры 1-3		Точить (шлифовать, полировать и т.п.) выточку 1

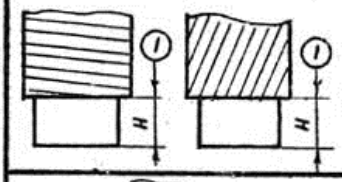
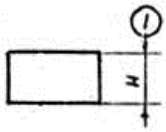
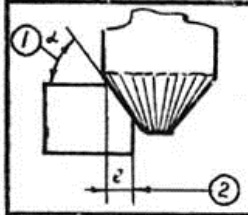
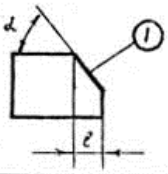
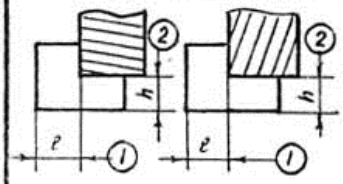
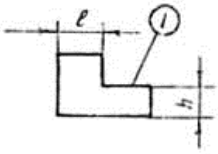
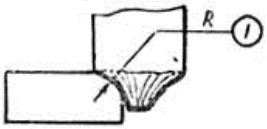
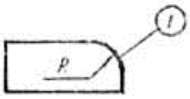
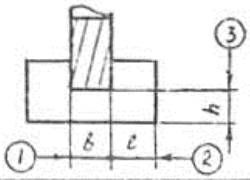
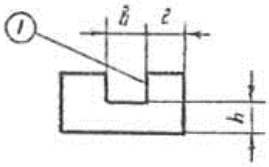
	Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус, выдерживая размеры 1 и 2		Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус 1
	Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус, выдерживая размеры 1 и 2		Точить (шлифовать, притереть и т.п.) конус 1
	Точить (шлифовать, полировать и т.п.) криволинейную поверхность, выдерживая размеры 1-6		Точить (шлифовать, полировать и т.п.) криволинейную поверхность 1
	Нарезать (фрезеровать, накатать, шлифовать и т.п.) резьбу, выдерживая размеры 1 и 2		Нарезать (фрезеровать, накатать и т.п.) резьбу 1
	Накатать рифление, выдерживая размеры 1 и 2		Накатать рифление 1

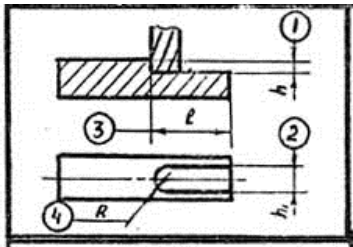
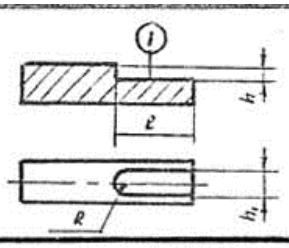
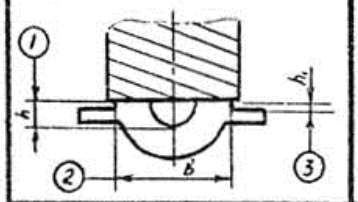
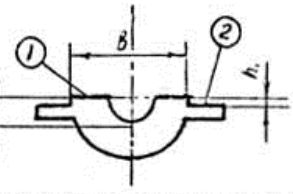
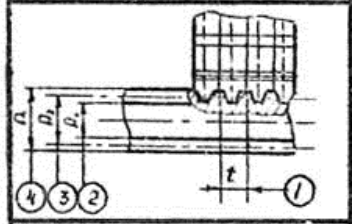
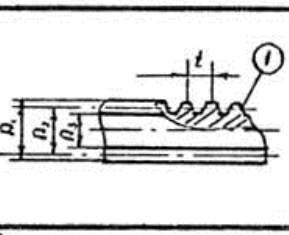
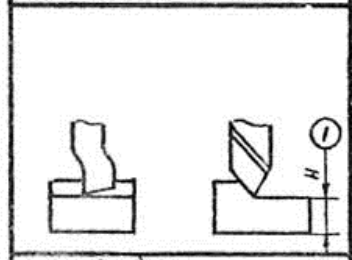
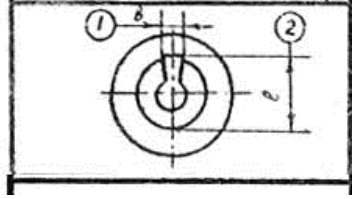
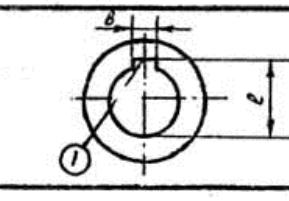
	Центровать отверстие		Центровать отверстие
	Центровать торец, выдерживая размеры 1 – 4		Центровать торец 1
	Сверлить (зенкеровать, развернуть и т.п.) отверстие, выдерживая размеры 1 и 2		Сверлить (зенкеровать, развернуть и т.п.) отверстие 1
	Сверлить (рассверлить, зенкеровать и т.п.) отверстие, выдерживая размеры 1 и 2		Сверлить (рассверлить, зенкеровать и т.п.) отверстие 1
	Расточить (зенкеровать, шлифовать и т.п.) отверстие, выдерживая размеры 1 и 2		Расточить (зенкеровать, шлифовать и т.п.) отверстие 1
	Расточить канавку, выдерживая размеры 1 – 3		Расточить канавку 1

	Расточить (полировать, довести и т.п.) выточку, выдерживая размеры 1–3		Расточить (полировать, довести и т.п.) выточку 1
	Зенковать (шлифовать, полировать и т.п.) фаску, выдерживая размеры 1		Зенковать (шлифовать, полировать и т.п.) фаску 1
	Расточить (зенковать, шлифовать, полировать и т.п.) галтель, выдерживая размер 1		Расточить (зенковать, шлифовать, полировать и т.п.) галтель 1
	Нарезать (шлифовать, довести и т.п.) резьбу, выдерживая размер 1		Нарезать (шлифовать, довести и т.п.) резьбу 1
	Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) дно отверстия, выдерживая размер 1		Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) дно отверстия 1

	Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец буртика, выдерживая размер 1		Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец буртика 1
	Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец, выдерживая размер 1		Подрезать (шлифовать, полировать и т.п.) торец 1
	Отрезать деталь (заготовку), выдерживая размер 1		Отрезать деталь (заготовку) 1

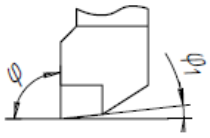
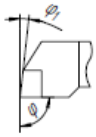
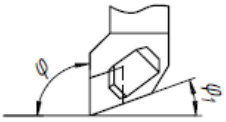
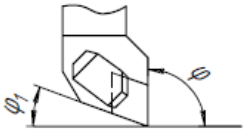
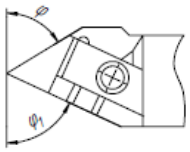
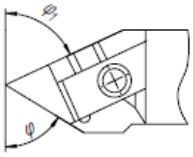
Фрезерные работы

	Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) поверхность, выдерживая размер 1		Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) поверхность 1
	Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) фаску, выдерживая размеры 1 и 2		Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) фаску 1
	Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) уступ, выдерживая размеры 1 и 2		Фрезеровать (строгать, шлифовать и т.п.) уступ 1
	Фрезеровать (строгать, шлифовать, протянуть и т.п.) галтель, выдерживая размер 1		Фрезеровать (строгать, шлифовать, протянуть и т.п.) галтель 1
	Фрезеровать (строгать, протянуть, шлифовать и т.п.) паз, выдерживая размеры 1–3		Фрезеровать (строгать, протянуть, шлифовать и т.п.) паз 1

	Презеровать паз по разметке, выдерживая размеры 1-4		Презеровать паз 1 по разметке
	Презеровать (шлифовать, полировать и т.п.) поверхности, выдерживая размеры 1-3		Презеровать (шлифовать, полировать и т.п.) поверхности 1 и 2
	Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) червяк, выдерживая размеры 1-4		Нарезать (фрезеровать, шлифовать и т.п.) червяк 1
	Строгальные, долбежные, протяжные и прошивочные работы		
	Строгать (шлифовать и т.п.) поверхность, выдерживая размер 1		Строгать поверхность 1
	Долбить (протянуть) шпоночный паз, выдерживая размеры 1 и 2		Долбить (протянуть) шпоночный паз 1

Приложение 3. Инструменты для механической обработки

Инструменты для обработки наружных поверхностей

Резец	Форма рабочей части	Углы в плане, град		Материал режущей части
		φ	φ1	
Проходной подрезной левый		95	5	Т14К8, Т5К10, ВК8
Проходной подрезной правый		95	5	
Контурный левый		93	32	Т14К8, Т15К6, ВК6
Контурный правый		93	32	
Контурный левый		63	62	
Контурный правый		63	62	

Резец	Форма рабочей части	Размеры, мм			Материал режущей части
		b	l	D	
Для угловых канавок		2x2	-	-	Р18
		3x3 5x5 8x8			Т5К10, ВК8
Прорезной		1 2	3 5	-	Р18
		3	10		Р18, Т15К10
		6 10	15 25		Т15К10, ВК8
Для проточки торцовых канавок		3	25	30 70	Р18
				150	
		6	35	30 70	Т5К10, ВК8
				150	
		10	40	30 70	
				150	
Резьбовой		-	-	-	Т15К6, ВК6
Отрезной		3	35	-	Р18

Инструменты для обработки внутренних поерхностей

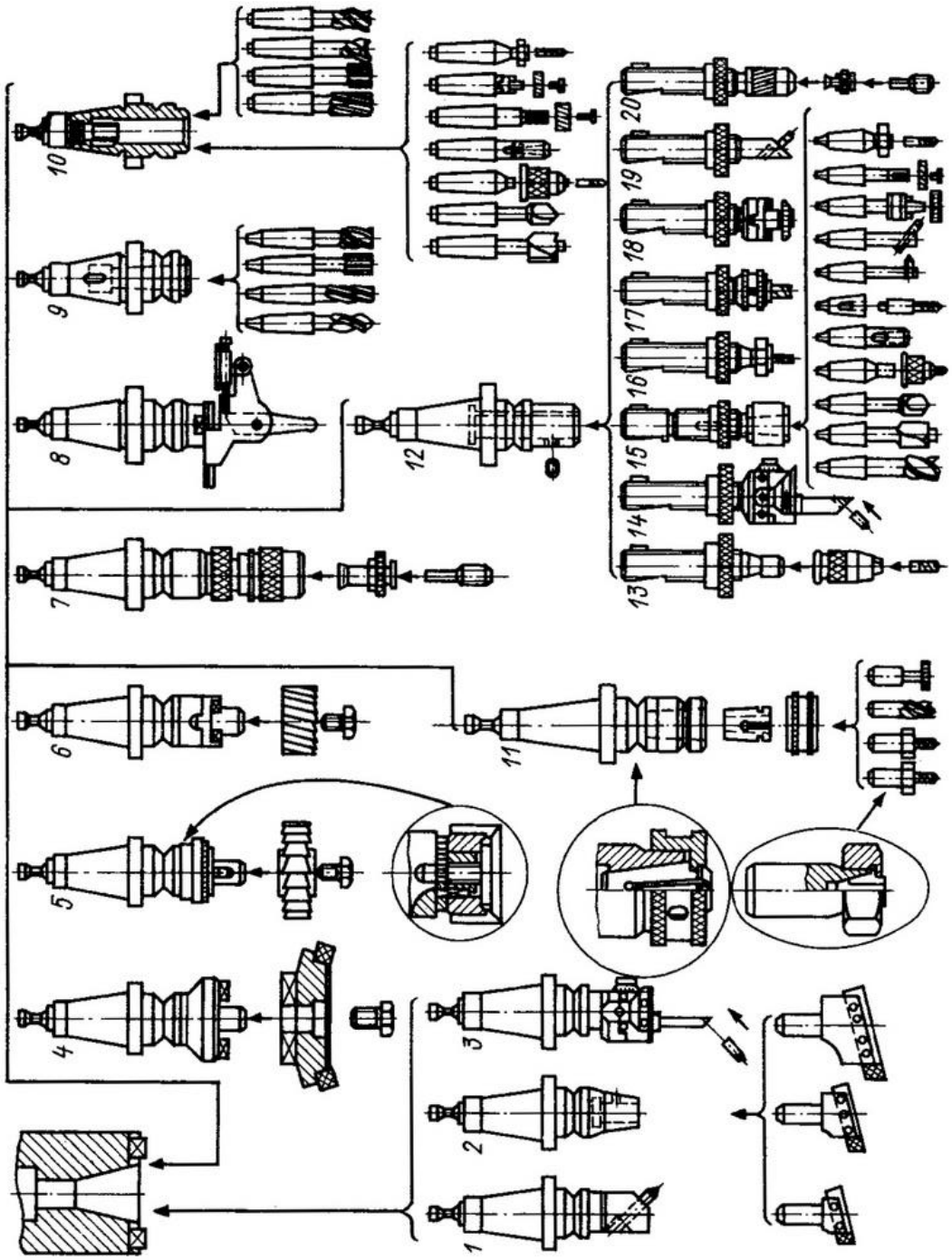
Резец	Форма рабочей части	Материал режущей части
Расточный проходной		Т14К8, Т5К10, ВК8
Расточный контурный		Т14К8, Т15К6, ВК6

Резец	Форма рабочей части	Размеры, мм				Материал режущей части
		b	l	L	d	
Для угловых канавок		2	-	60	До 10	Р18
		3		100	10-50	
		5		150	50 – 100	Т5К10, ВК8
		8		200	Св. 100	
Прорезной		1	3	До 60	От 10	Р18
		2	5			
		3	10	100	От 16	
		6	15	150	От 20	Т5К10, ВК6
		10	25	200	От 50	
Резьбовой	φ=60°;55°	-	-	-	-	Т15К6, ВК6

Инструменты для обработки отверстий

Сверло	Форма рабочей части	Размер, d мм	Материал режущей части
Центровочное	120°	6,3 (при D= 25 мм)	Р6М5, Р18
Спиральное	118°±2°	10,1 12,5 13,8 15,3 17,3 20,0 22,5 25,0 27,5 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0	Р6М5, Р18
Пластинчатое (перовое)	118°±2°	25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0	Р6М5, Р18

Приложение 4. Варианты использования переходных инструментов для установки и крепления режущих инструментов



Приложение 5. Формы технологической документации

ГОСТ 3.1404 – 86 Форма 2

Наименование операции						Материал
Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЭ	КОИД
Оборудование, устройство ЧПУ						Обозначение программы
T_o	$T_в$	$T_{пз}$	$T_{шт}$			СОЖ

		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7а

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Приложение 6. Основные команды и функции языка ISO-7bit

Код	Описание	Пример
G00	Ускоренное перемещение инструмента (холостой ход)	G0 X200 Y40 Z100
G01	Линейная интерполяция	G01 X600 Z100 F200
G02	Круговая интерполяция по часовой стрелке	G02 X15 Y15 R5 F200
G03	Круговая интерполяция против часовой стрелки	G03 X15 Y15 R5 F200
G04	Задержка выполнения программы	G04
G15	Отмена полярной системы координат	G15
G16	Полярная система координат (X радиус Y угол)	G16 X15 Y22.5
G17	Выбор рабочей плоскости X-Y	G17 G03 X15 Y15 R5 F200
G18	Выбор рабочей плоскости Z-X	G18 G02 X15 Y15 R5 F200
G19	Выбор рабочей плоскости Y-Z	G19 G03 X15 Y15 R5 F200
G40	Отмена компенсации размера инструмента	G1 G40 X0 Y0 F200
G41	Компенсировать радиус инструмента слева от траектории	G41 X15 Y15 D1 F100
G42	Компенсировать радиус инструмента справа от траектории	G42 X15 Y15 D1 F100
G43	Компенсировать длину инструмента положительно	G43 X15 Y15 Z100 H1 S1000 M3
G44	Компенсировать длину инструмента отрицательно	G44 X15 Y15 Z4 H1 S1000 M3
G90	Задание абсолютных координат опорных точек траектории	G90 G1 X0.5. Y0.5. F100
G91	Задание координат инкрементально последней введённой опорной точки (относительная с.к.)	G91 G1 X4 Y5 F100
G94	F (подача) — в формате мм/мин.	G94 Z100
G95	F (подача) — в формате мм/об.	G95 G84 X0. Y0. Z-10. R3 F1.411

Параметры команд

Код	Описание	Пример

X	Координата точки траектории по оси X	G0 X100 Y0 Z0
Y	Координата точки траектории по оси Y	G0 X0 Y100 Z0
Z	Координата точки траектории по оси Z	G0 X0 Y0 Z100
P	Параметр команды	G04 P101
F	Скорость рабочей подачи	G1 G91 X10 F100
S	Скорость вращения шпинделя	S3000 M3
R	Параметр стандартного цикла или радиус дуги	G81 R1 0 R2 −10 F50
T	Выбор инструмента	T05
D, H	Параметры коррекции выбранного инструмента	G1 G41 D1 X10 150
I,J,K	Параметры дуги при круговой интерполяции	G03 X10 Y10 I0 J0 F10

M-команды (вспомогательные функции)

Код	Описание	Пример
M00	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт» на пульте управления - «технологический останов»	G0 X0 Y0 Z100 M0
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включён режим подтверждения останова	G0 X0 Y0 Z100 M1
M02	Конец программы, без сброса модальных функций	M02
M03/M04	Начать вращение шпинделя по часовой стрелке/против часовой стрелки	M3 S2000/M4 S2000
M05	Остановить вращение шпинделя	M5
M06	Сменить инструмент	T15 M6
M07	Включить дополнительное охлаждение	M3 S2000 M7
M08	Включить основное охлаждение.	M3 S2000 M8
M13	Включить охлаждение и вращение шпинделя по часовой стрелке	S2000 M13
M14	Включить охлаждение и вращение шпинделя против часовой стрелки	S2000 M14
M09	Выключить охлаждение	G0 X0 Y0 Z100 M5 M9
M17	Конец подпрограммы	M17

M98	Запуск подпрограммы, находящейся отдельно от основной программы (P - номер подпрограммы)	M98 P1015
M99	Конец подпрограммы	M99
M30	Конец программы, со сбросом модальных функций	M30