

Уважаемые студенты!

Изучите предоставленный материал, в тетради по практическим занятиям выполните задание, напишите ответы на контрольные вопросы.

Оформленный отчет предоставьте преподавателю срок до 20.02.2023 года по электронной почте на адрес преподавателя (trekhlebinga@mail.ru).

В случае возникновения вопросов можно обратиться к преподавателю по телефону (072-503-67-40) с 8³⁰ до 16³⁰.

Практическая работа № 5

Определение последовательности обработки, обеспечивающей требуемое качество поверхности

Цель работы: Получение навыков в выборе и определении последовательности способов обработки деталей машин, обеспечивающей требуемое качество поверхности.

Основные положения

Эксплуатационные свойства деталей машин (износостойкость, выносливость, сопротивление коррозии и др.) зависят от размерной точности и качества их поверхностей. Последнее, в свою очередь,

определяется совокупностью характеристик шероховатости поверхности, физико-механическими свойствами (твердость, величина и знак остаточных напряжений, микроструктурой поверхностного слоя и др.).

Размерная точность и шероховатость поверхностей детали определяются способом (последовательностью способов) ее механической обработки. Каждому способу механической обработки соответствует свой диапазон размерной точности и высоты микронеровностей.

Для обеспечения требуемых физико-механических свойств поверхностного слоя детали машин подвергаются упрочняющей обработке. Каждому из способов такой обработки присущи свои технологические возможности.

Методические указания

В работе проводится выбор и определение последовательности способов механической и упрочняющей обработки, обеспечивающих требуемую размерную точность и качество поверхности детали, требуемые эксплуатационные свойства.

При выборе и определении способа (последовательности способов) механической и упрочняющей обработки необходимо руководствоваться техническими требованиями чертежа детали, а также известными зависимостями между параметрами качества поверхности и условиями эксплуатации детали. Так, например,

повышение износостойкости достигается за счет высокой твердости (микротвердости) поверхностного слоя. Увеличение выносливости обеспечивается в результате создания минимальной высоты микронеровностей, значительной твердости (микротвердости) и сжимающих остаточных, напряжений и т. д.

В случае если достижение одинаковых параметров качества поверхности возможно при различных способах механической обработки, производится сопоставление их себестоимости по приведенным затратам Спз. Себестоимость рассчитывается по формуле

$$C = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт}}}{60}, \text{ руб.},$$

где, $T_{\text{шт}}$ – штучное время на операцию.

Выполнение работы производится в соответствии с заданием, которое выдается. Варианты заданий приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1.

Варианты заданий

Тип поверхности	Материал	Требования к размерной точности и качеству поверхности				
		Квалитет	R _a , мкм	Твердость	Величина остаточных напряжений сжатия, МПа	Толщина упрочненного слоя, мм
Наружная цилиндрическая	Сталь 40ХН	5	0,1	55HRC	600	0,8
	Сталь 20Х	5	0,25	60HV МПа	800	0,08
	Сталь 12ХН2	6	0,2	62HRC	950	1,2
	Сталь 45	10	0,05	280 HB	750	1,1
Внутренняя цилиндрическая	Сталь 38Х20МА	7	0,4	750HV, МПа	900	0,07
	Сталь 18ХГТ	7	0,2	64HRC	1000	1,2
	Сталь 40Х	8	0,1	54HRC	560	1.4
	Сталь 10	6	0.4	160 HB	700	0,4
	Сталь 20ХГР	7	0,025	58HRC	680	0,04
	Сталь 45	8	0.4	52HRC	500	0.8

Значения приведенных затрат штучного времени, средней экономической точности и высоты микронеровностей поверхности деталей, достигаемые при различных способах механической обработки наружных поверхностей тел вращения и цилиндрических отверстий, приведены в табл. 3.3.

Технологические возможности некоторых способов упрочняющей обработки сведены в табл. 3.4.

По исходным данным, а также сведениям, приведенным в табл. 3.3 и 3.4, осуществляется выбор и определение последовательности способов обработки детали. При выборе способа упрочняющей обработки следует иметь в виду, что стали с содержанием углерода до 0,3 % подвергаются химико-термической (термодиффузионной)¹ обработке. Поверхностное пластическое деформирование используется для нетермообработанных деталей. Абразивная финишная обработка производится после химико-термического и термического упрочнения.

Ниже приводятся примеры выполнения работы. Задания для рассматриваемых примеров приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2.

Варианты рассматриваемых примеров

Тип поверхности	Требования к размерной точности и качеству поверхности деталей					
	Материал	Квалитет	R _a , мкм	Твердость	Величина остаточных напряжений сжатия, МПа	Толщина упрочненного слоя, мм
Наружная цилиндрическая	Сталь 12ХНЗА	5	0,1	62	850	1,2
Внутренняя цилиндрическая	Сталь 40ХМ	5	0,4	56	640	0,3

Пример 1. Анализируя содержание задания, приходим к следующим выводам. Требования к размерной точности и шероховатости наружной поверхности вращения можно обеспечить в результате реализации следующего маршрута механической обработки: точение предварительное и чистовое, шлифование предварительное, чистовое и тонкое (табл. 3.3). С учетом того, что деталь изготавливается из малоуглеродистой стали ($C = 0,12 \%$), а также требований к твердости, величина остаточных напряжений и толщине упрочненного слоя выбирается метод упрочняющей обработки (табл. 3.4) - цементация. Тогда весь маршрут обработки, обеспечивающей требуемую размерную точность и качество поверхности, представляет собой следующее: точение предварительное и чистовое, цементация, шлифование предварительное, чистовое и тонкое.

Указанный маршрут обработки представлен в виде схемы на рис.1.

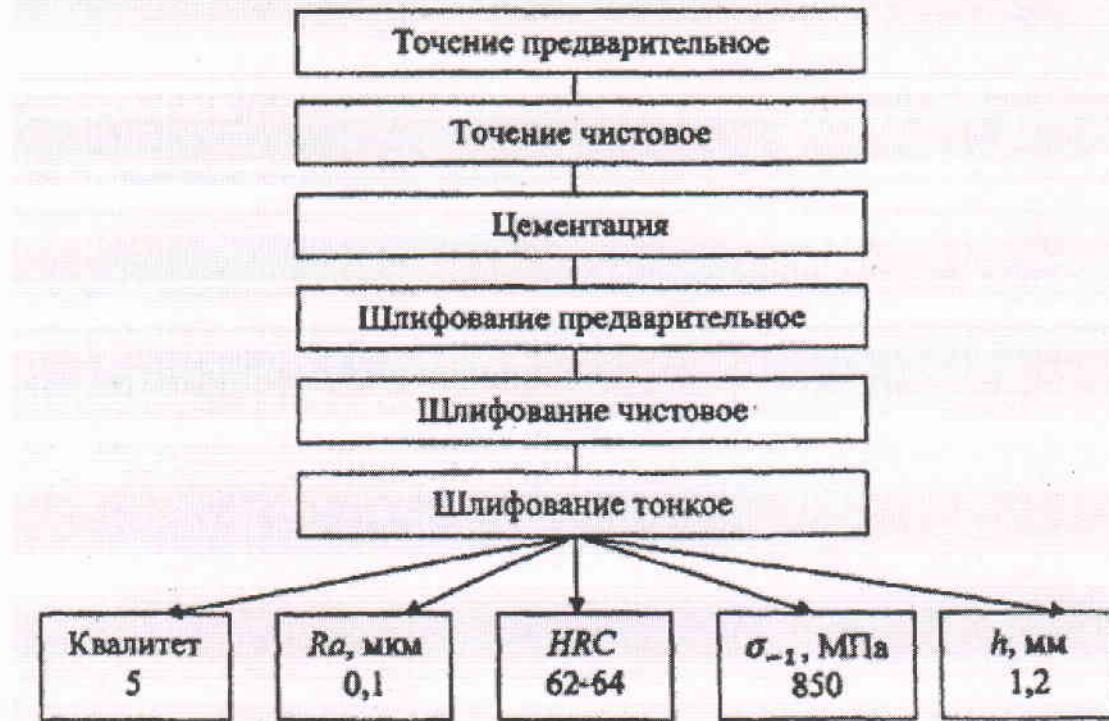


Рисунок 1 Схема маршрута и результаты обработки наружной цилиндрической поверхности

Пример 2. Действуя в той же последовательности, что и первом случае, из табл. 3.3 выбирают маршрут механической обработки: зенкерование или черновое растачивание или протягивание; тонкое растачивание и хонингование. В данном случае возможны три варианта предварительной обработки отверстия. Выбор способа обработки производится по результатам определения себестоимости. Используя данные табл. 3.3, определяют себестоимость каждого варианта обработки.

Обозначим себестоимость: зенкерования – C_1 чернового растачивания C_2 и протягивания – C_3 . Тогда

$$C_1 = \frac{1132 \cdot 1,53}{60} = 28,87 \text{ руб.};$$

$$C_{22} = \frac{1726 \cdot 1,49}{60} = 42,86 \text{ руб.};$$

$$C_3 = \frac{1280 \cdot 0,8}{60} = 17,06 \text{ руб.}$$

Таким образом, по минимуму себестоимости предпочтение следует отдать протягиванию. Материал детали содержит 0,45 % углерода. С учетом требований к физико-механическим свойствам поверхностного слоя выбирается способ уп-

рочнения (см. табл. 3.4) - поверхностная закалка с нагревом ТВЧ. Весь маршрут обработки представлен на рис.2.

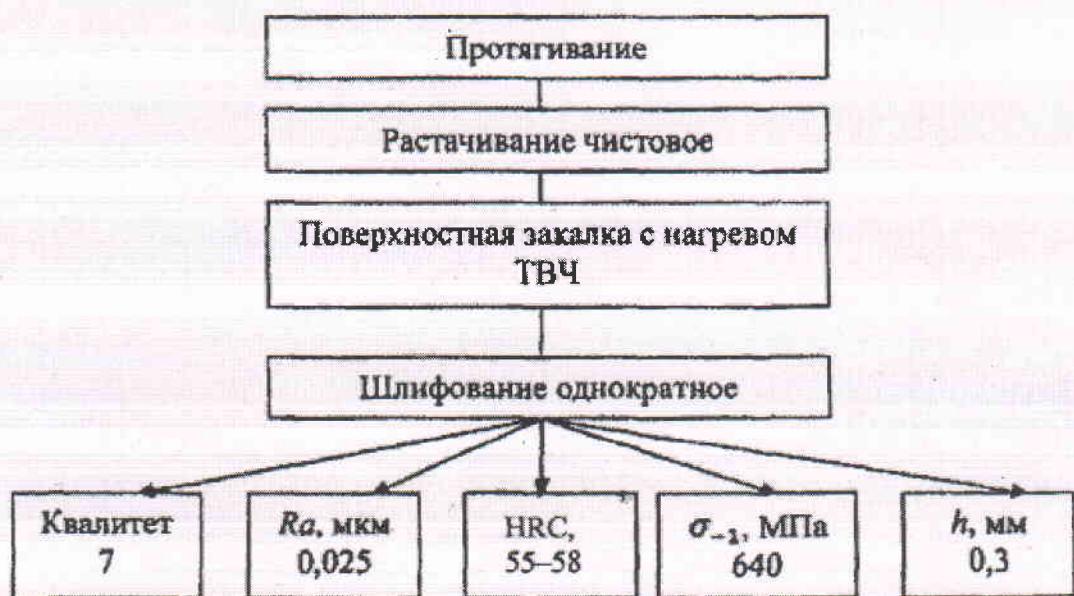


Рисунок 2 Схема маршрута и результаты обработки внутренней цилиндрической поверхности

Порядок выполнения работы

1. Проанализировать выданное задание (см. табл. 3.1) для выполнения работы).
2. Выбрать маршрут механической обработки (см. табл. 3.3) в зависимости от типа поверхности, требований к размерной точности и шероховатости поверхности.
3. В случае необходимости произвести сравнение вариантов механической обработки по себестоимости.
4. Выбрать способ упрочняющей обработки (см. табл. 3.4) в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности.
5. Определить общий маршрут обработки, обеспечивающий требуемое качество поверхности.
6. Составить схему маршрута и результатов обработки.
7. Проанализировать полученные результаты.
8. Составить отчет.

Таблица 3.3

Приведенные затраты, время на выполнение операций, размерная точность и высота микронеровностей при различных способах обработки

Способ	Приведенные затраты $C_{\text{пл.}}, \text{руб./ч}$	Штучное время $T_{\text{шт.}}, \text{мин}$	Квалитет допуска размера	Шероховатость $R_a, \mu\text{м}$
Наружные поверхности вращения				
Годение: получистовое или однократное чистовое тонкое	1070 1285 1340	2,29 2,49 2,19	11-13 8-10 6-9	25-1,6 6,3-0,4 1,6-0,2
Шлифование: предварительное чистовое тонкое	1098 1051 1514	2,14 2,14 2,56	8-9 6-7 5-6	6,3-0,4 3,2-0,24 1,6-0,1
Притирка, суперфиниширование	1225	1,43	4-5	0,8-0,1
Цилиндрические отверстия				
Сверление и рассверливание		2,25	9-13	25-0,8
Зенкерование: литого или прошитого отверстия чистовое после чернового сверления	1132 1132	1,87 1,53	10-13 8-9	25-0,4
Развертывание: нормальное точное тонкое	1132	1,74 2,32 3,87	10-11 7-9 5-6	12,5-0,8 6,3-0,4 3,2-0,1
Протягивание: литого или прошитого отверстия чистовое после чернового или после сверления	1280 1160	0,8 0,6	10-11 6-9	12,5-0,8 6,3-0,2
Растачивание: черновое чистовое тонкое	1726 1629 1560	1,49 1,72 1,96	11-13 8-10 5-7	2-1,6 6,3-0,4 3,2-1,6
Шлифование: предварительное или однократное чистовое тонкое	1051 1051 1433	7,2 8,28 8,64	8-9 6-7 5-	6,3-0,4 3,2-0,2 1,6-0,1
Притирка, хонингование	1089	1,65	4-5	1,6-0,1

Таблица 3.4

Классификация и технологические возможности способов упрочняющей поверхностной обработки деталей машин

Процессы и параметры, поверхности слоя, обусловливающие упрочнение	Способ упрочнения	Материал заготовки	Точность заготовки	Шероховатость R_a , мкм	Твердость поверхности	Технологические возможности		Толщина упрочненного слоя, мм	Остаточные напряжения сжатия, МПа	Остаточные напряжения растяжения, МПа	Минимальная максимальная
						Остаточные напряжения сжатия, МПа	Остаточные напряжения растяжения, МПа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	600–800	0,1	0,2
Упрочнение пластическим деформированием поверхности слоя (накатом). Повышение физико-механических свойств поверхности слоя, изменение величины и знака остаточных напряжений в поверхностном слое, улучшение микротопографии обработанной поверхности	Накатывание роликами Накатывание шариком	Чугун, сталь сплавы из цветных металлов	Наследуется с предшествующей обработкой	1,6–0,05 0,4–0,05					600–800	0,3	0,5
	Раскатывание шариком (роликом)				Увеличивается на 20–50 %				400–600	0,1	0,5

Окончание табл. 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Упрочнение поверхностной химико-термической (термофузационной) обработкой. Изменение физико-химических свойств и структуры поверхностного слоя, изменение величины и знака остаточных напряжений в поверхностном слое	Цементация Азотирование Цианирование Хромирование	Малоуглеродистая сталь Сталь, чугун Сталь Хромированная	Коробление (поводка) 0,05–0,15 мм Коробление 0,05–0,10 мм	Увеличивается в 2–4 раза	HRC 60–70 400–1000 HV 650–1200 HV 60–75 HRC 1600–2000 HV		0,5 0,05 0,01 – –	2,0 0,60 2,5 0,30 0,2
Упрочнение поверхности термической обработкой. Изменение физико-химических свойств и структуры поверхностного слоя, изменение величины и знака остаточных напряжений	Закалка с нагревом ТВЧ	Сталь	Коробление 0,03–0,07 мм	Не изменяется	1600–2000 HV	–	0,2	10