

Министерство образования Российской Федерации
Донской государственный технический университет
Кафедра «Технология машиностроения»

Выбор плана обработки поверхностей

Методические указания по проведению практических занятий
по курсам «Основы технологии машиностроения» и
«Технология изготовления деталей машин»

Ростов-на-Дону
2004

Составители: доц., к.т.н. Лебедев В.А.
доц., к.т.н. Прокопец Г.А.,
доц., к.т.н. Азарова А.И.
ст. преп. Шенштейн В.Ю.

Выбор плана обработки поверхностей: Методические указания по проведению практических занятий по курсам «Основы технологии машиностроения» и «Технология изготовления деталей машин». / Ростов-на-Дону. Издательский центр ДГТУ. 2004. 12с.

Изложена методика и основные рекомендации по выбору способов обработки поверхностей детали. Предназначено для преподавателей при подготовке и проведении практических занятий по курсам «Основы технологии машиностроения» и «Технология изготовления деталей машин», а также для студентов при выполнении раздела «Разработка технологического процесса обработки детали» в дипломном и курсовых проектах по технологии машиностроения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Донского государственного технического университета.

Научный редактор д-р техн. наук проф.

Попов М.Е.

1. Тема практического занятия: «Выбор способов обработки поверхности детали и определение числа необходимых переходов».

2. Тема курса, к которой относится практическое занятие «Основы проектирования технологических процессов обработки».

3. Теоретический материал, который должен быть изучен студентом при подготовке к практическому занятию: «Физико-технологические основы методов обработки», «Достижение точности изготовления детали».

4. Литература:

Основная:

1. Б.С. Балакшин. Основы технологии машиностроения. М: Машиностроение, 1969.

2. А.А. Маталин. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, 1985.

3. Конспект лекций

Дополнительная:

4. Справочник технолога машиностроителя (под ред. Косиловой А.Г.), Т. 1, 2. М.: Машиностроение, 1986.

5. Цели практического занятия:

- закрепление теоретических знаний по темам курсов лекций «Основы технологии машиностроения», «Технология изготовления деталей машин»;
- приобретение навыков и умений по формированию планов обработки поверхности, выбору методов и средств их обработки;
- подготовка студентов к самостоятельной работе при выполнении раздела «Разработка технологического процесса изготовления деталей» в курсовом и дипломном проектировании.

6. Средства достижения целей практического занятия:

- пояснение преподавателем общей методики, основных принципов и подходов при выборе способов и средств обработки отдельных поверхностей деталей;
- коллективное рассмотрение примера выбора способов и средств обработки одной - двух поверхностей детали под руководством преподавателя;
- самостоятельная работа всех студентов по выбору способов и средств обработки одной поверхности детали по указанию преподавателя.

7. Методика выбора способов обработки поверхностей детали и определения необходимого числа переходов.

К выбору способов обработки поверхностей детали приступают после анализа:

- служебного назначения детали в машине, технических условий и требований, которым она должна отвечать;

- качества и точности поверхностей, требующих обработки;
- качества и точности исходной заготовки.

В качества исходных данных необходимо иметь:

- чертеж детали и технические требования к ней;
- чертеж заготовки и технические требования к ней;
- тип производства;
- рекомендации, какое оборудование, исходя из типа производства или других условий должно быть взято за основу при изготовлении деталей.

Методически выбор способов обработки поверхностей целесообразно производить в следующей последовательности:

1. Пронумеровать все поверхности детали.
2. Провести анализ требований, предъявляемых к точности и качеству поверхностей готовой детали, и занести в таблицу сведения о точности исходной заготовки, о точности и шероховатости каждой обрабатываемой поверхности.
3. Исходя из данных о точности исходной заготовки и готовой детали, по каждой из поверхностей установить требуемую величину уточнения, которую необходимо обеспечить в результате обработки:

$$\varepsilon_{ДК} = \frac{T_{ЗК}}{T_{ДК}},$$

где - $T_{ЗК}$ точность заготовки;

- $T_{ДК}$ точность поверхности готовой детали.

k - порядковый номер поверхности, подлежащей обработке.

4. Выбрать способ окончательной обработки поверхностей, обеспечивающий получение требуемой точности и шероховатости.

Для выбора способов окончательной обработки поверхности можно воспользоваться обобщенно таблицей этапов обработки деталей (таблица 1) или использовать данные о точности обработки деталей на станках, приведенные в справочной литературе [4]. Способ окончательной обработки выбираем таким образом, чтобы технологические возможности способа обработки $T_{ОК}$ обеспечивали получение требуемых параметров качества поверхности $T_{ОК} \leq T_{ДК}$. Зафиксировать выбранный способ окончательной обработки в сводной таблице способов обработки поверхностей.

5. Используя обобщенную таблицу этапов обработки (таблица 1), наметить план обработки поверхности, занеся в сводную таблицу сведения о достигаемой точности каждого из выбранных промежуточных способов обработки данной поверхности.

6. Исходя из точности, достигаемой каждым из выбранных способов обработки поверхности, определить величину уточнения, обеспечиваемую этими способами и найти их произведение

$$\varepsilon_K = \prod_1^m \varepsilon_{K_i}$$

где ε_i - уточнение, обеспечиваемое каждым способом обработки, при этом должно соблюдаться условие:

$$\varepsilon_K \geq \varepsilon_{ДК}$$

Таблица 1 Этапы обработки поверхностей

Этап	Наименование	Содержание	Реализация	Параметры качества поверхности	
			наруж. пов. внутр. пов.		
			плоск. пов.	квал.	Rz (Ra), мкм
1	2	3	4	5	6
Э0	Заготовительный	Получение заготовки	Прокатка, штамповка, литье	16-12	(>40)
Э1	Черновой	Съем напусков и основного объема припусков	Черновое обтачивание Сверление, рассверливание, черновое зенкование, черновое <u>рас- тачивание</u> Черновое фрезерование, обдирочное шлифование	14-12	(80)-6,3
Э2	Термический 1	Стабилизирующая термо-обработка для снятия внутренних напряжений	Отжиг, нормализация, улучшение - искусственное старение		
Э3	Получистой 1	Уточнение и правка баз	Получистовое обтачивание Рассверливание, зенкование, черновое протягивание (притирка <u>центровых отверстий</u>) Получистовое фрезерование, черновое шлифование	13-10	(40)-1,6
Э4	Термический 2	Химико-термическая обработка	Цементация, азотирование и т.д.		
Э5	Получистой 2	Назначается, если Э4=0; правка баз, съем припуска	Получистовое обтачивание Притирка центровых отверстий, получисто-	13-10	(40)-1,6

		с поверхностей, не подлежащих хим.терм. обработке	вое растачивание		
Э6	Термический 3	Упрочняющая термообработка	Закалка	-	-
Э7	Чистовой 1	Уточнение (правка баз, если Э6=0)	Чистовое обтачивание, <u>черновое шлифование</u> Черновое развертывание, черновое шлифование, протягивание (притирка центровых отверстий) Чистовое фрезерование, протягивание, шлифование	10-8	6,3-0,4
Э8	Чистовой 2	Уточнение	Тонкое обтачивание, <u>чистовое шлифование</u> Тонкое растачивание, чистовое шлифование, чистовое развертывание <u>центровых отверстий</u> Чистовое шлифование	8-6	1,6-0,2
Э9	Доработочный	Обработка второстепенных элементов и легкоповреждаемых поверхностей (резьб и т.д.)	Все методы механической обработки		
Э10	Гальванический	Нанесение покрытий	Цинкование, никелирование и др.	-	-
Э11	Доводочный	Получение поверхностей особо высокой точности, снижение шероховатости	Тонкое шлифование, притирка, суперфиниш, обкатывание, <u>выглаживание</u> , <u>полирование</u> Тонкое шлифование, притирка, хонингование, раскатывание, <u>выглаживание</u> , <u>калибрование</u> , <u>полирование</u> Притирка, доводка	5-4	<0,1
Э12	Контрольный	Контроль качества	Измерение размеров, шероховатости	-	-

7. Повторить пп. 4-6 для каждой подлежащей обработке поверхности.

Примечание: при выборе способов обработки каждой из поверхностей детали следует найти такой способ и принять такое количество переходов, которые позволили бы наиболее экономично осуществить переход от заготовки к готовой детали и обеспечить получение требуемого уточнения $\varepsilon_{ДК}$. При этом желательно, чтобы все или возможно большее число поверхностей детали обрабатывались одним способом. Это позволит совместить наибольшее число переходов во времени, уменьшить количество операций, сократить трудоемкость, цикл и себестоимость обработки.

Пример выбора способов обработки поверхностей детали и установление требуемого числа переходов

Задача: выбрать способы обработки поверхностей противовеса.

Исходные данные:

- чертеж детали (рисунок 1);
- заготовка - отливка, получаемая литьем в металлические формы (1 класс точности);
- тип производства - серийный;
- рекомендуемый тип оборудования - универсальное, специализированное.

1. Производим нумерацию поверхностей детали (вариант нумерации поверхностей представлен на рисунке 1). Данная деталь включает 22 поверхности, все поверхности подлежат обработке.

2. Из чертежа детали выявляем требования, которым должны отвечать поверхности после обработки и устанавливаем соответствующие требуемой точности допуски на размер обработки (результаты анализа сводим в таблицу 2).

3. Устанавливаем по каждой из поверхностей требуемую величину уточнения, которую необходимо обеспечить в результате обработки

Так для 1-й поверхности $\varepsilon_{Д1} = \frac{1150}{100} = 11,5$;

4-й поверхности $\varepsilon_{Д4} = \frac{1000}{40} = 25$;

6-й поверхности $\varepsilon_{Д6} = \frac{1000}{870} = 1,15$;

8-й поверхности $\varepsilon_{Д8} = \frac{870}{40} = 21,75$;

16-й поверхности $\varepsilon_{Д16} = \frac{870}{54} = 16,1$ и т.д.;

Перв. примен.				
Справ. №				
Подп. и дата				
Инв. № д/д				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Инв. № подл.				

1. Неуказанные фаски 1x45°

2. Неуказанная глубина канавок 0,5 мм

3. Неуказанные предельные отклонения – по H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

						Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.								
Пров.								
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Лист

Листов 1

ДГТУ

каф. "ТМС"

Формат А4

Копировал

Рисунок 1. Чертеж детали

4. Выбираем способ окончательной обработки поверхностей. На основе анализа существующих способов обработки (используя обобщенную таблицу способов обработки), обеспечивающих получение требуемой точности и шероховатости поверхности 1, выбираем способ окончательной обработки - чистовое обтачивание (этап 7). При этом согласно /4/ достигаемая точность составит $T_{01} = 80$ мкм.

Для других поверхностей, рассуждая аналогично, получаем:
поверхность 4 - тонкое алмазное обтачивание (этап 8) $T_{04} = 40$ мкм;
поверхность 6 - черновое торцевое точение (этап 1) $T_{06} = 530$ мкм;
поверхность 8 - нарезание резьбы (этап 9) после предварительного тонкого

расточивания (этап 8) $T_{08} = 35$ мкм;

поверхность 16 - чистовое растачивание (этап 7) $T_{016} = 54$ мкм.

Аналогичный подход используем и для других поверхностей (см. таблицу 2). Отдаем предпочтение токарным способам обработки, поскольку деталь типа тела вращения и может быть обработана на токарных станках с ЧПУ, что отвечает условиям, сформулированным в исходных данных.

5. Намечаем план обработки поверхностей, используя обобщенную таблицу этапов обработки.

Для поверхности 1, отсутствие в технических требованиях на деталь требований, предусматривающих проведение химико-термической обработки. Позволяет наметить следующую последовательность обработки поверхности:

- черновое обтачивание ($T_{1.1} = 530$ мкм), $\varepsilon_{1.1} = 2,17$;
- получистовое обтачивание ($T_{1.2} = 260$ мкм), $\varepsilon_{1.2} = 2,04$;
- чистовое обтачивание ($T_{1.3} = 80$ мкм), $\varepsilon_{1.3} = 3,25$.

Возможность применения намеченной последовательности обработки поверхности 1 оценим по величине достигаемой при этом величины уточнения

$$\varepsilon_1 = 2,17 \cdot 2,04 \cdot 3,25 = 14,39$$

Сравнивая ε_1 с $\varepsilon_{Д1}$, $14,39 > 11,5$, можно сделать вывод, что намеченная последовательность обработки обеспечивает получение поверхности 1 по всем показателям точности.

Для поверхности 4 можно предложить следующую последовательность обработки:

- черновое обтачивание ($T_{4.1} = 530$ мкм), $\varepsilon_{4.1} = 1,89$;
- получистовое обтачивание ($T_{4.2} = 260$ мкм), $\varepsilon_{4.2} = 2,04$;
- чистовое обтачивание ($T_{4.3} = 80$ мкм), $\varepsilon_{4.3} = 3,25$;
- тонкое обтачивание ($T_{4.4} = 40$ мкм), $\varepsilon_{4.4} = 2$.

$$\varepsilon_4 = 1,89 \cdot 2,04 \cdot 3,25 \cdot 2 = 25,1 > \varepsilon_{Д4} = 25$$

что свидетельствует о применимости данного способа обработки поверхности 4.

Для поверхности 6

- черновое торцевое точение ($T_{6.1} = 530$ мкм), $\varepsilon_{8.1} = 1,89$.

$$\varepsilon_6 = 1,89 > \varepsilon_{Д_6} = 1,15$$

Для поверхности 8

- черновое обтачивание ($T_{8.1}=460$ мкм), $\varepsilon_{8.1}=1,9$;
- получистовое обтачивание ($T_{8.2}=140$ мкм), $\varepsilon_{8.2}=3,3$;
- чистовое обтачивание ($T_{8.3}=70$ мкм), $\varepsilon_{8.3}=2$;
- тонкое обтачивание ($T_{8.3}=35$ мкм), $\varepsilon_{8.4}=2$;
- нарезание резьбы М100х2.

$$\varepsilon_8 = 1,9 \cdot 3,3 \cdot 2 \cdot 2 = 25,08 > \varepsilon_{Д_8} = 21,75$$

Для поверхности 16

- черновое растачивание ($T_{16.1}=460$ мкм), $\varepsilon_{16.1}=1,9$;
- получистовое растачивание ($T_{16.2}=140$ мкм), $\varepsilon_{16.2}=3,3$;
- чистовое растачивание ($T_{16.3}=54$ мкм), $\varepsilon_{16.3}=2,6$.

$$\varepsilon_{16} = 1,9 \cdot 3,3 \cdot 2,6 = 16,3 > \varepsilon_{Д_{16}} = 16,1$$

Способы обработки других поверхностей представлены в сводной таблице способов обработки поверхностей детали (таблица 3).

Таблица 2

Рекомендации для выбора методов обработки поверхностей

Исходные данные					Рекомендуемый метод обработки	Технологические возможности		Характеристика метода		
Точность	Вид поверхности	Необходимость координир. относит. др. размеров	Состояние материала	Тип производства		Координирование относительно др. поверхностей	Дополнительные сведения	Производительность	Стоимость инструмента	Возможность переналадки на размер
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14-12 кв. (реализуется на этапе обработки Э1)	Нар. цил.	Независимо	Сырой	любой	Обтачивание	до 0,1-0,15	-	высок.	низк.	есть
	Отверстие	Независимо	Сырой	любой	Сверление	до 0,15-0,25	кондук.	средн.	низк.	нет
				м/с	Рассверливание ²	то же	кондук.	средн.	низк.	нет
				с/с, к/с	Черновое зенкерование	до 0,1-0,15	кондук.	высок.	сред.	нет
				м/с	Растачивание	до 0,08-0,12	с напр.	шок.	низк.	есть
				м/с, с/с	Расфрезерование ³	до 0,15	-	средн.	низк.	есть
	Плоскости	Независимо	Сырой	м/с	Строгание ⁴	в пред. 12 кв.	-	низк.	низк.	есть
				любой	Фрезерование	то же	-	высок.	оч. высок.	есть
				к/с, м	Плоское протягивание	до 10 кв.	-	очень высок.	оч. высок.	есть
				в спец. случ.	Плоское обдирочное шлифование	в пределах 12 кв.	-	высок.	низк.	есть
11-10 квалитет	Нар. цил.	Независимо	Сырой	любой	Получистовое обтачивание	до 0,08-0,1	-	высок.	низк.	есть
	Отверстие	Независимо	Сырой	м/с	Рассверливание ²	до 0,12-0,15	кондук.	средн.	низк.	нет
					Получист. растачивание	до 0,05	с напр.	низк.	низк.	есть
				с/с, к/с, м	Чистовое зенкерование	до 0,07-0,1	кондук.	высок.	средн.	нет
				м/с, с/с	Получистовое расфрезерование ¹	до 0,1	-	средн.	низк.	есть
				к/с, м	Прошивка Протягивание	нет	шлиф. фасон.	очень высок.	очень высок.	нет
	Плоскости	Независимо	Сырой	м/с	Строгание ⁴	до 10 кв.	-	низк.	низк.	есть
				любой	Получит. фрезерование	до 10 кв.	-	высок.	средн.	есть
				к/с, м	Плоское протягивание	до 10 кв.	-	очень высок.	очень высок.	есть
				в спец. случ.	Плоское шлифование	до 10 кв.	высок. чистота	средн.	низк.	есть
9-8 квалитет	Нар. цил.	Есть	Сырой	любой	Чистовое обтачивание	до 0,05	-	средн.	низк.	есть
			Закал.	любой	Шлифование	до 0,02-0,03	высок. чист.	средн.	низк.	есть

		Нет	Сырой	любой	Чистовое обтачивание	до 0,05		средн.	низк.	есть		
				любой	Шлифование	до 0,02-0,03	высок. чист.	средн.	низк.	есть		
				Закал.	любой	Шлифование	до 0,02-0,03	высок. чист.	средн.	низк.	есть	
	Отвер- стия	Есть	Сырой	м/с	Чистовое рас- тачивание	до 0,05	с напр.	низк.	низк.	есть		
				с/с, к/с, м	Развертывание	до 0,05-0,06	кондук- втулка	высок.	сред.	нет		
			Закал.	любой	Внутреннее шлифование	до 0,05	высок. чистот	низк.	низк.	есть		
					Алмазное (эльбор) растачивание	до 0,05	высок. чистот	низк.	низк.	есть		
				Нет	Сырой	м/с	Чистовое рас- тачивание	до 0,05	с напр.	низк.	низк.	есть
						с/с, к/с, м	Развертывание	до 0,05-0,06	кондук. втулка	высок.	сред.	нет
		к/с, м	Протягивание	нет		шлиц. отвер.	высок.	очень вы- сок.	нет			
		Закал	любой	Внутреннее шлифование	до 0,05	высок. чистота	низк	низк.	есть			
				Алмазное (эльбор) растачивание	до 0,05	высок. чистот.	низк.	низк.	есть			
			Плос- кости	Неза- висимо	Сырой	любой	Тонкое (бреющее) фрезерование	..до 8 квалитет а	высок. частот.	средн.	средн.	есть
						любой	Плоское шли- фование	до 8 квалитет а	высок. чистот.	низк.	низк.	есть

7-6 квалитет (Э8)	Нар. цил.	Есть	Сырой	любой	Тонкое обта- чивание	есть		средн.	низк.	есть
			Закал	любой	Шлифование	есть	-	низк.	низк.	есть
		Нет	Сырой	м/с	Тонкое обта- чивание	есть	•	средн.	низк.	есть
				с/с, к/с, м	Шлифование	есть	-	низк.	низк.	есть
				Закал	любой	Шлифование	есть	-	низк.	низк.
		Отвер- стия	Есть	Сырой	любой	Тонкое раста- чивание	есть	-	низк.	НИЗК.
	Нет			Сырой	м/с	Тонкое раста- чивание	есть	-	низк.	низк.
			с/с, к/с, м		Чистовое раз- вертывание	нет	•	сред.	сред.	нет
			к/с, м		Протягивание	нет	шлиц. отвер.	высок.	низк.	нет
			Закал	любой	Внутреннее шлифование	есть	-	очень низкая	низк.	есть
	Алмазное (эльбор) растачивание				есть		низк.	низк.	есть	
	Плос- кости		Неза- висимо	Неза- висимо	любой	Плоское шли- фование	есть	-	низк.	низк.

¹ - Самый распространенный метод получения отверстия в глухом материале

² - При отсутствии зенкера. Предпочтительнее зенкерование.

³ - Так называемое планетарное фрезерование, т.е. движение вращающейся концевой фрезой

⁴ - Только при обработке длинных узких поверхностей (например, направляющих).

Способы обработки поверхностей противовеса

№ пов.	Заготовка		Параметры каче- ства поверхности			ε _{дк}	План обработки поверхностей										
							1 пер.	Тк ₁ , мкм	2 пер.	Тк ₂	3 пер.	Тк ₃	4 пер.	Тк ₄	5 пер.	ε _к	6 пер.
		Тзк	Кв.	Тдк	Ra (Rz)												
1	Отливка – литье в металлические формы (1 кл. точности)	150	9	100	2.5	11.5	Черн. об- тач.	530	Полу- лучист. об- тач.	260	Чист. об- тач.				14,4		
2		1150	14	1000	6.3	1,15	Черн. об- тач.	1600 1000							1,15		
3		1000	14	1000	6,3	1,0	Черн. об- тач.	1000	Об- тач.						1,0		
4		1000	7	40	6,3	1,25	Черн. об- тач.	530	Полу- лучист. об- тач.	260	Чист. об- тач.	80	Тонк. об- тач.	40	25,0	К	
5		1000	14	1000	6,3	1,0	Черн. об- тач.	1000							1,0		
6		1000	14	870	6,3	1.15	Черн. торц. об- тач.	530							1,89		
7		870	14	870	6,3	1,15	Черн. рас- тач.	530							1,64		
8		870	7	40	1,25	21,8	Черн. рас- тач.	460	Полу- лучист. об- тач.	140	Чист. рас- та- чив.	70	Тонк. рас- та- чив.	35	На- резь- бы M100 *2	25.1	К
9		870	14	870	6,3	1,0	Черн. рас- тач.	460							1,9		
10		870	14	620	6.3	1,4	Черн. торц. рас- тач.	530							1,64		
11		870	14	870	6,3	1,15	Черн. рас- тач.	530							1,64		
12		740	14.	740	6,3	1.0	Черн. рас- тач.	400							1,85		
13		740	14	740	6,3	1,0	Черн. рас-	400							-	1,85	

[illegible]