|  |  |
| --- | --- |
| Описание: Описание: Описание: Описание: Описание: Копия (2) зенель.png | государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Свердловской области «Нижнетагильский государственный профессиональный колледж имени Никиты Акинфиевича Демидова»(ГАПОУ СО «НТГПК им. Н.А. Демидова») |

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

по учебной дисциплине

**Метрология, стандартизация и сертификация**

для обучающихся заочного отделения

по специальности 23.02.07

Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей

Составитель:

преподаватель

высшей квалификационной категории

Макарцев А.Н.

Нижний Тагил, 2019

**Введение**

Методические рекомендации по выполнению контрольных работ составлены в соответствии с рабочей программой по учебной дисциплине Метрология, стандартизация и сертификация по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей.

Каждый студент заочного отделения, в соответствии с учебным планом должен выполнить письменную контрольную работу и представить ее на рецензирование не позднее срока, установленного учебным планом.

Написание контрольной работы по учебной дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» является одной из важнейших форм самостоятельного изучения студентом программного материала.

Работа должна быть выполнена самостоятельно на основе предварительного изучения настоящих методических рекомендаций и рекомендованной литературы по темам и правильно оформлена с соблюдением всех требований, предъявляемых к контрольным работам. Студент обязан ответить на все вопросы преподавателя по контрольной работе в процессе ее защиты.

Каждый вариант контрольной работы включает четыре вопроса и задачу. Вариант контрольной работы выбирается студентом в соответствии с последней цифрой номера индивидуального шифра.

Например, номер индивидуального шифра 4318. Последняя цифра 8. Это значит, что вариант контрольной работы студента 8.

Если последняя цифра номера индивидуального шифра 0, то вариант контрольной работы №10

Форма написания и оформление контрольной работы должны соответствовать предъявляемым к такого рода работам, требованиям. Объем контрольной работ должен быть не менее 5 страниц.

Требования к оформлению контрольной работы:

Поля: - левое – 20 мм

- верхнее – 20 мм

 - правое – 15 мм

 - нижнее – 25 мм

Шрифт текста – TimesNewRoman;

Размер шрифта заголовка- 14, 16;

Размер шрифта основного текста- 14;

Междустрочный интервал – 1.0, 1.5

**Перечень вариантов контрольной работы**

ВАРИАНТ 1

Контрольные вопросы

1. Качество. Показатели качества. Взаимозаменяемость

2. Допуски и посадки на зубчатые соединения

3. Штангенинструменты. Виды. Конструкция. Правила измерения.

Контрольные задачи

ВАРИАНТ 2

Контрольные вопросы

1. Оценка качества продукции. Технологическое обеспечение показателей

качества деталей машин.

2. Посадки подшипников на вал и в корпус

3. Микрометры. Виды. Конструкция. Правила измерения.

Контрольная задача

ВАРИАНТ 3

Контрольные вопросы

1. Свойства автомобиля, определяющие его качество и ремонт.

2. Размерные цепи. Виды и расчет.

3. Индикатор часового типа. Схема, принцип работы.

Контрольные задачи

ВАРИАНТ 4

Контрольные вопросы

1. Нормальный, аварийный и моральный износ автомобиля.

2. Допуски и посадки метрических резьб.

3. Индикаторный нутромер. Схема, принцип работы.

Контрольные задачи

ВАРИАНТ 5

Контрольные вопросы

1. Долговечность автомобиля. Методы повышения надежности.

2. Допуски посадки шпоночных соединений

3. Рычажно-зубчатая измерительная головка. Схема, принцип работы.

Контрольные задачи

ВАРИАНТ 6

Контрольные вопросы

1.Управление качеством по ТО и ремонту автомобиля.

2. Допуски и посадки шлицевых соединений.

3. Рычажные микрометры. Схема, принцип работы.

Контрольные задачи

ВАРИАНТ 7

Контрольные вопросы

1. Обеспечение качества в системе автосервиса.

2. Шероховатость. Высотные параметры. Шероховатость в зависимости от вида обработки поверхности.

3. Микрокаторы, микаторы и миникаторы. Схема, принцип работы.

Контрольные задачи

ВАРИАНТ 8

Контрольные вопросы

1. Виды взаимозаменяемости. Условия для обеспечения взаимозаменяемости в автомобилестроении.

2. Признаки износа. Методы определения его величины.

3. Измерительные приборы для абсолютных и относительных измерений.

Контрольные задачи

ВАРИАНТ 9

Контрольные вопросы

1. Предельные отклонения, допуск на размер детали. Понятие об основной детали. Система вала и отверстия.

2. Однозначные, многозначные меры и набор мер.

3. Автоматизация измерений. Пневматические датчики.

Контрольные задачи

ВАРИАНТ 10

Контрольные вопросы

1. Виды посадок. Применение различных посадок в узлах автомобиля.

2. Гладкие калибры. Измерительные щупы.

3. Автоматизация измерений. Электрические датчики.

Контрольные задачи

**Задача 1.**

 Из чертежа выписан размер соединения с полями допусков (по заданию своего варианта).

1. По номинальному размеру, квалитету и основному отклонению определить верхние и нижние отклонения отверстия и вала, используя необходимые таблицы и расчетные формулы.

2. Проверить правильность своего решения по таблицам посадок в системе отверстия и вала.

3. Определить по квалитету метод финишной обработки поверхности детали.

4. Подробно записать решение своего варианта по всем пунктам выполнения работы.

Варианты заданий:

Таблица 1

|  |
| --- |
| Варианты заданий |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ø25 | H7f7 | Ø15 | H7k6 | Ø30 | H7p6 | Ø45 | H8e8 | Ø64 | H7n6 |
| Варианты заданий |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ø85 | H7r6 | Ø36 | F8h6 | Ø28 | K7h6 | Ø20 | P7h6 | Ø70 | E9h8 |

**Порядок выполнения работы:**

1. По заданию своего варианта (см. таблицу 1) выписать размер соединения с полями допусков, из условия определить номинальный размер, квалитет и основное отклонение отверстия и вала.

2. Используя второй принцип построения СДП определить верхние и нижние отклонения отверстия и вала, применяя необходимые таблицы и расчетные формулы. Решение выполняется в следующем порядке:

- для номинального размера выписать основные отклонения отверстия и вала (см. таблицу 1 приложения);

- найти вторые предельные отклонения отверстия и вала, зависящие от квалитета и допуска следующим образом. Если основное отклонение является верхним отклонением (es для вала и ES для отверстия), то второе предельное отклонение – нижнее отклонение вала ei (EI отверстия), определяется по формулам:

ei = es – ITg; EI = ES– ITg.

Когда основное отклонение является нижним отклонением (ei для вала и EI для отверстия), то второе предельное отклонение – верхнее отклонение es вала (ES отверстия), определяется по формулам:

es = ei + ITg; ES= EI + ITg.

Допуск (ITg) по заданному квалитету выписать из таблицы 2 (см. приложение) для заданного номинального размера по интервалу номинальных размеров и квалитету по ЕСДП.

3. Записать ответ с найденными предельными отклонениями.

4. Проверить правильность своего решения по третьему принципу построения СДП (по таблицам посадок в системе отверстия и вала).

 По записи соединения определить:

- посадку соединения в системе отверстия (вала);

- основное отверстие (вал);

 Обращаемся к таблице полей допусков валов и отверстий 4 (см. приложение), в которой по системе отверстия (вала) найти для заданных значений:

- основного отверстия (вала) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения отверстия (вала), результат записать;

- поля допуска вала (отверстия) требуемую таблицу, по которой определяются основные отклонения вала (отверстия) для образования посадок с зазорами, переходных или с натягами, результат записать;

5. Записать ответ с найденными предельными отклонениями и сравнить его с ответом по п.3.

6. Определить по квалитету метод финишной обработки поверхностей соединения, используя таблицу 3 приложения.

**Задача 2.**

**ЗАДАНИЕ:**

1. Задано соединение (по варианту см. таблицу 2):

- определить характер соединения;

- выбрать параметр шероховатости;

- по числовому значению параметра шероховатости назначить вид окончательной обработки отверстия и вала.

Таблица 2

|  |
| --- |
| Варианты заданий |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Ø15 | H6 p5 | Ø20  | H7s6  | Ø110 | H6r5 | Ø90 | H7t6 | Ø45 | H6s5 |
| Варианты заданий |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ø10 | H8s7 | Ø85 | H7p6 | Ø50 | H8u8 | Ø72 | H7r6 | Ø75 | H7t6 |

2. На чертеже задан размер (см. по варианту таблицу 3). Определить параметр шероховатости Rа по расчетным формулам.

Таблица 3

|  |
| --- |
| Варианты заданий |
| 1,7 | 2,8 | 3,9 | 4,10 | 5 | 6 |
| Ø25 | Ø15 | Ø30 | Ø45 | Ø64 | Ø85 |

3.По варианту задан размер детали, допуск формы и расположения. Определить параметр шероховатости Rа по расчетным формулам (см. таблицу 4).

Таблица 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варианты | Соединение | Допуск формы, мкм | Допуск расположения, мкм |
| плоскост-ноть | круглость | цилинд-ричность | соосность | перпенди-кулярность | торцовоебиение |
| 1,7 | Ø32 | 12 |  |  |  | 20 |  |
| 2,8 | Ø36 |  | 6 |  | 25 |  |  |
| 3,9 | Ø70 |  |  | 40 |  |  | 100 |
| 4,10 | Ø55 | 10 |  |  |  | 16 |  |
| 5 | Ø18 |  | 6 |  | 10 |  |  |
| 6 | Ø50 |  |  | 16 |  |  | 25 |

4. Подробно записать решение своего варианта по всем пунктам выполнения работы.

**Порядок выполнения работы:**

Задание 1.

1. Выписав по своему варианту задание, по таблице 4 (см. приложение) по системе отверстия и основному отверстию для заданного поля допуска вала определить характер соединения.

2. Для выбранного соединения по таблице 16 (см. приложение) выбрать параметр шероховатости.

3. Для отверстия и вала заданного квалитета и номинального размера по таблице 18 (см. приложение) выбрать числовое значение Rа, по которому (см. таблицу 17- приложение) назначить вид окончательной обработки отверстия и вала.

Задание 2.

Решать по образцу примера 2, для нанесения на чертеже принимать предпочтительное значение Rа по таблице 15 приложения.

Задание 3.

Решать по образцу примера 3, окончательным ответом принимать предпочтительное значение Rа по таблице 15 приложения.

**Задача 3.**

**ЗАДАНИЕ:**

По данным своего варианта (см. таблицу 5) выбрать средства измерения размеров валов и отверстий.

Таблица 5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Размеры деталей | № варианта | Размеры деталей |
| Вал | Отверстие | Вал | Отверстие |
| 1,7 | Ø15h6 | Ø15H7 | 4,10 | Ø 75h7 | Ø 75H8 |
| Ø15h11 | Ø15H11 | Ø 75h14 | Ø 75H14 |
| 2,8 | Ø48h7 | Ø48H8 | 5, | Ø 86h7 | Ø 86H8 |
| Ø48h12 | Ø48H12 | Ø 86h15 | Ø 86H15 |
| 3,9 | Ø60h8 | Ø 60H9 | 6 | Ø 125h8 | Ø 125H8 |
| Ø60h13 | Ø 60H13 | Ø 125h16 | Ø 125H16 |

**Порядок выполнения работы:**

1. Самостоятельно разберите пример по выбору средств измерения, помещенный в общих теоретических сведениях данной работы.

2. Проработайте данные по своему варианту. Используя таблицу 20 приложения, определите предельную погрешность измерения детали по квалитету и номинальному диаметру.

4. По таблице 19 приложения выберите средства измерений для заданных деталей по предельной погрешности и диапазону измерения и запишите его наименование, диапазон измерения, цену деления шкалы и величину предельной погрешности измерения.

5. Сопоставьте величины предельной и допускаемой погрешностей измерения и решите вопрос о пригодности выбранного средства для измерения заданных деталей.

6. Перечертите таблицу 6 и оформите в нее результат, указав марки СИ и ГОСТы на СИ.

Таблица 6

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Размеры деталей | Погреш-ность | Выбранные средства измерений |
| Вал | Отверстие |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

ПРИЛОЖЕНИЕ

**Таблица 1 - Основные отклонения (в мкм) валов и отверстий (ГОСТ 25346-82).**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинальные размеры мм | Основные (верхние)отклонения валов (es со знаком --) |  |  |  |
| a | b | c | d | e | f | g | h | j |  |  |  |
| Основные (нижние) отклонения отверстий (EI со зн. +) |  |  |  |
| Св. | До. | A | B | C | D | E | F | G | H | J6 |  |  |  |
| - | 3 | 270 | 140 | 60 | 20 | 14 | 6 | 2 | 0 | 2 |  |  |  |
| 3 | 6 | 270 | 140 | 70 | 30 | 20 | 10 | 4 | 0 | 5 |  |  |  |
| 6 | 10 | 280 | 150 | 80 | 40 | 25 | 13 | 5 | 0 | 5 |  |  |  |
| 10 | 14 | 290 | 150 | 95 | 50 | 32 | 16 | 6 | 0 | 6 |  |  |  |
| 14 | 18 |  |  |  |
| 18 | 24 | 300 | 160 | 110 | 65 | 40 | 20 | 7 | 0 | 8 |  |  |  |
| 24 | 30 |  |  |  |
| 30 | 40 | 310 | 170 | 120 | 80 | 50 | 25 | 9 | 0 | 10 |  |  |  |
| 40 | 50 | 320 | 180 | 130 |  |  |  |
| 50 | 65 | 340 | 190 | 140 | 100 | 60 | 30 | 10 | 0 | 13 |  |  |  |
| 65 | 80 | 360 | 200 | 150 |  |  |  |
| 80 | 100 | 380 | 220 | 170 | 120 | 72 | 36 | 12 | 0 | 16 |  |  |  |
| 100 | 120 | 410 | 240 | 180 |  |  |  |
| 120 | 140 | 460 | 260 | 200 | 145 | 85 | 43 | 14 | 0 | 18 |  |  |  |
| 140 | 160 | 520 | 280 | 210 |  |  |  |
| 160 | 180 | 580 | 310 | 230 |  |  |  |
| 180 | 200 | 660 | 340 | 240 | 170 | 100 | 50 | 15 | 0 | 22 |  |  |  |
| 200 | 225 | 740 | 380 | 260 |  |  |  |
| 225 | 250 | 820 | 420 | 280 |  |  |  |
| 250 | 280 | 920 | 480 | 300 | 190 | 110 | 56 | 17 | 0 | 25 |  |  |  |
| 280 | 315 | 1050 | 540 | 330 |  |  |  |
| 315 | 355 | 1200 | 600 | 360 | 210 | 125 | 62 | 18 | 0 | 29 |  |  |  |
| 355 | 400 | 1350 | 680 | 400 |  |  |  |
| 400 | 450 | 1500 | 760 | 440 | 230 | 135 | 68 | 20 | 0 | 33 |  |  |  |
| 450 | 500 | 1650 | 840 | 480 |  |  |  |
|  |
| Номинальные размеры мм | Основные (нижние) отклонения валов (ei со знаком + «плюс»). |
| k | m | n | p | r | s | t | u | v | x | y | z |
| Основные (верхние) отклонения отверстий (ES со знаком - «минус»). |
| Св. | До. |  |  |  | P | R | S | T | U | V | X | Y | Z |
| - | 3 | 0 | 2 | 4 | 6 | 10 | 14 | - | 18 | - | 20 | - | 26 |
| 3 | 6 | 1 | 4 | 8 | 12 | 15 | 19 | - | 23 | - | 28 | - | 35 |
| 6 | 10 | 1 | 6 | 10 | 15 | 19 | 23 | - | 28 | - | 34 | - | 42 |
| 10 | 14 | 1 | 7 | 12 | 18 | 23 | 28 | - | 33 | - | 40 | - | 50 |
| 14 | 18 | 39 | 45 | - | 60 |
| 18 | 24 | 2 | 8 | 15 | 22 | 28 | 35 | - | 41 | 47 | 54 | 63 | 73 |
| 24 | 30 | 41 | 48 | 55 | 64 | 75 | 88 |
| 30 | 40 | 2 | 9 | 17 | 26 | 34 | 43 | 48 | 60 | 68 | 80 | 94 | 112 |
| 40 | 50 | 54 | 70 | 81 | 97 | 114 | 136 |
| 50 | 65 | 2 | 11 | 20 | 32 | 41 | 53 | 66 | 87 | 102 | 122 | 144 | 172 |
| 65 | 80 | 43 | 59 | 75 | 102 | 120 | 146 | 174 | 210 |
| 80 | 100 | 3 | 13 | 23 | 37 | 51 | 71 | 91 | 124 | 146 | 178 | 214 | 258 |
| 100 | 120 | 54 | 79 | 104 | 144 | 172 | 210 | 254 | 310 |
| 120 | 140 | 3 | 15 | 27 | 43 | 63 | 92 | 122 | 170 | 202 | 248 | 300 | 365 |
| 140 | 160 | 65 | 100 | 134 | 190 | 228 | 280 | 340 | 415 |
| 160 | 180 | 68 | 108 | 146 | 210 | 252 | 310 | 380 | 465 |
| 180 | 200 | 4 | 17 | 31 | 50 | 77 | 122 | 166 | 236 | 284 | 350 | 425 | 520 |
| 200 | 225 | 80 | 130 | 180 | 258 | 310 | 385 | 470 | 575 |
| 225 | 250 | 84 | 140 | 196 | 284 | 340 | 425 | 520 | 640 |
| 250 | 280 | 4 | 20 | 34 | 56 | 94 | 158 | 218 | 315 | 385 | 475 | 580 | 710 |
| 280 | 315 | 98 | 170 | 240 | 350 | 425 | 525 | 650 | 790 |
| 315 | 355 | 4 | 21 | 37 | 62 | 108 | 190 | 268 | 390 | 475 | 590 | 730 | 900 |
| 355 | 400 | 114 | 208 | 294 | 435 | 530 | 660 | 820 | 1000 |
| 400 | 450 | 5 | 23 | 40 | 68 | 126 | 232 | 330 | 490 | 595 | 740 | 920 | 1100 |
| 450 | 500 | 132 | 252 | 360 | 540 | 660 | 820 | 1000 | 1250 |

**Таблица 2 - Допуски (в мкм) квалитетов ЕСДП (для основных валов и отверстий).**

|  |  |
| --- | --- |
| Интервалы номинальных размеров, мм | Квалитет по ЕСДП |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| До 3  | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 | 60 | 100 | 140 | 250 | 400 |
| Св. 3 до 6  | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 | 48 | 75 | 120 | 180 | 300 | 480 |
| Св. 6 до 10  | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 | 58 | 90 | 150 | 220 | 360 | 580 |
| Св. 10 до 18  | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 | 180 | 270 | 430 | 700 |
| Св. 18 до 30  | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 | 84 | 130 | 210 | 330 | 520 | 840 |
| Св. 30 до 50  | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 | 250 | 390 | 620 | 1000 |
| Св. 50 до 80  | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 | 300 | 460 | 740 | 1200 |
| Св. 80 до 120  | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 | 350 | 540 | 870 | 1400 |
| Св. 120 до 180  | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 | 400 | 630 | 1000 | 1600 |
| Св. 180 до 250  | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 | 460 | 720 | 1150 | 1850 |
| Св. 250 до 315  | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 | 520 | 810 | 1300 | 2100 |
| Св. 315 до 400  | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 | 570 | 890 | 1400 | 2300 |
| Св. 400 до 500  | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 | 630 | 970 | 1550 | 2500 |

**Таблица 4 - Поля допусков валов и отверстий по системе ЕСДП (для таблиц 5-14).**

|  |
| --- |
| Система отверстия |
| ОсновноеотверстиеТаблица 5 | Поля допусков валов для образования посадок |
| с зазорами | переходных | с натягами |
| Таблица 7 | Таблица 6 | Таблица 8 | Таблица 9 |
| H6 | g6 | g7 | c9 | **j6** | j7 | p5 | **p6** |
| **H7** | f4 | f5 | c11 | k4 | k5 | p7 | r5 |
| **H8** | **f6** | **f7** | b9 | **k6** | k7 | **r6** | r7 |
| **H9** | f8 | f9 | b11 | m4 | m5 | s5 | **s6** |
| H10 | e5 | e6 | b12 | m6 | m7 | s7 | s8 |
| **H11** | e7 | **e8** | a9 | n5 | **n6** | t5 | t6 |
| H12 | e9 | d6 | a11 | n7 | - | t7 | u5 |
| H13 | d7 | d8 | - | - | - | u6 | u7 |
| H14 | **d9** | d10 | - | - | - | u8 | v6 |
| H15 | **d11** | - | - | - | - | v7 | x7 |
|  |
| Система вала |
| ОсновнойвалТаблица 10 | Поля допусков отверстий для образования посадок |
| с зазорами | переходных | с натягами |
| Таблица 12 | Таблица 11 | Таблица 13 | Таблица 14 |
| h5 | G7 | F5 | C9 | J6 | **JS7** | P7 | P8 |
| h6 | F6 | F7 | C11 | J7 | JS8 | P9 | R6 |
| h7 | **F8** | F9 | B9 | J8 | K5 | R7 | R8 |
| h8 | E5 | E6 | B11 | K6 | **K7** | S6 | S7 |
| h9 | E7 | E8 | B12 | K8 | M5 | T6 | T7 |
| h10 | E9 | E10 | A9 | M6 | M7 | - | U8 |
| h11 | D6 | D7 | A11 | M8 | N6 | - | - |
| h12 | D8 | D9 | - | **N7** | N8 | - | - |
| h13 | D10 | D11 | - | N9 | - | - | - |
| h14 | - | - | - | - | - | - | - |

**Таблица 3 - Методы финишной обработки деталей для допусков квалитетов от 5 до 17.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер квалитета | Допуск | Число единиц допуска | Методы финишной обработки деталей |
| Обозначение | Расчетная формула |
| 5 | IТ5 | 7i | 7 | Притирка и доводка, тонкое (преци­зионное) шлифование, суперфиниши­рование (две операции), полирование тонкое. |
| 6 | IТ6 | 10i | 10 | Притирка и доводка, тонкое (алмаз­ное) обтачивание и растачивание, чи­стовое протягивание, чистовое шли­фование, калибрование отверстий ша­риком, обкатывание и раскатывание роликами или шариками, хонингование. |
| 7 | IТ7 | 16i | 16 | Чистовое обтачивание и растачивание, чистовое шлифование, чистовое про­тягивание, развертывание двумя раз­вертками, полирование, холодная штамповка с зачисткой и калибровкой. |
| 8 | IТ8 | 25i | 25 | Чистовое обтачивание и растачивание, развертывание одной-двумя развертка­ми, шлифование, хонингование, обка­тывание роликом или шариком, тонкое строгание, тонкое фрезерование, тонкое шабрение. |
| 9 | IТ9 | 40i | 40 | Шлифование, фрезерование, развертывание, обтачивание и растачивание, протягивание. |
| 10 | IТ10 | 64i | 64 | Шлифование, обтачивание и растачи­вание, зенкерование и развертывание, сверление по кондуктору, чистовое строгание и фрезерование, точное литье под давлением, точное прессо­вание деталей из пластмасс. |
| 11 | IТ11 | 100i | 100 | Чистовое строгание, чистовое фрезе­рование, сверление по кондуктору, литье по выплавляемым моделям, хо­лодная штамповка, зенкерование, то­чение и обтачивание. |
| 1213 | IТ12 IТ13 | 160i 250i | 160 250 | Черновое обтачивание и растачивание, сверление без кондуктора, строгание, долбление, черновое фрезерование, литье в оболочковые формы, холоднаяштамповка и вырубных штампах, рассверливание. |
| 14 15 | IТ14 IX15 | 400i 640i | 400 140 | Черновое обтачивание, растачивание, фрезерование и долбление, литье в пес­чаные формы и в кокиль, литье под давлением, горячая ковка в штампах. |
| 16 17 | IX16 IX17 | 1000i 1600i | 1000 1600 | Грубое обтачивание и растачивание, автоматическая газовая резка, сварка, литье в песчаные формы, горячая ковка в штампах, черновое обтачивание. |

**Таблица 15 - Шероховатость поверхности (ГОСТ 2789—73)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Среднее арифметическое профиля мкм отклонение | Rа,мкм |  |
| 100 | 10.0 | 1.00 | 0.100 | 0.010 |
| 80 | 8.0 | 0.80 | 0.080 | 0.008 |
| 63 | 6.3 | 0.63 | 0.063 |  |
| 50 | 5.0 | 0.50 | 0.050 |  |
| 40 | 4.0 | 0.40 | 0.040 |  |
| 32 | 3.2 | 0.32 | 0.032 |  |
| 25 | 2.5 | 0.25 | 0.025 |  |
| 20 | 2.0 | 0.20 | 0.020 |  |
| 16.0 | 1.60 | 0.160 | 0.016 |  |
| 12.5 | 1.25 | 0.125 | 0.012 |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Высота неровностей профиля по десяти точкам Rz, мкм |  |
|  | 1000 | 100 | 10.0 | 1.00 | 0.100 |
|  | 800 | 80 | 8.0 | 0.80 | 0.080 |
|  | 630 | 63 | 6.3 | 0.63 | 0.063 |
|  | 500 | 50 | 5.0 | 0.50 | 0.050 |
|  | 400 | 40 | 4.0 | 0.40 | 0.040 |
|  | 320 | 32 | 3.2 | 0.32 | 0.032 |
|  | 250 | 25.0 | 2.5 | 0.25 | 0.025 |
|  | 200 | 20.0 | 2.0 | 0.20 |  |
| 1600 | 160 | 16.0 | 1.60 | 0.160 |  |
| 1250 | 125 | 12.5 | 1.25 | 0.125 |  |

Примечание. Подчеркнутые отклонения являются предпочтительными при нормировании

параметра.

**Таблица – 16 Выбор параметров шероховатости в зависимости от эксплуатационных свойств поверхности детали**

|  |  |
| --- | --- |
| Условия работы поверхности детали. | Параметры шероховатости |
| Испытывают трение скольжения и качения, подвержены изнашиванию, должны быть изно­состойкими. | Rа (Rz), tp. |
| Испытывают контактные напряжения, должны иметь высокую контактную жесткость и прочность. | Rа (Rz), tp. |
| Испытывают переменные нагрузки, должны иметь виброустойчивость и прочность при цик­лических нагрузках. | Rmax, Sm (S). |
| Образуют герметичные соединения деталей. | Rа (Rz), tp. |
| Образуют неподвижность соединенных деталей, например в соединениях с натягом. | Rа (Rz) |

**Таблица17 - Шероховатость поверхности при различных методах обработки.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметрышероховатости Rа,мкм | Наименование поверхности изделия | Метод обработки |
| 50 – 25 | Вал | Черновое обтачивание. |
| 12,5 - 6,3 | Зубчатое колесоШлицевой вал(Отверстие) | Зубонарезание модульной фрезой. Предварительное шлицефрезерование.Черновое растачивание. |
| 12,5 - 3,2 | (Отверстие)(Плоская)Вал | Сверление и растачива­ние.Черновое торцовое фре­зерование.Получистовое обтачива­ние |
| 6,3 - 3,2 | Зубчатое колесо(Отверстие) | Зубонарезание червячной фрезой.Черновое зенкерование. |
| 6,3 - 1,6 | (Плоская)(Отверстие) | Шабрение, чистовое торцовое точе­ние, чистовое строгание.Получистовое растачи­вание |
| 3,2 - 1,6 | Зубчатое колесоШлицевой вал | Зубонарезание долбяками.Предварительное шлифование. |
| 3,2 - 1,25 | (Отверстие)(Плоская) | Чистовое зенкерование.Черновое протягивание. |
| 2,5 -1,252,5 – 12.5 – 0,82,5 – 0,631,6 – 0,8 | (Отверстие)Вал.»(Плоская)Шлицевая втулка | Черновое развёртыва­ние.Предварительное шлифование. Чистовое обтачивание .Шабрение от себя.Шлицепротягивание.  |
| 1.25 – 0,631.25 – 0,321,25 – 0,21 – 0,2 | (Отверстие)»Вал(Плоская) | Ч истовое развертывание.Чистовое протягивание.Чистовое шлифование.Тонкое фрезерование. |
| 1 – 0,32 | Шлицевой валЗубчатое колесо | Обкатывание шлицев.Обкатывание зубьев. |
| 0,8 – 0.20,8 – 0,10,63 – 0,320,32 – 0,080,25 – 0,050,25 – 0,040,16 – 0,02 | (Отверстие)Вал(Отверстие)»Вал(Отверстие)» | Тонкое растачивание.Тонкое обтачивание.Тонкое развертывание.Тонкое шлифование. То жеТонкое хонингование.Притирка. |

**Таблица 18 - Минимальные требования к шероховатости поверхности (по параметру Rа, мкм) в зависимости от допусков размера.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Допуск размера | Номинальные размеры, мм | Допуск размера | Номинальные размеры, мм |
| до 18 | 18 до 50 | 50 до120 | Св.120 | до 18 | 18 до 50 | 50 до120 | Св.120 |
| IТ5 | 0,4 | 0,8 | 1,6 | 1,6 | IТ8 | 1,6 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| 0,2 | 0,4 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 3,2 | 3,2 |
| 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 1,6 | 1,6 |
| IТ6 | 0,8 | 1,6 | 1,6 | 3,2 | IТ9 | 3,2 | 3,2 | 6,3 | 6,3 |
| 0,4 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 1,6 | 3,2 | 3,2 | 6,3 |
| 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 1,6 | 3,2 |
| IT7 | 1,6 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | IТ10 | 3,2 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| 0,8 | 1,6 | 1,6 | 3,2 | 1,6 | 3,2 | 3,2 | 6,3 |
| 0,4 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 0,8 | 1,6 | 1,6 | 3,2 |

**Таблица 19 - Средства измерения наружных и внутренних линейных размеров (в мм)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Прибор | Тип (модель) | Диапазон измерения | Ценаделения(отсчетпонониусу | Пределы допускаемой погрешности при классе точности | Пример обозначения |
| 0 | 1 | 2 |
| Штангенциркуль (ГОСТ 166—80) | ШЦ-1 | 0—125 | (0,1) | ±0,05 | Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,05 ГОСТ 166-80 (пределы измере­ний 0—250 мм; значение отсчета по нониусу 0,05 мм)**1** |
| ШЦ-ПШЦ-Ш | 0—1600—2000—250 | (0,1 и 0,05) | При нониусе 0,05±0,05При нониусе 0,1:±0,06 для участка 0--100±0,07 » » 100--200±0,08 » » 200--250±0,08 » » 250--300±0,09 » » 300--400±0,1 » » 400--1000±0,16 » » 1000--1100±0,17 » » 1100--1200±0,18 » » 1200--1300±0,19 » » 1300--1400±0,2 » » 1400--2000 |
| шц-ш | 0—3150—4000—500250—630250—800320—1000500—1250500—1600800—2000 | (0,1) |
| Штангенглубино-мер (ГОСТ 162—80) | ШГ | 0—160; 0—200;0—250; 0—315;0—400 | (0,05) | ±0,05 | Штангенглубино-мер ШГ-200ГОСТ 162—80 2 |
| Штангенрейсмас (ГОСТ 164—80) | ШР | 0—250; 40—400; 60—630 | (0,05) | ±0,05 | Штангенрейсмас ШР-250-0,05ГОСТ 164—80 (пределы измере­ний 0—250 мм; значение отсчета по нониусу 0,05 мм)  |
| 100 - 1000600 - 1600 1500 - 2500 | (0,1) | ±0,1 для участка до 1000 ±0,15 » » 1000—1600 ±0,2 » » 1600—2500 |
| Гладкий микро­метр(ГОСТ 6507—78) | МК | 0—25 | 0,01 | - | ±0,002 | ±0,004 | МикрометрМ К-50-1ГОСТ 6507—78 (пределы измере-ния 25—50 мм; класс точности 1)**4** |
| 25—50; 50—75;75—100 | ±0,0025 | ±0,004 |
| 100—125 125—150 150—175 175—200 |   | ±0,005 |
| 200—225 225—250 250—275 275—300 | ±0,004 | ±0,006 |
| 300—400 400—500 | ±0,005 | ±0,008 |
| 500—600 | ±0,006 | | ±0,01 |
| Микрометрический глубиномер(ГОСТ 7470—78) | ГМ | 0 - 2525 - 5050 - 100100 - 150 | 0,01 | - | ±0,002 ±0,003 ±0,003 ±0,004 | ±0,004 ±0,004 ±0,005 ±0,006 |  Глубиномер **5**ГМ-150ГОСТ 7470—78 (пределы измере-ния 100-150 мм) |
| Индикатор часо­вого типа (ГОСТ 577-68) | ИЧ | 0 - 2 , 0 - 5,0 - 10,0 - 25 | 0,01 | 0,010,0120,015 0,022 | 0,0120,0160,020,03 | — | Индикатор ИЧ **6** 10Б кл. 1ГОСТ 577—68 (диапазон измерения 0—10 мм; Б — брызго-защищенный; класс точно­сти 1) |
| ИТ | 0 - 2 | 0,01 | 0,01 | 0,012 | — |
| Многооборотныйиндикатор(ГОСТ 9696—82) | 1МИГ | 0 - 1 | 0,001 | 0,002 | Индикатор 1МИГГОСТ 9696—82**7** |
| 2МИГ | 0 - 2 | 0,002 | 0,003 |
| Скоба рычажная (ГОСТ 11098—75) | СР | 0 - 25; 25 - 50;50 - 7575 - 100100 - 125125 - 150 | 0,002 | ±0,002 | Скоба СР 50 ГОСТ. 31098-75 (диапазон измере-. ний 25—50 мм)**8** |
| Скоба  индикаторная (ГОСТ 11098-75) | СИ | 0—50; 50—100 | 0,01 | ±0,008 | Скоба СИ-50ГОСТ 11098-75. (диапазон изме-рения 0—50 мм)**9** |
| 100—200 | ±0,01 |
| 200—300300—400 | ±0,012 |
| 400—500500—600 | ±0,015 |
| 600—700700—800800—1000 | ±0,02 |
| 11 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 |
| Рычажный микрометр(ГОСТ 4381—87) | МР | 0—25; 25—50 50—7575—100 | 0,002 | ±0,003 | МикрометрМР-50ГОСТ 4381—87(диапазон измере­ний 25—50 мм)**10** |
| 100—125125—150  150—200 | ±0,004 |
| 200—250250—300 | ±0,005 |
| 300—400 | ±0,006 |
| 400—500 | ±0,007 |
| Рычажный микрометр(ГОСТ 4381—87) | МРИ | 300 - 400 | 0,01 | ±0,007 | Микрометр МРИ 400—0,01ГОСТ 4381—87 (диапазон измере­ний 300—400 мм; цена деления 0,01 мм)**11** |
| 400 - 500 | ±0,008 |
| 500 - 600 | ±0,01 |
| 600 - 700 | .±0,012 |
| 706 - 800 | ±0,014 |
| 800 - 900 | ±0,016 |
| 900 - 1000 | ±0,018 |
| 1000 - 1200 | ±0,02 |
| 1200 - 1400 | ±0,025 |
| 1400 - 1600 | ±0,028 |
| 1600 - 1800, | ±0,032 |
| 1800 - 2000 | ±0,036 |
| Электронный по­казывающий при­бор (ГОСТ 23714—79). | (276) | ±0,003±0,015±0,030±0,150±0,300 | 0,00010,00050,0010,0050,01 | ±0,001 | Показывающий прибор с индук­тивным преобра­зователем мод. 276 **12** |
| Пружинная изме- рительная головка (ГОСТ 6933—81) | 1ИГП2ИГП5ИГП10ИГП | ±0,03±0,06±0,150±0,300 | 0,001 0,002 0,005 0,01 | 0,00060,00120,0030,005 | Измерительная головка 1ИГП ГОСТ 6933—81 |
| Оптикатор (ГОСТ 10593—74) | 05П1П | ±0,05 ±0,125 | 0,0005 0,001 | ±0,0004±0,0008 | Оптикатор 1П ГОСТ 10593—74 |
| Индикаторный нутромер(ГОСТ 868—82) | ИН | 6—10; 10—18 | 0,01 | - | 0,008 | 0,012 | Нутромер НИ 6-10-1 ГОСТ 868—82 (диапазон измерения6-10 мм класс точности 1) **15**  |
| 18—50 | - | 0,012 | 0,015 |
| 50—100 100—160  160—250 | - | 0,015 | 0,018 |
| 250—450 450—700 700—1600 | - | - | 0,022 |
| Нутромер с головкой 1ИГ (ГОСТ 9244—75) | (103) (104) | 3 - 66 - 10 | 0,001 | ±0,0018±0,001 | Нутромер **16** мод. 103 ГОСТ 9244—75 |
| Нутромер с голов­кой 2ИГ(ГОСТ 9244—75) | (106) | 10—18 | 0,002 | ±0,0035 | Нутромер, мод. 106 ГОСТ 9244—75 **17** |
| (109) | 18-50 | ±0,0035 |
| (154)(155)(156) | 50—100100—160160—260 | ±0,004 |
| Нутромер с микрометрической головкой (ГОСТ 40—88) | НМ | 50 – 7575 - 125 | 0,01 | ±0,004 при размере 50—125 | Нутромер **18** НМ-75 ГОСТ 10—88 (верхний предел измерения 75мм) |
| 75 – 600150 – 1250600 - 2500 | ±0,006 при размере 125—200±6,008 » » 200—325±0,010 » » 325—500±0,015 » » 500—800±0,020 » » 800—1250±0,025 » » 1250—1600±0,030 » » 1600—2000±0,040 » » 2000—2500 |
| Нутромер с микроголовкой оснащённой индикатором часового типа (ГОСТ 10—88) | НМИ | 1250—4000 2500—6000 | 0,01 | Нутромер НМИ 4000 ГОСТ 10—88 **19** |

**Таблица 20 - Допускаемые погрешности измерения, в мкм (ГОСТ 8.051-81)**

|  |  |
| --- | --- |
| Номинальныеразмеры, мм | Квалитеты |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| До3 | 1 | 1,4 | 1,8 | 3 | 3 | 6 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 |
| Св. 3 до 6 | 1,4 | 1,6 | 2 | 3 | 4 | 8 | 10 | 16 | 30 | 40 | 60 | 100 | 160 | 240 |
| Св. 6 до10 | 1,4 | 2 | 2 | 4 | 5 | 9 | 12 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 |
| Св. 10 до18 | 1,6 | 2,8 | 3 | 5 | 7 | 10 | 14 | 30 | 40 | 60 | 90 | 140 | 240 | 380 |
| Св.18 до30 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 12 | 18 | 30 | 50 | 70 | 120 | 180 | 280 | 440 |
| Св.30 до 50 | 2,4 | 4 | 5 | 7 | 10 | 16 | 20 | 40 | 50 | 80 | 140 | 200 | 320 | 500 |
| Св.50 до 80 | 2,8 | 4 | 5 | 9 | 12 | 18 | 30 | 40 | 60 | 100 | 160 | 240 | 400 | 600 |
| Св.80 до 120 | 3 | 5 | 6 | 10 | 12 | 20 | 30 | 50 | 70 | 120 | 180 | 280 | 440 | 700 |
| Св.120 до180 | 4 | 6 | 7 | 12 | 16 | 30 | 40 | 50 | 80 | 140 | 200 | 320 | 500 | 800 |
| Св.180 до 250 | 5 | 7 | 8 | 12 | 18 | 30 | 40 | 60 | 100 | 160 | 240 | 380 | 600 | 1000 |

**Перечень рекомендуемой литературы**

Анисимов, В.П. Метрология, стандартизация и сертификация (в сфере туризма): Учебное пособие / В.П. Анисимов, А.В. Яцук. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 253 c.

Аристов, А.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / А.И. Аристов, Л.И. Карпов, В.М. Приходько. - М.: ИЦ Академия, 2018. - 416 c.

Аристов, А.И. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев, Д.С. Фатюхин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 256 c.

Архипов, А.В. Метрология. Стандартизация. Сертификация: Учебник для студентов вузов / А.В. Архипов, А.Г. Зекунов, П.Г. Курилов; Под ред. В.М. Мишин. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2018. - 495 c.

Боларев, Б.П. Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия: Учебное пособие / Б.П. Боларев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 254 c.

Вдовин, С.М. Система менеджмента качества организации : [учеб. пособие] / С.М. Вдовин, Т.А. Салимова, Л.И. Бирюкова. - М. : ИНФРА-М, 2019 - 297 с.

Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / Ю.В. Димов. - СПб.: Питер, 2018. - 496 c.

Дубовой, Н.Д. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: Учебное пособие / Н.Д. Дубовой, Е.М. Портнов. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 256 c.

Зайцев, С.А. Метрология, стандартизация и сертификация в энергетике: Учебное пособие для студентов среднего профессионального образования / С.А. Зайцев, А.Н. Толстов, Д.Д. Грибанов. - М.: ИЦ Академия, 2018. - 224 c.

Иванов, И.А. Метрология, стандартизация и сертификация на транспорте: Учебник для студентов среднего профессионального образования / И.А. Иванов, С.В. Урушев, А.А. Воробьев. - М.: ИЦ Академия, 2018. - 336 c.

Ильянков, А.И. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: Практикум: Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / А.И. Ильянков, Н.Ю. Марсов, Л.В. Гутюм. - М.: ИЦ Академия, 2018. - 160 c.

Колчков, В.И. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебник / В.И. Колчков. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 432 c.

Кошевая, И.П. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебник / И.П. Кошевая, А.А. Канке. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 416 c.

Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: Учебник для бакалавров / И.М. Лифиц. - М.: Юрайт, ИД Юрайт, 2018. - 411 c.

Любомудров, С.А. Метрология, стандартизация и сертификация: нормирование точности: Учебник / С.А. Любомудров, А.А. Смирнов, С.Б. Тарасов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 206 c.

Маргвелашвили, Л.В. Метрология, стандартизация и сертификация на транспорте: Лабораторно-практические работы: Учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.В. Маргвелашвили. - М.: ИЦ Академия, 2018. - 208 c.

Нефедов, В.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник / А.С. Сигов, В.И. Нефедов, В.К. Битюков, Е.В. Самохина; Под ред. А.С. Сигов. - М.: Форум, 2017. - 336 c.

Николаева, М.А. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия : Учебник / М.А. Николаева, Л.В. Карташова. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 336 c.

Схиртладзе, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник / А.Г. Схиртладзе, Я.М. Радкевич. - Ст. Оскол: ТНТ, 2018. - 540 c.

Сыцко, В.Е. Стандартизация и оценка соответствия: Учебное пособие / В.Е. Сыцко, Л.В. Целикова, К.И. Локтева. - Мн.: Вышэйшая шк., 2017. - 237 c.

Техническое нормирование процессов и продукции : практикум / В.В. Паневчик [и др.] ; под ред. В.В. Паневчика. - Минск : БГЭУ, 2018. – 238 с.

Хрусталева, З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: Учебное пособие / З.А. Хрусталева. - М.: КноРус, 2018. - 176 c.

Шишмарев, В.Ю. Метрология, стандартизация, сертификация и техническое регулирование : Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / В.Ю. Шишмарев. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 320 c.

Эрастов, В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / В.Е. Эрастов. - М.: Форум, 2010. - 208 c.