

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

ТЕХНОЛОГИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности
1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2022

УДК 621.9.02
ББК 34.5
Т38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты»
«19» апреля 2022 г., протокол № 11

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

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

Методические рекомендации предназначены к практическим занятиям для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» дневной формы обучения.

Учебно-методическое издание

ТЕХНОЛОГИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ответственный за выпуск	С. Н. Хатетовский
Корректор	А. А. Подошевка
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, 2022

Содержание

Введение	4
1 Практическое занятие № 1. Технологическая документация (МК, ОК, КЭ) и правила ее оформления на примерах технологических процессов изготовления инструмента	5
2 Практическое занятие № 2. Особенности обработки и расчет режимов резания при изготовлении инструментов	11
3 Практическое занятие № 3. Проектирование операций обработки базовых поверхностей инструмента (центровых отверстий, отверстий под оправку инструмента класса «втулка» и «диск», плоскостей) и их восстановления	13
4 Практическое занятие № 4. Проектирование операций изготовления инструмента на станках с ЧПУ. Разработка технологических документов (ОК, КЭ, КИИ)	17
5 Практическое занятие № 5. Стойкостные испытания инструмента. Статистическая обработка результатов	20
6 Практическое занятие № 6. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса изготовления резца	24
7 Практическое занятие № 7. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса изготовления червячной фрезы	27
8 Практическое занятие № 8. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса изготовления дискового долбяка	31
Список литературы	34

Введение

В машиностроительном производстве при использовании автоматизированного оборудования обеспечение требуемой точности и качества обработки в значительной степени зависит от выбора метода формообразования и, соответственно, от вида инструмента.

Правила разработки технологий производства режущего инструмента имеют ряд особенностей, связанных с использованием дорогостоящих материалов, обладающих высокой твердостью и прочностью; необходимостью обработки сложных поверхностей, обеспечением высокой точности как размеров, так и геометрической формы, а также качества обрабатываемых поверхностей.

Эффективность инструментального производства в значительной степени зависит от выбора используемого технологического оборудования, его мощности, производительности и точности, а также степени автоматизации.

В методических рекомендациях изложены материалы, необходимые для проведения практических занятий по дисциплине «Технология и автоматизация инструментального производства» для студентов, обучающихся специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства».

1 Практическое занятие № 1. Технологическая документация (МК, ОК, КЭ) и правила ее оформления на примерах технологических процессов изготовления инструмента

Цель занятия: ознакомить студентов с правилами оформления технологической документации для изготовления режущего инструмента.

В машиностроении технологическая документация является основанием для рациональной организации производства и управления им с минимальными затратами живого и овеществлённого труда по производству изделий требуемого качества в заданном количестве.

В инструментальном производстве качество разработки технологической документации определяет взаимоотношения различных служб и производственных подразделений, является фактором, обеспечивающим ускорение технического прогресса, рост эффективности производства и повышение производительности труда.

В соответствии с ГОСТ 3.1001–81 предусмотрены следующие виды технологических документов.

Маршрутная карта (МК) – технологический документ, содержащий последовательное описание технологического процесса изготовления или ремонта изделия (включая контроль или перемещения) по всем операциям с указанием данных об оборудовании, оснастке, материальных и трудовых нормативов.

Операционная карта (ОК) – технологический документ, содержащий последовательное описание технологической операции с указанием переходов, параметров режима обработки и данных о средствах технологического оснащения.

Карта эскизов (КЭ) – технологический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы, необходимые для выполнения технологической операции или перехода изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещения).

Маршрутная карта (МК) оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1118–82 по формам 1 и 1а (рисунки 1 и 2).

В МК в строку с символом МО1 вписывают наименование, сортамент, размер и марку материала, обозначение стандарта.

В строку с символом МО2 вписывают:

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

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

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

Рисунок 1 – Маршрутная карта по форме 1

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

Рисунок 2 – Маршрутная карта по форме 1а

В строку с символом А вписывают:

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

В строку с символом Б вписывают:

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

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

ОК выполняется в соответствии с ГОСТ 3.1404–86 по формам 2 и 2а (рисунки 3 и 4).

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 вписывается именем прилагательным, например, «Операция токарная».

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

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

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2										
Дубл.										
Взам.										
Подп.										
								2	1	
Разраб.	Иванов И.И.									
Провер.	Петров П.П.			Белорусско-Российский университет	Ц 999/12.00.00.000				60.146.00001	
Изд.	Сидоров С.С.									
Исполн.	Задуняйский Э.Э.				Цековка					015
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарно-револьверная с ЧПУ		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		180...220НВ	Кз.	0,9	Ø 42x176		1,9	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тв	Тв	Тлз	Тшт	Сож		
Токарно-револьверный с ЧПУ 1В340ФЭ0, НЦ31.02		УП№1		0,53	1,23	33	1,88	5% Аквол-11		
Р		ПН	Д или В	L	t	i	S	n	V	
01	Точить деталь по программе, выдерживая размеры 1 - 16									
02	Патрон 7100-0031 П ГОСТ 2675-80, втулка 50-32 ОСТ2 П12-12-84, патрон 6151-0052 ГОСТ 17200-71,									
03	резцедержатель 1-50 ОСТ2 П15-3-84 - 2 шт., резцы 2102-1231 Т15К6 ГОСТ 24996-81, сверла 2317-0116 ГОСТ 14952-75,									
04	резцы 2101-0637 Т15К6 ГОСТ 20872-80, сверла 2300-6173 ГОСТ 10902-77, зенкер специальный,									
05	резцы 2145-0634 ГОСТ 5987-83, развертка 2363-0069 ГОСТ 1672-80, штангенциркуль ШЦ I-125-0,1 ГОСТ 166-89,									
06	калибр-пробка специальный, Шаблон специальный									
07										
08		1	Ø42	24	2,0	1	0,6	1400	184,7	
09		2	Ø6	7	3,0	1	0,15	1100	20,7	
10		3	Ø39	32	1,5	1	0,6	1400	171,5	
11		4	Ø5	42	2,5	1	0,15	1800	28,3	
12		5	Ø7	41	1,0	1	0,5	950	20,9	
13		6	Ø8,5	40	0,75	1	0,6	1600	42,7	
OK										

Рисунок 3 – Операционная карта по форме 2

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а										
Дубл.										
Взам.										
Подп.										
Цековка-держалка комбинированного инструмента								2		
								Ц 999/12.00.00.000		015
Р		ПН	Д или В	L	t	i	S	n	V	
01		7	Ø7,5	36	0,25	1	0,6	1600	42,7	
02										
03										
04	Контроль исполнителем 30%									
05	Контроль ОТК 20%									
06										
07										
08										
09										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
OK										

Рисунок 4 – Операционная карта по форме 2а

В содержание операции (перехода) должно быть включено:

- ключевое слово, характеризующее способ 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 об используемой технологической оснастке на данной операции. Запись выполняется по всей длине строки с переносом при необходимости на следующую строку.

Информацию располагают в следующей последовательности:

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

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

При записи этой строки следует использовать классификаторы и стандарты на кодирование (обозначение) и наименование технологической оснастки (например, «Резец 2101-0647 Т15К6 ГОСТ 20872–80»).

В строку с символом «Р» вписывают параметры режима резания по графам

$$D, L, t, i, s, n, V,$$

где 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 заготовки или на один зуб);

n – частота вращения заготовки или инструмента;

V – скорость резания.

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

В учебных целях карта эскизов выполняется по формам 7 и 7а ГОСТ 3.1105–84 (рисунки 5 и 6).

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

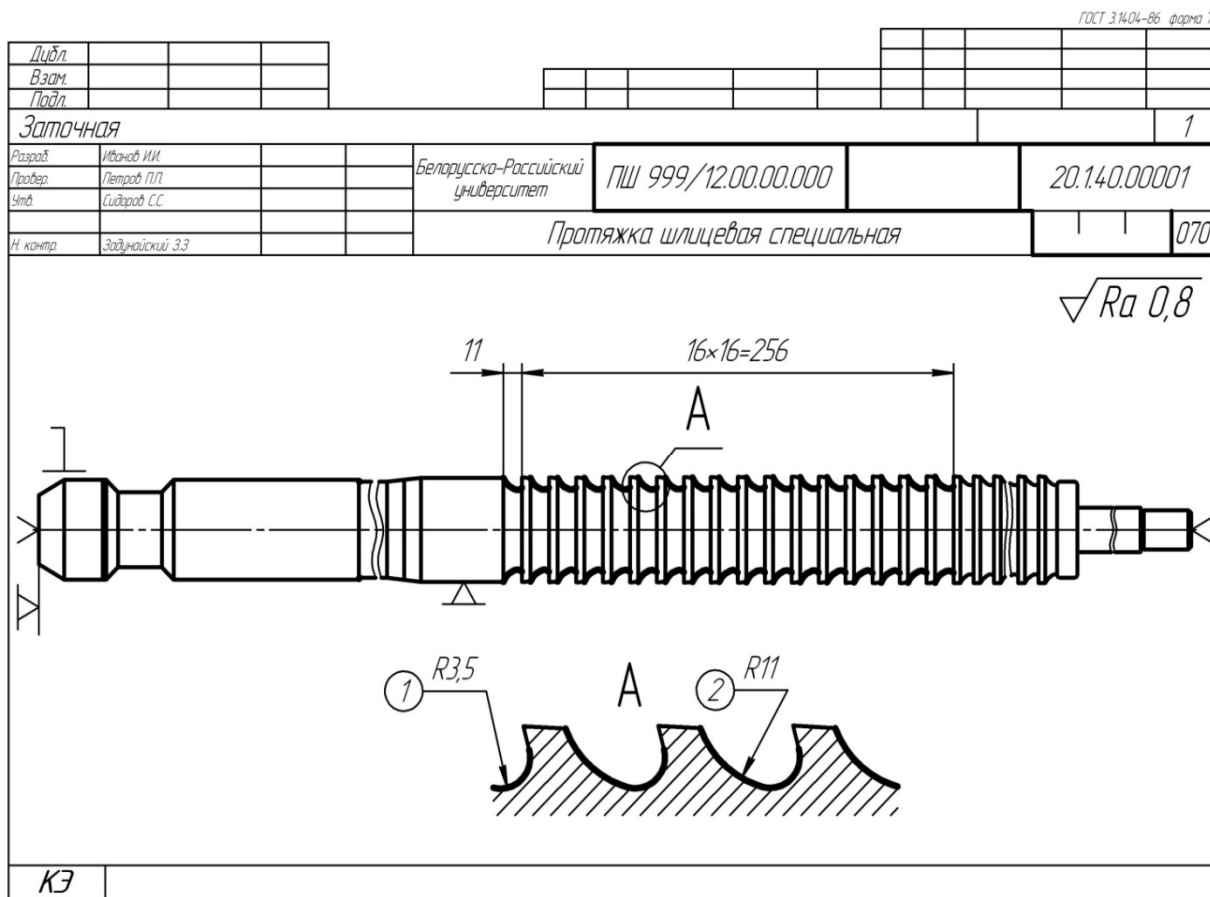


Рисунок 5 – Карта эскизов по форме 7

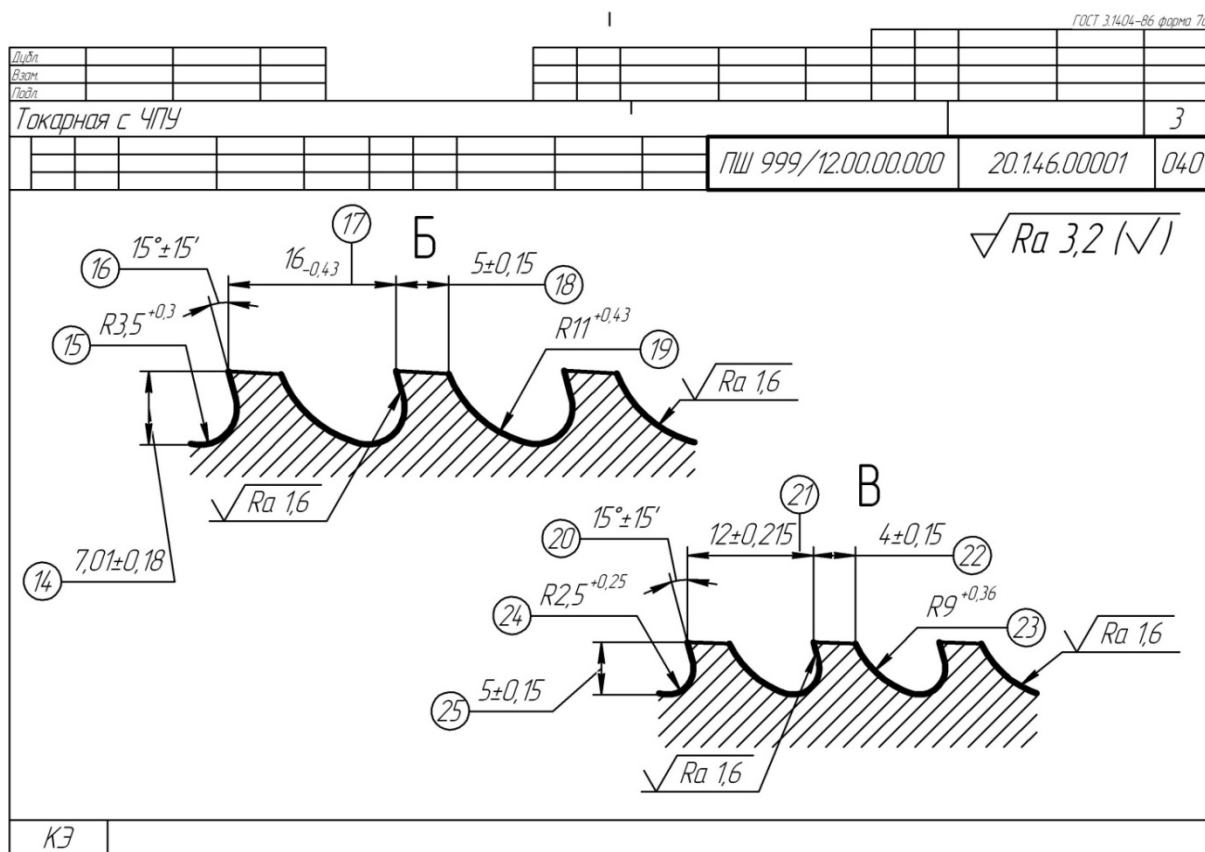


Рисунок 6 – Карта эскизов по форме 7а

Изображение заготовки на эскизе должно содержать:

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

На эскизах все размеры обрабатываемой поверхности 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 заготовки выполняются отдельно для всех остановов или позиций, выполняемых на данной операции. При этом над эскизом выполняется запись «Установ А» или «Позиция I». На одном листе карты эскизов допускается размещать несколько эскизов, относящихся к данной операции. При необходимости эскизы одной операции размещаются на нескольких листах карты эскизов.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические рекомендации.
- 2 Получить у преподавателя технологический процесс обработки режущего инструмента, пустые бланки маршрутных, операционных и карт эскизов.
- 3 Заполнить маршрутные карты на технологический процесс изготовления инструмента в соответствии с данными методических рекомендаций.
- 4 Заполнить операционные карты на две разноименные операции механической обработки полученного технологического процесса.
- 5 Оформить карты эскизов на операции, по которым заполнены операционные карты.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок заполнения маршрутной карты.
- 2 Порядок заполнения операционной карты.
- 3 Порядок заполнения карты эскизов.

2 Практическое занятие № 2. Особенности обработки и расчет режимов резания при изготовлении инструментов

Цель занятия: ознакомить студентов с особенностями лезвийной и абразивной обработки и расчета параметров режима резания при изготовлении режущих инструментов.

Анализируя типовые технологические процессы обработки режущих инструментов, можно отразить общую последовательность изготовления режущего инструмента [2], которая заключается в:

- отражении способа получения заготовки, включая заготовительные операции отрезки,ковки,штамповки,сварки и т. д.;
- отжиге после горячего пластического деформирования;
- обработке технологических баз;
- обработке контура заготовки инструмента с припуском под чистовую обработку, обработке посадочных мест и элементов крепления;
- обработке стружечных канавок, мест под пластинки или ножи для сборного инструмента;
- затыловании зубьев (если необходимо);
- обработке отверстий для подвода охлаждающей жидкости;
- маркировке (механической);
- термической обработке;
- исправлении или обработке технологических баз;
- проверке и исправлении посадочных мест у сборного инструмента;
- сборке (для сборного инструмента);
- затачивании передней поверхности (и вышлифовании стружечных канавок и спинок в цельных заготовках);
- шлифовании профиля инструмента (и посадочных мест);
- шлифовании задней поверхности;
- формировании стружкоразделительных канавок;
- доводке передней и задней поверхностей;
- повышении износостойкости инструмента (ХТО, электрофизические или электрохимические методы, поверхностное упрочнение или нанесение износостойких покрытий и др.);
- маркировке инструмента (химическая или электроискровая);
- контроле и испытании инструмента;
- упаковке.

Разработка технологических процессов производства инструментов базируется на общих принципах и закономерностях технологии машиностроения с той лишь разницей, что осуществляется обработка заготовок, обладающих высокой твердостью и прочностью. Низкая обрабатываемость почти всех инструментальных материалов требует использования специальных способов и параметров режима обработки.

Параметры режима резания устанавливают в следующем порядке.

Глубина резания t : при черновой обработке назначается, по возможности, максимальной; при чистовой – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подача s : при черновой обработке назначают максимально возможную подачу исходя из жесткости и прочности технологической системы; при чистовой – в зависимости от требуемой точности и качества обработанной поверхности.

Скорость резания V рассчитывают по эмпирическим формулам теории резания, установленным для каждого вида обработки [3, с. 261–303].

При назначении параметров режима резания учитывают характер обработ-

ки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Важное значение имеет рациональный выбор оптимальных параметров режима резания, обеспечивающих наибольший экономический эффект с учетом всех факторов, влияющих на производительность, качество изделий.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические рекомендации.
- 2 Получить у преподавателя технологические характеристики оборудования, используемого при изготовлении режущего инструмента по технологическому процессу, полученному на практическом занятии «Технологическая документация и правила ее оформления».
- 3 Выполнить оптимизацию параметров режима резания на любую операцию механической обработки в соответствии с методикой линейной оптимизации.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок расчёта скорости резания.
- 2 Порядок выбора и назначения подачи и глубины резания.
- 3 Порядок определения мощности резания и выбора оборудования.

3 Практическое занятие № 3. Проектирование операций обработки базовых поверхностей инструмента (центровых отверстий, отверстий под оправку инструмента класса «втулка» и «диск», плоскостей) и их восстановления

Цель занятия: ознакомить обучающихся с последовательностью проектирования операций обработки и восстановления базовых поверхностей режущих инструментов.

Базирование – придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат. Поверхность, ось или точка, принадлежащие заготовке и используемые для базирования, называют базами.

Базы, используемые в процессе изготовления или ремонта, называют технологическими, а измерения – измерительными. Конструкторскими называют базы, используемые для определения положения детали в изделии. Базу, лишаящую заготовку трех степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других, называют установочной. Базу, лишаящую заготовку двух степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг одной оси, называют направляющей, а лишаящую заготовку одной степени свободы – перемещения вдоль одной координатной оси – опорной.

Отклонение фактического положения заготовки от требуемого называют погрешностью базирования. Точность, форма и размеры базы должны обеспечивать хорошую устойчивость заготовки на установочных элементах приспособления или оборудования.

При выборе технологических баз для обработки заготовок следует соблюдать принцип совмещения баз, используя поверхность в качестве технологической измерительной и конструкторской.

При построении маршрута обработки необходимо соблюдать принцип постоянства баз: на всех основных технологических операциях необходимо использовать в качестве технологической базы одни и те же поверхности заготовки.

Когда постоянство технологической базы не может быть обеспечено, то в качестве новой технологической базы выбирают обязательно обработанные или желательно более точные поверхности. Первичную необработанную базу вследствие ее малой точности следует использовать только один раз.

Технологическими базами инструмента стержневого типа являются центровые отверстия или наружные конусы. Центровые отверстия с углом 60° получают наборами центровочных сверл и зенковок с предохранительным конусом или без него. Инструмент повышенной точности изготавливают с центровыми отверстиями с предохранительным конусом. После термической обработки центровые отверстия исправляют на вертикально-сверлильных станках твердосплавными зенкерами или на центрошлифовальных или специальных станках шлифовальным кругом (рисунок 7).

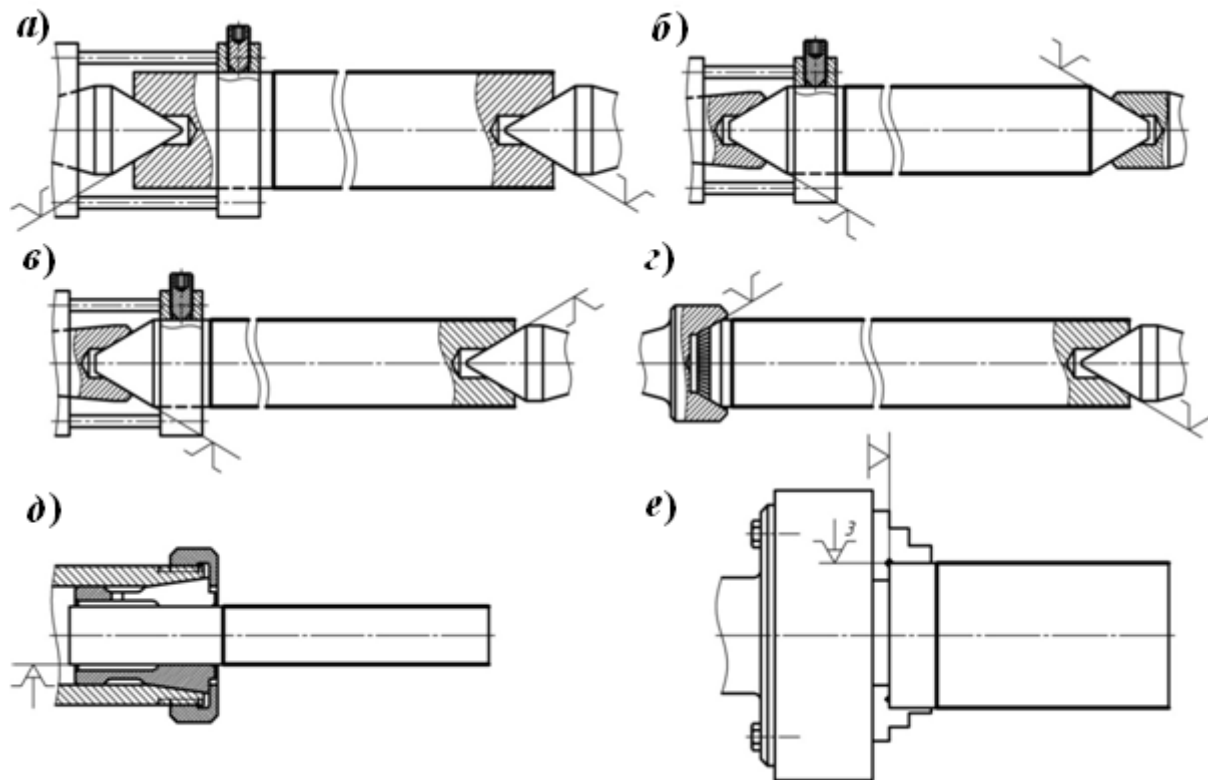


Рисунок 7 – Базирование заготовок стержневого инструмента в центрах (а), в обратных центрах (б), в центре и обратном центре (в), в рифлёном центре и центре (г), в цанговом патроне (д), в трехкулачковом патроне (е)

При изготовлении разверток, протяжек и других режущих инструментов повышенной точности центровые отверстия после термической обработки доводят чугунными притирами с абразивной пастой.

Технологической задачей при обработке насадного (втулочного) инструмента является обеспечение концентричности наружных поверхностей относительно посадочного отверстия и перпендикулярности ему торцовых поверхностей. Базирование по обработанному отверстию имеет следующие преимущества по сравнению с базированием по наружной поверхности:

- при обработке на жесткой или разжимной оправке погрешность установки значительно меньше, чем при обработке в патроне с закреплением заготовки по наружной поверхности;
- при использовании оправки возможна обработка одновременно нескольких заготовок.

Отверстия в заготовках для насадного инструмента обрабатывают с точностью по 9–6-му квалитетам точности растачиванием, развертыванием или протягиванием. После термической обработки технологические базы должны быть исправлены. Для этого отверстия инструмента вновь обрабатывают с точностью по 7–5-му квалитетам точности. Часто отверстие хонингуют или притирают чугунным притиром с абразивным микропорошком. Чистовую обработку насадного инструмента с отношением длины к диаметру от 1,5 до 2 проводят на жестких цилиндрических оправках с минимальным зазором между отверстием и оправкой (рисунок 8). При обработке дискового инструмента на первых операциях рекомендуется обрабатывать торец и отверстие и, по возможности, часть наружной поверхности. Второй торец шлифуют на плоскошлифовальном станке при базировании по обработанному торцу или на токарном станке по обработанному торцу и части обработанной наружной поверхности. Обтачивание по наружной поверхности проводят на оправке с базированием по торцу и отверстию (рисунок 9).

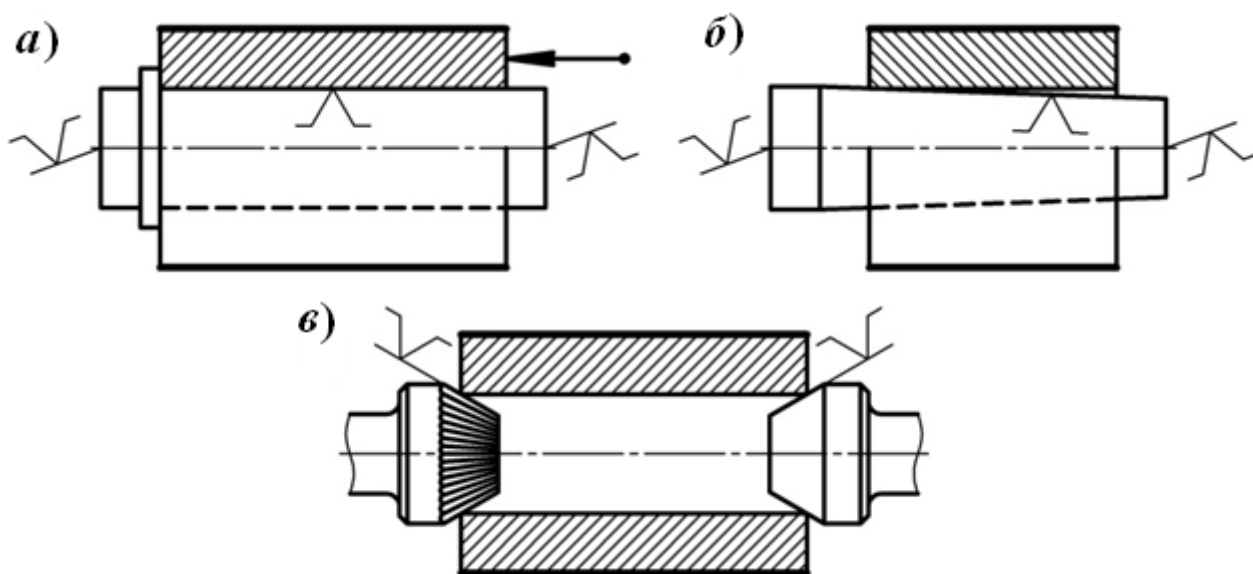


Рисунок 8 – Базирование заготовок насадного инструмента на цилиндрической оправке (а), на конической оправке (б), в рифлёных центрах (в)

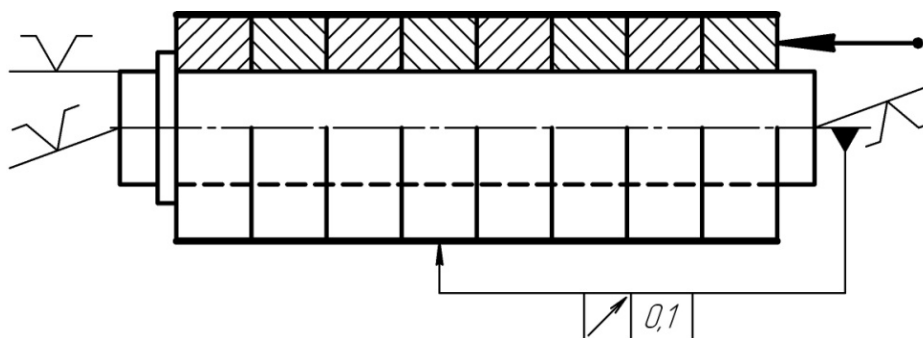


Рисунок 9 – Базирование заготовок дискового инструмента на оправке

Призматические заготовки базируют по трем взаимно-перпендикулярным плоскостям (рисунок 10).

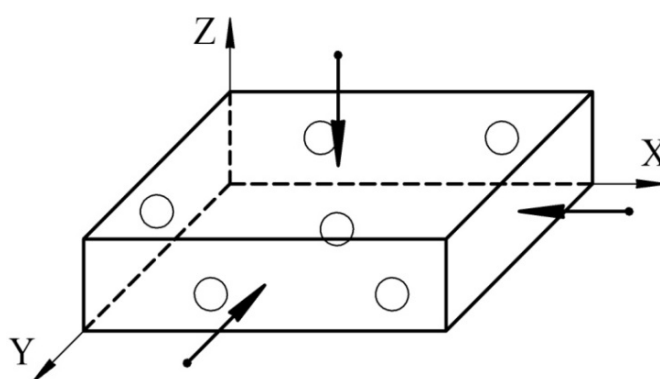


Рисунок 10 – Базирование заготовок призматического инструмента

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические рекомендации.
- 2 Изучить чертеж инструмента, выданный преподавателем. Указать, какие базы являются конструкторскими, технологическими и измерительными.
- 3 Выполнить схемы базирования и эскизы на операции, где проводятся обработка и восстановление базовых поверхностей инструмента.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок обработки поверхностей центровочных отверстий и их восстановления.
- 2 Порядок обработки базовых отверстий и прилегающих торцев деталей типа втулка и их восстановления.
- 3 Порядок обработки базовых отверстий и прилегающих торцев деталей типа диск и их восстановления.
- 4 Порядок обработки базовых плоскостей и их восстановления.

4 Практическое занятие № 4. Проектирование операций изготовления инструмента на станках с ЧПУ. Разработка технологических документов (ОК, КЭ, КИИ)

Цель занятия: ознакомить студентов с последовательностью проектирования технологического процесса изготовления инструмента на станках с ЧПУ и правилами оформления технологической документации.

При построении маршрута обработки на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ [4, 5].

Процесс механической обработки необходимо подразделять на стадии (черновую, чистовую и отделочную), что обеспечивает получение заданной точности обработки, снижая влияние технологической наследственности. При этом следует учитывать, что станки с ЧПУ обладают большей жесткостью и лучшим отводом тепла из зоны резания. Например, на токарных станках с ЧПУ часто совмещаются черновая и чистовая операции, благодаря чему значительно снижается трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования.

При выборе последовательности обработки заготовки необходимо стремиться к обеспечению минимального числа ее установов.

Для выявления минимально необходимого количества типоразмеров режущих инструментов при выборе последовательности обработки заготовки следует проводить группирование обрабатываемых поверхностей или операцию необходимо разделить на части и выполнять на одинаковых установках либо подобрать другой станок с более емким магазином.

Необходимо соблюдать требование обеспечения максимальной жесткости заготовки на всех участках ее обработки. Например, обработка конусной детали с ребрами должна начинаться с фрезерования торцов ребер, а обработка внутренних контуров заготовки проводится от центра к периферии. При точении заготовок типа тел вращения первоначально обрабатывается более жесткая часть (большой диаметр), а затем зона малой жесткости.

Следует назначать последовательность обработки заготовки с учетом влияния на точность ее обработки деформаций от перераспределения внутренних напряжений, возникающих при снятии припуска.

При проектировании операций с ЧПУ должны быть оформлены операционная карта (ОК) в соответствии с ГОСТ 3.1404–86 по формам 2 и 2а, карта эскизов (КЭ) по ГОСТ 3.1105–84 по формам 7 и 7а, карта наладки инструмента (КН/П) по ГОСТ 3.1404–86 по формам 4 и 4а и карта кодирования информации (ККИ) по ГОСТ 3.1404–86 по формам 5 и 5а.

Операционная карта на операцию с ЧПУ заполняется аналогично карте на операцию механической обработки в соответствии с рисунками 3 и 4.

Карта эскизов оформляется аналогично карте эскизов на операцию механической обработки с изображением инструментальной наладки и привязки заготовки и инструментов относительно нулевой точки (рисунок 11).

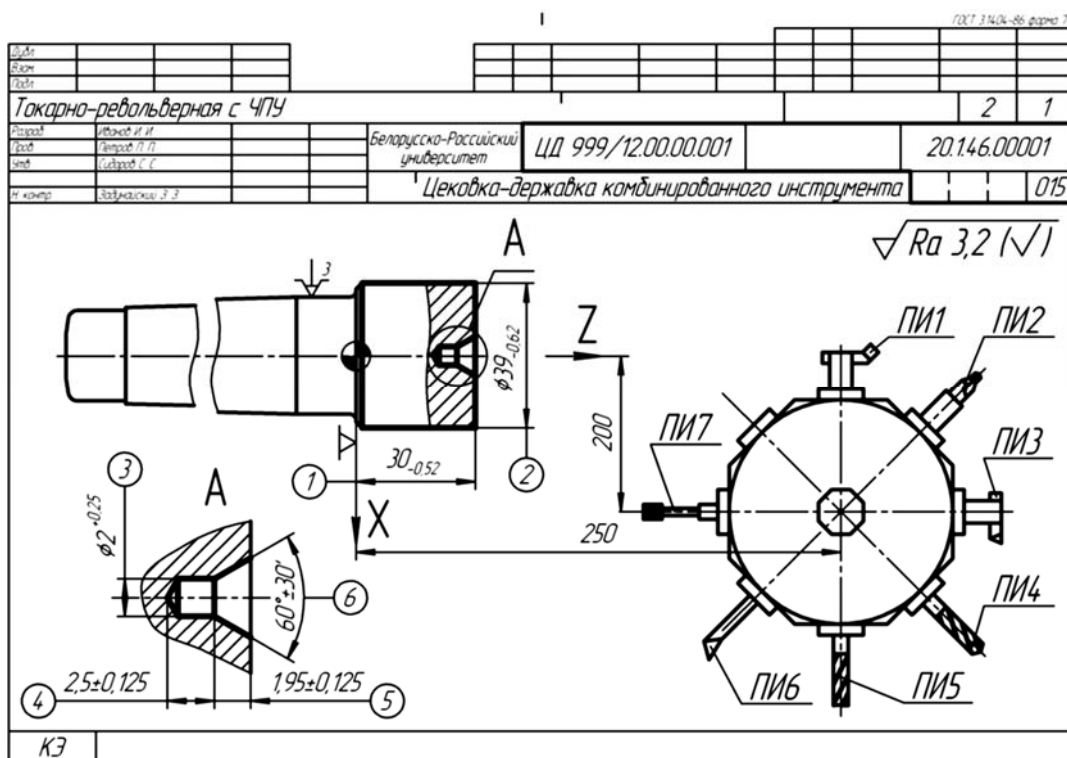


Рисунок 11 – Пример оформления карты эскизов по форме 7 для операции с ЧПУ

В **карте наладки инструмента** указывается полный перечень режущего и вспомогательного инструмента в технологической последовательности и записываются наладочные и размеры для корректировки, а также оси, по которым выполняется обработка (рисунок 12).

У	Пер	ПН	Обозначение программы, оборудования, устройства с ЧПУ (вспомогательный и режущий инструмент (код наименования))	Наладочные размеры	Корект. разм.	МК
01			УП№2, Станок 16К20Т1, устройство ЧПУ НЦ3101			
02						
03		1	Резец 2102-1231 Т15К6 ГОСТ 24996-81	$W_z = 70;$	$312_{-1,3}$	1Z
04				$W_x = 150;$	$\varnothing 56_{-0,12}$	1X
05						
06		2	Втулка 60-40 ОСТ2 П12-12-84, патрон 6151-0054 ГОСТ 17200-71,			
07			Сверло 2317-0119 ГОСТ 14952-75	$W_z = 150;$	$5,06_{\pm 0,15}$	2Z
08				$W_x = 80;$	$\varnothing 4_{+0,3}$	2X
09						
10		3	Резец 2102-1305 Т15К6 ГОСТ 24996-81	$W_z = 63;$	0	3Z
11				$W_x = 155;$	$\varnothing 44,8_{0,1}$	3X
12						
13						
14						
15						
16						

Рисунок 12 – Пример оформления карты наладки инструмента по форме 4

Для кодирования информации в управляющих программах используют специальные карты кодирования информации (ККИ) по ГОСТ 3.1404–86 по формам 5 и 5а (рисунок 13).

а)

УП №1		3		1	
Степень-Разрядность участков	CA 999/12.10.01017	60.146.00001			
Вал				025	
Техники с ЧПУ 18/2011 №1 31-02					
№001	T01	Резец Z101-0601			
№002	M03	ТБК6 ГОСТ 20872-80			
№003	M4.2				
№004	S1000				
№005	F30				
№006	X5400*-				
№007	Z100				
№008	G77*-				
№009	X4700*				
№010	Z-2210*				
№011	P75				
№012	G77*-				
№013	X3700*				
№014	Z-7400*				
№015	P75				
№016	X3050				
№017	Z0				
№018	X3550 -45°				
№019	Z-6900				
№020	X3200 -45°				
№021	Z-7400				
№022	X4165				
№023	X4485 -45°				
№024	Z-9825				
№025	X4200 -45°				

б)

УП №1		3	
Вал	CA 999/12.10.01017	60.146.00001 025	
№056	Z-22230 -45°		
№057	Z-22000 -45°		
№058	X150000*-		
№059	Z10000		
№060	T05	Резец 2660-0003	
№061	S200	ТБК6 ГОСТ 18885-73	
№062	F150		
№063	X5300*-		
№064	Z-7100		
№065	G31*-		
№066	X4500*		
№067	Z-10100*		
№068	P75*		
№069	P30		
№070	X15000*-		
№071	Z10000		
№072	T06	Резец 2664-0003	
№073	S300	ТБК6 ГОСТ 18885-73	
№074	F300		
№075	X4400*-		
№076	Z600		
№077	G31*-		
№078	X4400*		
№079	Z-7300*		
№080	F300*		
№081	P150*		
№082	P30		
№083	X15000*-		
№084	Z10000		
№085	T07	Резец специальный	

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

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические рекомендации.
- 2 Получить у преподавателя технологический процесс обработки режущего инструмента, пустые бланки операционных карт, карт эскизов, наладки и кодирования информации.
- 3 Заполнить карты в соответствии с данными методических рекомендаций.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок заполнения маршрутной карты.
- 2 Порядок заполнения операционной карты.
- 3 Порядок заполнения карты эскизов.

5 Практическое занятие № 5. Стойкостные испытания инструмента. Статистическая обработка результатов

Цель занятия: ознакомить студентов с особенностями испытания режущих инструментов на стойкость и порядком обработки полученных результатов.

Под стойкостью режущего инструмента понимают его способность без переточки или смены грани экономически эффективно обеспечивать обработку заготовок резанием в пределах заданного допуска. Количественно стойкость определяется временем работы инструмента от переточки до переточки или до смены грани неперетачиваемой пластинки и зависит от целого ряда факторов: теплофизических и механических свойств обрабатываемого и инструментального материалов, геометрических параметров инструмента, параметров режима резания. Стойкостные зависимости получают по результатам экспериментальных исследований. При проведении таких исследований используют методику однофакторного эксперимента. В этом случае эксперимент целесообразно проводить по программе центрального композиционного ротатабельного планирования второго порядка. Такие планы позволяют получать модель, способную предсказывать значение параметра оптимизации с одинаковой точностью независимо от направления на равных расстояниях от центра плана [6, 7].

Центральный композиционный план второго порядка для трех факторов состоит из плана полного факторного эксперимента типа 2^3 (опыты 1–8), шести опытов в «звездных точках» (опыты 9–14) и шести опытов в центре плана (опыты 15–20).

Тогда зависимость стойкости инструмента можно представить уравнением вида

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2, \quad (1)$$

где y – математическое ожидание искомой величины;

$b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$ – теоретические коэффициенты регрессии;
 x_1, x_2, x_3 – кодированные значения факторов.

Принятые при исследовании уровни и интервалы варьирования факторов указывают в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования исследуемых факторов

Фактор	Кодовое обозначение	Интервал варьирования	Натуральный уровень факторов, соответствующих кодированным				
			–1,682	–1	0	+1	+1,682
Скорость резания V , м/с	x_1		...	...	...	...	...
Подача S , мм/об (мм/мин)	x_2		...	...	...	...	...
Глубина резания t , мм	x_3		...	...	...	...	...

В качестве результатов опытов по каждой точке эксперимента в таблицу вписывают средние значения стойкости $\bar{T}_i(Y_i)$, мин, по каждому инструменту. Обычно при обработке материалов резанием число повторений выбирают согласно следующим данным (таблица 2).

Таблица 2 – Число повторений опыта

Доверительная вероятность	0,90	0,95	0,99
Число повторений	3–5	5–7	7–11

Эксперимент по исследованию стойкости режущего инструмента целесообразно осуществлять в соответствии с матрицей планирования, представленной в таблице 3.

Таблица 3 – План эксперимента по исследованию стойкости

Опыт	Фактор в кодированных обозначениях			Фактор в натуральном выражении			Примечание	Стойкость $\bar{T}_i(Y_i)$
	X_1	X_2	X_3	V , м/с	S , мм/об	t , мм		
1	+	+	+	...	...	...	Центр плана эксперимента	...
2	+	+	–	...	...	...		...
3	+	–	+	...	...	...		...
4	+	–	–	...	...	...		...
5	–	+	+	...	...	...		...
6	–	+	–	...	...	...		...
7	–	–	+	...	...	...		...
8	–	–	–	...	...	...		...
9	+1,682	0	0	...	...	...	Плечо плана эксперимента	...
10	–1,682	0	0	...	...	...		...
11	0	+1,682	0	...	...	...		...
12	0	–1,682	0	...	...	...		...
13	0	0	+1,682	...	...	...		...
14	0	0	–1,682	...	...	...		...
15	0	0	0	...	...	...	Ядро плана эксперимента	...
16	0	0	0	...	...	...		...
17	0	0	0	...	...	...		...
18	0	0	0	...	...	...		...
19	0	0	0	...	...	...		...
20	0	0	0	...	...	...		...

Теоретические коэффициенты регрессии $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{11}, b_{22}, b_{33}$ можно определить по формулам, представленным в [6, формулы (77)–(80)].

С учетом количества факторов ($k = 3$) данные формулы примут следующий вид:

$$b_0 = 0,16666 \sum_{j=1}^{20} Y_j - 0,05694 \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{20} X_{ij}^2 Y_j; \quad (2)$$

$$b_0 = 0,07322 \sum_{j=1}^{20} X_{ij} Y_j; \quad (3)$$

$$b_{ik} = 0,125 \sum_{j=1}^{20} X_{ij} X_{kj} Y_j; \quad (4)$$

$$b_0 = 0,06254 \sum_{j=1}^{20} X_{ij}^2 Y_j + 0,00695 \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{20} X_{ij}^2 Y_j - 0,05694 \sum_{j=1}^{20} Y_j. \quad (5)$$

Используя приведенные выше формулы, находим коэффициенты регрессии и подставляем их в уравнение (1).

Перевод натуральных значений в кодированные значения факторов осуществляется с использованием следующих выражений:

$$x_1 = \frac{V - V_0}{\varepsilon_1}; \quad x_2 = \frac{S - S_0}{\varepsilon_2}; \quad x_3 = \frac{t - t_0}{\varepsilon_3}, \quad (6)$$

где V_0, S_0, t_0 – основные уровни факторов в натуральных выражениях;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – интервалы варьирования факторов.

Перейдя от кодированных значений к натуральным, получают зависимость приращения стойкости инструмента T , мин.

Проверку гипотезы адекватности модели проводят с помощью расчетного F -критерия Фишера [6]:

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2}, \quad (7)$$

где S_{ad}^2 – дисперсия параметра оптимизации;

S_y^2 – дисперсия воспроизводимости.

Дисперсию воспроизводимости S_y^2 определяют по результатам опытов, проведенных в центре плана, в соответствии со вспомогательной таблицей 4:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{u=1}^{n_0} (Y_u - \bar{Y})^2}{n_0 - 1}, \quad (8)$$

где n_0 – число параллельных опытов в центре плана;

Y_u – значение параметра оптимизации в u -м опыте;

\bar{Y} – среднее арифметическое значение параметра оптимизации в n_0 опытах;
 u – номер параллельного опыта в центре плана.

Таблица 4 – Вспомогательная таблица для расчета дисперсии воспроизводимости S_y^2

Опыт	Стойкость Y_U	\bar{Y}	$Y_u - \bar{Y}$	$(Y_u - \bar{Y})^2$
15
16
17
18
19
20
–	$\sum_{u=1}^{n_0} Y_u = \dots$	–	–	$\sum_{u=1}^{n_0} (Y_u - \bar{Y})^2 = \dots$

Определяем сумму S_R квадратов отклонений расчетных значений \hat{Y}_i функции отклика от экспериментальных Y_i по формуле

$$S_R = \sum_{i=1}^{n_0} (Y_i - \hat{Y}_i)^2. \quad (9)$$

где Y_i – экспериментальное значение параметра оптимизации в i -м опыте;
 \hat{Y}_i – расчетное значение параметра оптимизации в i -м опыте.

Дисперсию параметра оптимизации S_{ao}^2 определяем в соответствии с рекомендациями, приведенными в [6]:

$$S_{ao}^2 = \frac{S_R - S_E}{N - k' - (n_0 - 1)}, \quad (10)$$

где k' – число статистически значимых коэффициентов регрессии.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические рекомендации.
- 2 Получить у преподавателя результаты стойкостных испытаний.
- 3 По программе центрального композиционного ротатабельного планирования второго порядка получить зависимость стойкости инструмента от основных факторов (скорость резания, подача, глубина резания).

Контрольные вопросы

- 1 Порядок выполнения стойкостных испытаний инструмента.
- 2 Порядок выполнения статистической обработки результатов стойкостных испытаний инструмента.

6 Практическое занятие № 6. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса изготовления резца

Цель занятия: ознакомить студентов с основами разработки технологических процессов изготовления резцов на примере изготовления проходного токарного отогнутого резца.

Державки для резцов изготавливаются коваными или литыми. Производство кованых державок осуществляется по шаблонам, представляющим профиль головки резца с углами в плане, задними углами и размерами установочных мест под напайную пластину. Изготовление державок резцов с напаянными или механически закрепленными пластинками сложнее, т. к. обработка опорных поверхностей и под пластинку, а также образование задних и передних поверхностей осуществляются механической обработкой. Исходными заготовками для державок резцов являются прямоугольные или круглые прутки. Разрезка прутков на штучные заготовки проводится на отрезных станках, ножовочных пилах, дисковых пилах или на пресс-ножницах. Рубку круглых или прямоугольных прутков сечением до 30 мм целесообразно осуществлять в штампах на кривошипных или эксцентриковых прессах. Загибка головки отогнутого резца проводится на простейшем ковочном штампе, где матрица и пуансон имеют форму головки резца. Штамп используют и для формовки задних поверхностей резца.

Державки сечением до 20 мм можно ковать в холодном состоянии. При горячей ковке державок больших сечений целесообразно использовать индукционный нагрев только головки, при этом формируются и задние поверхности. При изготовлении большой партии однотипных резцов заготовки рубят по длине на два резца (кроме отрезных) на кривошипном прессе. Методом безоблойной штамповки получают основные углы резца. Головки отрезных резцов штампуют методом облойной штамповки по одной штуке с последующим удалением облоя в обрубном штампе.

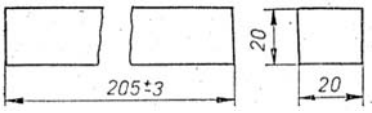
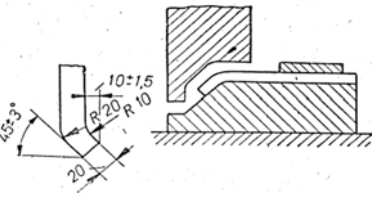
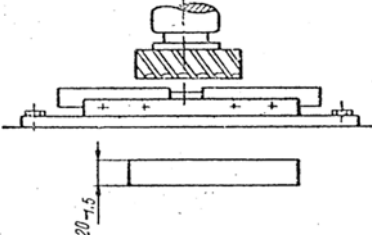
После медленного остывания проводят зачистку на обдирочно-шлифовальном станке. Затем в виброустановке очищают державки от окалины и отправляют их на механическую обработку. Послековки державок первой операцией механической обработки является фрезерование опорных плоскостей на вертикально-фрезерных станках твердосплавными торцовыми фрезами по несколько державок, закрепленных в специальном приспособлении. Задние поверхности державок прямых и отогнутых резцов можно обрабатывать на верти-

кально-фрезерных и горизонтально-фрезерных станках. Фрезеруется одновременно несколько закрепленных в приспособлении державок.

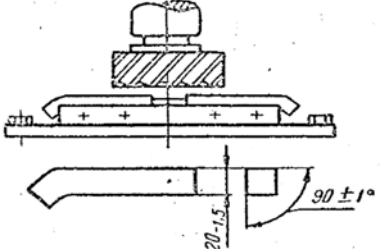
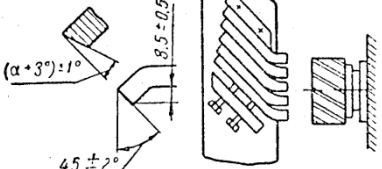
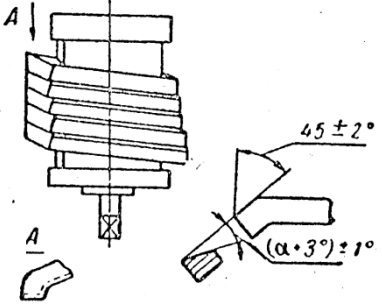
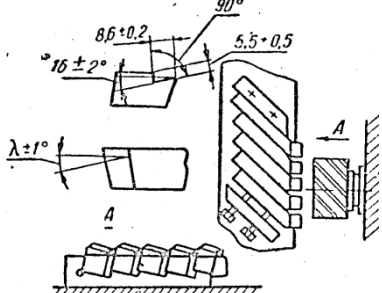
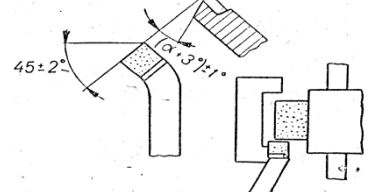
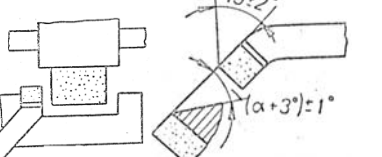
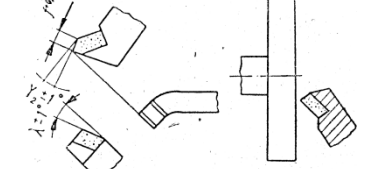
Обработка задних поверхностей на державках отогнутых резцов выполняется в тисках на горизонтально-фрезерных станках. Необходимая величина заднего угла обеспечивается поворотом тисков, а главный угол в плане на державке – фрезой соответствующего профиля. Для обработки поверхностей державок различных типов резцов широко используются машинные поворотные тиски, позволяющие установить державку под определенными углами в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

Существуют две основные формы паза в державках резцов под режущие пластинки: открытый паз, используемый для большинства резцов, и закрытый или полузакрытый – для отрезных и резьбовых резцов. Открытый паз обрабатывают на горизонтально-фрезерных станках в поворотном приспособлении с одновременной обработкой нескольких державок. Получение необходимого угла наклона паза обеспечивается клином. Обработка полузакрытых и закрытых пазов проводится на вертикально-фрезерных станках концевой фрезой с креплением державок в поворотном приспособлении. Диаметр концевых фрез должен соответствовать радиусу закругления пластинки. Технологический процесс изготовления проходных токарных отогнутых резцов, оснащенных пластинками из твердого сплава, состоит из операций, представленных в таблице 5.

Таблица 5 – Технологический процесс изготовления проходного токарного отогнутого резца

Наименование операции	Содержание операции. Оборудование, инструмент	Эскиз обработки
1	2	3
005 Заготовительная	Отрезать заготовку на длину одной державки. Пресс, обрубной штамп, ножи, масштабная линейка	
010 Гибочная	Загнуть головку державки. Пресс или молот, гибочный штамп, шаблон	
015 Фрезерная	Фрезеровать нижнюю опорную плоскость. Вертикально-фрезерный станок, фреза торцовая, штангенциркуль	

Продолжение таблицы 5

1	2	3
020 Фрезерная	Фрезеровать боковую опорную плоскость. Вертикально-фрезерный станок, фреза торцовая, штангенциркуль	
025 Фрезерная	Фрезеровать главную заднюю поверхность. Горизонтально-фрезерный станок, тиски универсальные, фреза торцовая, шаблон	
030 Фрезерная	Фрезеровать вспомогательную заднюю поверхность. Горизонтально-фрезерный станок, тиски универсальные, фреза торцовая, шаблон	
035 Фрезерная	Фрезеровать гнездо под пластину. Горизонтально-фрезерный станок, приспособление специальное, фреза торцовая, шаблон	
040 Пайка	Паять пластины твердого сплава	—
045 Пескоструйная	Очистить резцы	—
050 Заточная	Заточить главный задний угол. Универсально-заточной станок, круг шлифовальный, шаблон	
055 Заточная	Заточить вспомогательный задний угол. Универсально-заточной станок, круг шлифовальный, шаблон	
060 Заточная	Заточить передний угол. Универсально-заточной станок, круг шлифовальный, шаблон	

Окончание таблицы 5

1	2	3
065 Слесарная	Снять фаски и заусенцы. Верстак, тиски, напильник	–
070 Маркировочная	Маркировать основные параметры резца. Пресс, штамп, клейма	–
075 Контрольная	Проконтролировать основные параметры резца. Стол контролера	–

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические рекомендации.
- 2 Получить у преподавателя рабочий чертеж резца.
- 3 Разработать технологический процесс изготовления резца и оформить его в виде таблицы.

Контрольные вопросы

- 1 Способы получения заготовок для изготовления резцов.
- 2 Порядок построения маршрутной технологии изготовления резца.
- 3 Схемы базирования при изготовлении резца.

7 Практическое занятие № 7. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса изготовления червячной фрезы

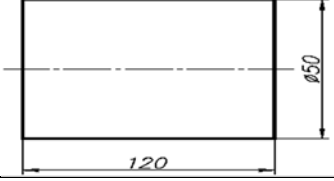
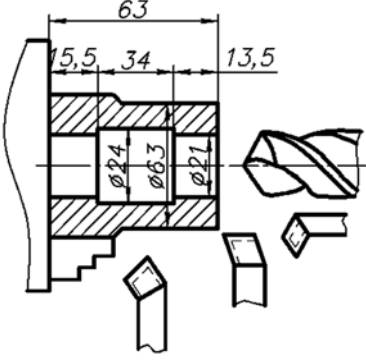
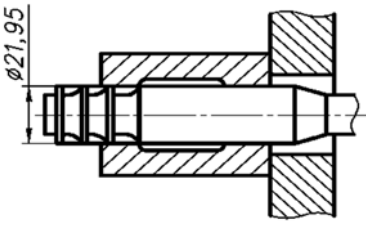
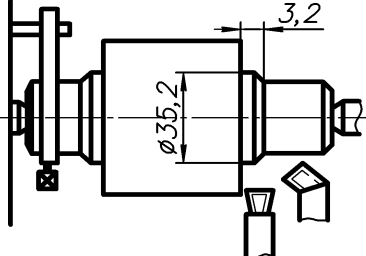
Цель занятия: ознакомить студентов с основами разработки технологических процессов изготовления червячных фрез на примере изготовления фрезы червячной с прямолинейным профилем в нормальном сечении при $t \geq 2$ мм.

Специфическими операциями при изготовлении червячных фрез являются такие операции, как фрезерование витков, канавок для стружки, затылование и заточка фрез. Нарезание витков, обработку канавок и затылование проводят одновременно у нескольких заготовок, насаженных на одну оправку. Порядок расположения заготовок на оправке сохраняют для всех указанных операций. Затылование фрез может проводиться в три перехода при отдельной обработке обеих боковых поверхностей и вершин зубьев. В условиях изготовления фрез крупными партиями используют резцы для затылования сразу всего профиля впадины зуба. Этот принцип увеличения зоны контакта заготовки с режущими элементами инструмента с целью повышения производительности используется и при шлифовании профиля специально заправленными шлифовальными кругами для затылования сразу всего профиля зуба фрезы. Однако процесс правки таких шлифовальных кругов и условия его работы усложняются по сравнению с кру-

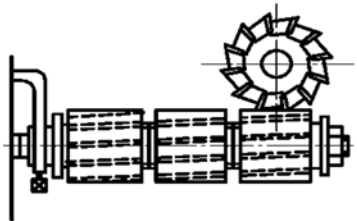
гами, предназначенными для отдельного затылования. Перед шлифованием профиля червячные фрезы подвергаются заточке по передней поверхности. Заточные и затыловочные станки при шлифовании профиля должны настраиваться точно на один и тот же шаг винтовой канавки, т. к. в противном случае неизбежно получение конусности фрезы. Контроль профиля фрезы проводится при помощи шаблонов на инструментальном микроскопе или на специальных приборах.

Технологический процесс изготовления червячных зуборезных фрез состоит из операций, представленных в таблице 6.

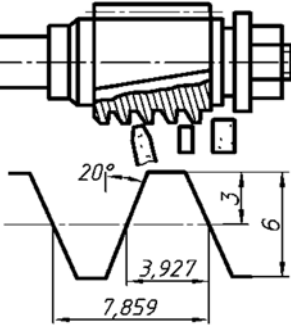
Таблица 6 – Технологический процесс изготовления червячных зуборезных фрез

Наименование операции	Содержание операции. Оборудование, инструмент	Эскиз обработки
1	2	3
005 Абразивно-отрезная	Отрезать заготовку. Абразивно-отрезной, тиски, круг отрезной, масштабная линейка	
010 Термическая	Ковать, отжечь, травить	—
015 Токарно-револьверная	Подрезать торец, сверлить отверстие и предварительно обточить наружный диаметр до кулачков, проточить бурт, расточить выточку, снять фаску в отверстии; переустановить заготовку и подрезать торец, проточить бурт и обточить по наружному диаметру до кулачков. Токарно-револьверный станок, патрон трехкулачковый, комплект резцов, сверло, штангенциркуль	
020 Протяжная	Протянуть отверстие. Горизонтально-протяжной станок, протяжка круглая, калибр-пробка	
025 Токарная	Обточить по наружному диаметру, подрезать торцы и снять фаски. Токарно-винторезный станок, оправка специальная, центр, комплект резцов, штангенциркуль	

Продолжение таблицы 6

1	2	3
030 Протяжная	Протянуть шпоночный паз. Горизонтально-протяжной станок, кондуктор специальный, протяжка шпоночная, калибр-пробка	
035 Резьбофрезерная	Фрезеровать витки червяка. Резьбофрезерный станок, приспособление специальное, оправка специальная, центр упорный, фреза специальная, шаблон	
040 Фрезерная	Фрезеровать стружечные канавки. Горизонтально-фрезерный станок, приспособление специальное, оправка специальная, центр упорный, фреза угловая, шаблон	
045 Заточная	Заточить фрезу по передней поверхности предварительно. Универсально-заточной станок, приспособление специальное, оправка специальная, центр упорный, круг шлифовальный тарельчатый, шаблон	
050 Затыловочная	Затыловать фрезу по наружной поверхности, по профилю и канавки. Токарно-затыловальный станок, оправка специальная, центр упорный, комплект резцов специальных, шаблон	
055 Фрезерная	Фрезеровать неполные витки. Вертикально-фрезерный станок, приспособление специальное, фреза концевая, штангенциркуль	
060 Маркировочная	Маркировать основные параметры фрезы. Пресс, штамп, клейма	-
065 Термическая	Закалить, отпустить, очистить	-
070 Внутришлифовальная	Шлифовать отверстие и торец. Внутриторцешлифовальный станок, патрон цанговый, комплект шлифовальных кругов, микрометр, комплект шероховатостей	

Окончание таблицы 6

1	2	3
075 Хонинговальная	Довести посадочное отверстие. Станок хонинговальный, приспособление специальное, хон, нутромер, комплект шероховатостей	
080 Круглошлифовальная	Шлифовать торцы и буртики. Круглошлифовальный станок, оправка специальная, центр упорный, круг шлифовальный, микрометр, комплект шероховатостей	
085 Заточная	Заточить фрезу по передней поверхности окончательно. Универсально-заточной станок, приспособление специальное, оправка специальная, центр упорный, круг шлифовальный тарельчатый, шаблон	
090 Затыловочно-шлифовальная	Затыловать вершины, профиль зубьев и радиуса отдельно с правой и левой сторон. Токарно-затыловальный станок, оправка специальная, центр упорный, комплект специальных шлифовальных кругов, шаблон	
095 Химико-термическая	Хромировать или цианировать	—
100 Контрольная	Проконтролировать основные параметры резца. Стол контролера	—

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические рекомендации.
- 2 Получить у преподавателя рабочий чертеж червячной фрезы.
- 3 Разработать технологический процесс изготовления фрезы и оформить его в виде таблицы.

Контрольные вопросы

- 1 Способы получения заготовок для изготовления червячных фрез.
- 2 Порядок построения маршрутной технологии изготовления червячных фрез.
- 3 Схемы базирования при изготовлении червячных фрез.

8 Практическое занятие № 8. Разработка маршрутно-операционного технологического процесса изготовления дискового долбяка


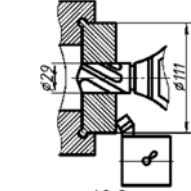
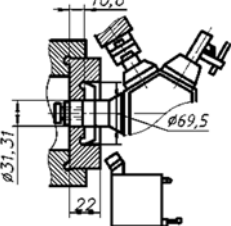
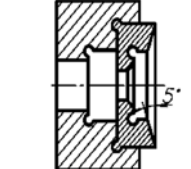
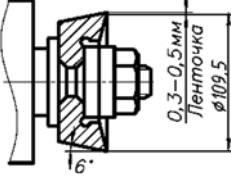
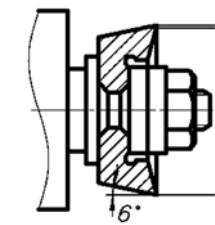
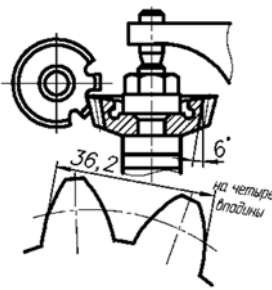
Цель занятия: ознакомить студентов с основами разработки технологических процессов изготовления дискового долбяка на примере изготовления прямозубого дискового долбяка.

Специальными при изготовлении долбяков являются операции фрезерования и шлифования зубьев. Фрезерование зубьев долбяков может проводиться червячными фрезами на зубофрезерных станках. Образование задних углов на долбяке в этом случае обеспечивается комбинированием продольной и радиальной подачи фрезы. Для того чтобы получить определенные величины задних углов на долбяке, необходимо иметь определенную кинематическую связь между продольной и радиальной подачами. Это достигается соответствующим изменением кинематики зубофрезерного станка и в зубофрезерных станках при помощи ручной радиальной подачи. В этом случае сначала фрезерование проходит подобно обработке обычного цилиндрического колеса при продольной подаче, параллельной оси заготовки. Когда ось фрезы приблизится к заднему торцу на 2...3 мм, подача выключается и заготовка вручную подается в направлении радиальной подачи к оси фрезы. Этот способ менее производителен и точен, но дает удовлетворительные результаты.


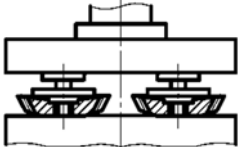
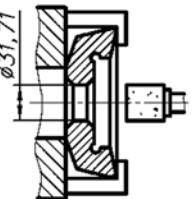
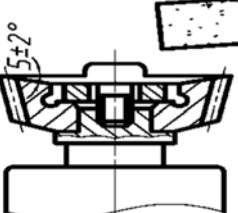
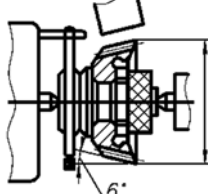
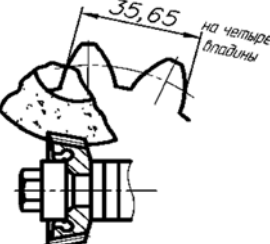
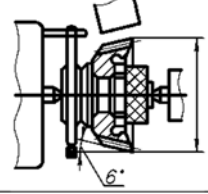
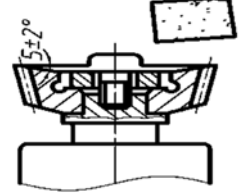
Шлифование профиля зубьев долбяка проводится методом обката на специальном прецизионном зубошлифовальном станке. Торце шлифовального круга, подобно боковой поверхности зуба рейки, будет занимать относительно заготовки ряд последовательных положений, огибающая которых и будет эвольвентным профилем зуба долбяка. Шлифование профиля зубьев долбяка может проводиться также с помощью червячного шлифовального круга. Принцип обработки основан на зацеплении эвольвентного червяка и обрабатываемого долбяка и подобен фрезерованию зубьев долбяка червячными фрезами. Этот способ используется в основном при обработке мелкозубых долбяков. Контроль долбяков проводится по следующим элементам: по профилю боковых поверхностей зубьев, по окружному шагу и накопленной погрешности шага, по биению основной окружности, по отклонению высоты головки зубьев от теоретического размера, соответствующего данной толщине.

Технологический процесс изготовления долбяка дискового прямозубого состоит из операций, представленных в таблице 7.

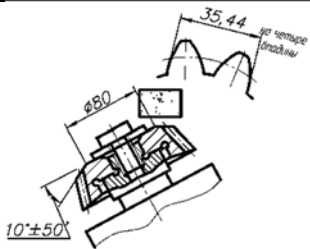
Таблица 7 – Технологический процесс изготовления проходного токарного отогнутого резца

Наименование операции	Содержание операции. Оборудование, инструмент	Эскиз обработки
1	2	3
005 Абразивно-отрезная	Отрезать заготовку. Абразивно-отрезной, тиски, круг отрезной, масштабная линейка	
010 Кузнечная	Ковать на молоте	—
015 Термическая	Отжечь заготовку, очистить заготовку, травить	—
020 Токарно-револьверная	Подрезать торец, сверлить отверстие, обточить наружный диаметр до кулачков. Переустановить заготовку. Подрезать другой торец, обточить оставшуюся часть наружного диаметра, расточить отверстие, выточку, проточить кольцевую канавку, расточить канавку в выточке, обточить торец на конус под 5°, снять фаску по отверстию. Токарно-револьверный станок, комплект режущего инструмента, штангенциркуль	 
		 
025 Токарная	Обточить по наружному диаметру на конус. Токарно-винторезный станок, оправка специальная, резец контурный, штангенциркуль	
030 Зубофрезерная	Фрезеровать профиль зубьев. Зубофрезерный станок, оправка специальная, червячно-модульная фреза, шаблон специальный	

Продолжение таблицы 7

1	2	3
035 Термическая	Закалить, отпустить. Очистить	—
040 Шлифовальная	Шлифовать ленточку на переднем торце и опорный торец. Плоскошлифовальный станок, плита электромагнитная, круг шлифовальный	
045 Притирочная	Притереть опорный торец. Станок притирочный, плита притирочная, приспособление специальное	
050 Внутришлифовальная	Шлифовать отверстие и внутренний опорный торец. Внутриторцешлифовальный станок, приспособление специальное, комплект шлифовальных кругов, микрометр, калибр-пробка, комплект шероховатостей	
055 Доводочная	Довести отверстие	—
060 Шлифовальная	Заточить переднюю поверхность предварительно под углом 5°. Плоскошлифовальный станок, поворотный стол, круг шлифовальный, шаблон специальный, комплект шероховатостей	
065 Круглошлифовальная	Предварительно шлифовать по задней поверхности. Круглошлифовальный станок, оправка специальная, круг шлифовальный, шаблон, комплект шероховатостей	
065 Зубошлифовальная	Шлифовать профиль зубьев с одной и другой стороны предварительно и окончательно. Зубошлифовальный станок, оправка специальная, комплект шлифовальных кругов, шаблон специальный	
075 Круглошлифовальная	Шлифовать по задней поверхности окончательно. Круглошлифовальный станок, оправка специальная, круг шлифовальный, шаблон, комплект шероховатостей	
080 Шлифовальная	Заточить переднюю поверхность окончательно под углом 5°. Плоскошлифовальный станок, поворотный стол, круг шлифовальный, шаблон специальный, комплект шероховатостей	

Окончание таблицы 7

1	2	3
085 Круглошлифовальная	Шлифовать скос. Круглошлифовальный станок, оправка специальная, круг шлифовальный, шаблон, комплект шероховатостей	
090 Полирование профиля	Полировать профиль. Станок специальный, оправка специальная, круг полировальный	—
095 Размагничивание	Размагнитить	—
100 ХТО	Цианировать	—
105 Контрольная	Контролировать основные параметры	—

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить методические рекомендации.
- 2 Получить у преподавателя рабочий чертеж дискового долбяка.
- 3 Разработать технологический процесс изготовления долбяка и оформить его в виде таблицы.

Контрольные вопросы

- 1 Способы получения заготовок для изготовления дискового долбяка.
- 2 Порядок построения маршрутной технологии изготовления дискового долбяка.
- 3 Схемы базирования при изготовлении дискового долбяка.

Список литературы

- 1 Общие правила оформления конструкторско-технологической документации: методические указания для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Сост. В. М. Шеменков, С. Н. Хатетовский, М. А. Белая. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2014. – 48 с.
- 2 Палей, М. М. Технология производства металлорежущих инструментов: учебное пособие / М. М. Палей. – Москва : Машиностроение, 1982. – 256 с.
- 3 Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.
- 4 Технологическое обеспечение машиностроительного производства:

учебное пособие / Под ред. Ж. А. Мрочека. – Москва: ИКТИ РАН, 2013. – 462 с.

5 **Каштальян, И. А.** Обработка на станках с числовым программным управлением : справочное пособие / И. А. Каштальян, В. И. Клевзович. – Минск : Вышэйшая школа, 1989. – 271 с.

6 **Спиридонов, А. А.** Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А. А. Спиридонов. – Москва : Машиностроение, 1981. – 184 с.

7 **Кацев, П. Г.** Статистические методы исследования режущего инструмента / П. Г. Кацев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1974. – 231 с.

8 **Михайлов, А. В.** Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учебное пособие / А. В. Михайлов, Д. А. Расторгуев, А. Г. Схиртладзе. – Старый Оскол : ТНТ, 2012. – 336 с.

9 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.

10 Технология машиностроения : учебное пособие: в 2 ч. Ч. 2 : Высокоэффективные технологии и оборудование современных производств / А. А. Жолобов [и др.] ; под ред. А. А. Жолобова. – Минск : РИВШ, 2020. – 480 с.

11 Станки с ЧПУ. Устройство, программирование, инструментальное обеспечение и оснастка : учебное пособие / А. А. Жолобов [и др.]. – 4-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 360 с.

12 Технологическое обеспечение машиностроительного производства: учебное пособие / В. А. Логвин [и др.] ; под ред. Ж. А. Мрочека. – Минск: РИВШ, 2021. – 560 с.