

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**В Г. ТАГАНРОГЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге**

***Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине "Моделирование размерных связей"***

**для студентов заочной формы обучения бакалаврской подготовки по направлению 15.03.01 "Машиностроение"**

**профиль "Оборудование и технология сварочного производства"**

Таганрог, 2020

**Содержание контрольной работы**.

1. Теоретическая часть (вариант соответствует порядковому номеру студента в списке группы).

2. Практическое задание (вариант соответствует последней цифре зачетной книжки студента)

**Теоретические вопросы к контрольной работе по дисциплине**

**"Моделирование размерных связей"**

1. Процесс создания машины. Размерное описание машины и детали.
2. Служебное назначение машины. Исполнительные поверхности машины.
3. Качество машины. Наборы показателей качества.
4. Точность машины. Показатели точности.
5. Понятие допуска. Квалитет точности.
6. Системы вала и отверстия. Посадка. Виды посадок.
7. Посадки для различных соединений и сборочных единиц.
8. Допуски формы и расположения поверхностей.
9. Отклонение показателей точности машины и детали от требуемой величины. Явление рассевания показателей точности в партии изделий. Законы распределения показателей точности.
10. Основы теории базирования. Покой и движение. Связи и их реакции. Опорные точки. Правило шести точек.
11. Базы, схемы базирования. Классификация баз. Явные и скрытые базы.
12. Определенность и неопределенность базирования. Силовое замыкание. Неполные схемы базирования.
13. Теория размерных цепей. Основные понятия и определения.
14. Замыкающее (исходное) и составляющие звенья размерной цепи. Увеличивающие и уменьшающие звенья. Виды размерных цепей.
15. Выявление размерных цепей. Методика построения плоской размерной цепи с параллельными звеньями.
16. Задачи, решаемые на базе теории размерных цепей. Прямая и обратная задачи. Пути повышения точности замыкающего звена.
17. Методы достижения точности замыкающего звена. Метод полной взаимозаменяемости. Конструкторское и технологическое условие.
18. Метод неполной взаимозаменяемости.
19. Метод групповой взаимозаменяемости. Метод пригонки.
20. Метод регулирования. Метод подбора составляющих звеньев.

**Практические задания**

Задание А.

1. Рассчитайте допуск для одного размера из таблицы 1 по единице допуска. Приведите подробный расчет.

Задание Б.

1. Выпишите размеры из таблицы 1 в соответствии со своим вариантом.

2. Рассортируйте заданные размеры в соответствии со следующими признаками:

- внутридетальные размеры и размеры сопряжений;

- размеры валов, размеры отверстий;

- посадки в системе отверстия, посадки в системе вала;

- посадки с зазором, посадки с натягом, переходные посадки;

- выпишите предпочтительные посадки.

3. Расположите посадки по величине зазора по убыванию (без приведения расчета зазора).

4. Расположите посадки по величине натяга по убыванию (без приведения расчета натяга).

5. Вычертите схемы расположения полей допусков для двух посадок с зазором, двух посадок с натягом, для двух посадок переходных с указанием всех их характеристик (посадки выбрать из задания). Нанесите на эскизе валика обозначение посадки тремя способами.

Задание В.

1. Определите для заданного модуля, числа зубьев цилиндрического зубчатого колеса и заданной степени точности показатели точности зубчатого венца.

Таблица заданий.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № вар | Задания А-В | Задания Г |
| m/z | Степень точности |
|  | 11 m7, ø46R7/h6, ø14P7/h6, ø40H8/h8, ø20 s6, 11 Н8/m7, М10, ø16R7/h6, ø124e8, ø 32L0/k6 ø 80r6, ø70F9, Ø41E11, ø58N7/h6, | 2/20 | 7 |
|  | 38 g6, ø58N7/h6,ø 110H7/s6,38k7, 38 Н7/g6,ø90H7/p6,ø46M6,46H12, ø30Js7, М11,Ø22R8, 90M7/k6, ø 30L0/h6 | 3/24 | 8 |
|  | ø122M8, 90M7/k6,ø46H6/f6,90f7, ø122M8/h7,ø68H7/s6,99K8,47H8, М12,38h6,Ø29U7, ø72Js7/h6, ø 100H7/l0, | 2,5/18 | 9 |
|  | 100E9, ø72Js7/h6,ø75H11/d11,ø102D10,100E9/h6, ø 100L0/k6ø34K7/h6,43F9, М14,ø14f6, ø14D11,34Js6, 100H7/h6, | 3,5/22 | 10 |
|  | ø9R7, ø 20L0/k6, 100H7/h6, ø18H7/h6,14h6ø9R7/h6,110H7/h6,ø40H10,ø68G7, ø 105R8, Ø19P8, М15,ø18H11/h11, | 4/26 | 7 |
|  | ø85H12, ø18H11/h10,ø100M7/h6, 35N6, ø85H12/h12,29H7/m6, ø48G7,ø20s6, 16f8,Ø21A14, М13,ø145H9/f9, ø 54L0/h6 | 5,0/28 | 8 |
|  | 19H11, ø145H9/f9, ø72M7/k6, ø66h12,19H11/js10,ø20 Н7/р6,18Js8,ø77N6, ø55k7,28S7, М17,ø122H7/e8, ø 100Js7/l0 | 2/30 | 9 |
|  | ø23h5, ø122H7/e8,ø11H7/s6,ø200h7,ø23 Н6/h5,ø65 Н7/r6,ø71D8,ø28K8, М18,ø110e7,38D11, 25H8/d9, ø 120H7/l0 | 2,5/24 | 10 |
|  | 59K8, ø73H7/g6,ø40H8/h8,88p6,59K8/h7,ø60H8/h8, М16,35M6,ø30S7,ø84P6, ø60 L0/k6,Ø23F9, ø134H8/h8 | 3/50 | 7 |
|  | ø44d10, 25H8/d9, М22,28H7/js6,57e9,ø44 Н10/d10,ø10H9/h9,17Js8,33n7,ø10E9, Ø39G9, ø22H9/d9, ø 120Js7/l0 | 3,5/26 | 8 |

**Методика выполнения заданий**

**Задание А.**

1. Рассчитайте допуск для одного размера из таблицы 1 по единице допуска. Приведите подробный расчет.

**Пример:**

Допуск IT рассчитывается по формуле:

IT = k \* i

где k – число единиц допуска, установленное для каждого квалитета;

i – единица допуска, зависящая только от размера (табл. 1)

Стандартом установлены квалитеты: 01, 0, 1, 2, 3, 4, 5, …, 11, 12…18.

Самые точные квалитеты 01, 0, 1, 2, 3, 4, как правило, применяются при изготовлении образцовых мер и калибров.

Квалитеты с 5-го по 11-й, как правило, применяются для сопрягаемых элементов деталей.

Квалитеты с 12-го по 18-й применяются для несопрягаемых элементов деталей.

Чтобы максимально сократить число значений допусков при построении рядов допусков, стандартом установлены интервалы размеров, внутри которых значение допуска для данного квалитета не меняется.

Таблица 1 (Таблица дана в сокращении)[[1]](#footnote-1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Квалитет | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Число единиц допуска k | 7 | 10 | 16 | 25 | 40 | 64 | 100 | 160 | 250 | 400 | 640 | 1000 | 1600 | 2500 |
| Допуск для размеров до 500 мм | IT = k \* iгде i = 0,45 \* D1/3 + 0,001 \* D, мкм |
| Допуск для размеров свыше 500 до 3150 мм | IT = k \* Iгде I = 0,004 \* D + 2,1, мкм |
| Примечания: D – среднее геометрическое из крайних значений каждого интервала номинальных размеров, мм |

Средним геометрическим нескольких положительных вещественных чисел называется такое число, которым можно заменить каждое из этих чисел так, чтобы их произведение не изменилось. Более формально:

![G(x_1, x_2, \ldots, x_n)=\sqrt[n]{x_1x_2\cdots x_n}=\left(\prod_{i=1}^n x_i\right)^{1/n}]()

**Задание Б**

5. Вычертите схемы расположения полей допусков для двух посадок с зазором, двух посадок с натягом, для двух посадок переходных с указанием всех их характеристик (посадки выбрать из задания). Нанесите на эскизе валика обозначение посадки тремя способами.

**Пример:**

|  |
| --- |
| Отверстие |
| http://cncexpert.ru/dp/002-01.gif | Верхнее отклонение: ES = +21 мкмНижнее оттклонение:EI = 0Допуск: T = ES - EI = +21 - 0 = 21 мкм |
| Вал |
| http://cncexpert.ru/dp/002-02.gif | Верхнее оттклонение:es = -20 мкмНижнее отклонение:ei = -33 мкмДопуск:Td = es -ei = -20 - (-33) = 13 мкм |
| Посадка с зазором |
| http://cncexpert.ru/dp/002-03.gif | Параметры отверстия:ES = +21 мкмEI = 0, TD = 21 мкмПараметры вала:es = -20 мкмei = -33 мкм, Td = 13 мкмНаибольший и наименьший зазоры:S max = ES- ei = +21 - (-33) = 54 мкмSmin = EI - es = 0 - (-20) = 20 мкмДопуск посадки:TS = Smax - Smin = 54 - 20 = 34 мкмTS = ES - ei - EI + es = TD + TdTS = 21 + 13 = 34 мкм |
| Посадка с натягом |
| http://cncexpert.ru/dp/002-04.gif | Параметры отверстия: ES = +21 мкмEI = 0TD = 21 мкмПараметры вала:es = +41 мкмei = +28 мкмTd = 13 мкмНаибольший и наименьший натяги:Nmax = es - EI = +41 - 0 = 41 мкмNmin = ei - ES = +28 - 21 = 7 мкмДопуск посадки:TN = Nmax - Nmin = 41 - 7 = 34 мкмTN = es - EI - ei + ES = TD + TdTN = 21 + 13 = 34 мкм |
| Посадка переходная |
| http://cncexpert.ru/dp/002-05.gif | Параметры отверстия:ES = +21 мкмEI = 0, T = 21 мкмПараметры вала:es = +15 мкмei = +2 мкмT =13 мкмНаибольший и наименьший натяги:Nмах = es - EI = +15 - 0 = 15 мкмN = ei - ES = +2 - 21= -19 мкм - Nmin = SmaxДопуск посадки:TN = Nмах - Nmin =15-(-19)=34мкмTN = es - EI - ei + ES = T + TTN = 21 + 13 = 34 мкм |

**Задание В.**

1. Определите для заданного модуля, числа зубьев цилиндрического зубчатого колеса и заданной степени точности показатели точности зубчатого венца

**Пример:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Обозна- чение | Вариант 1 |
| Прямозубое зубчатое колесо |  |  |
| Модуль | m | 1 |
| Число зубьев шестерни и колеса | z | 1832 |
| Межосевое расстояние и ширина венца | $a\_{W}$ и $b\_{W}$ | $a\_{W}$=25 мм; $b\_{W}$=6 мм |
| Степень точности и вид сопряжения | - | 8В |

***Пример выполнения работы***

Таблица 3. Назначение норм точности на цилиндрическую зубчатую передачу (ГОСТ1643-81)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Номер таблицы | Обозна- чение | Пример 1 |
| Исходные данные | Прямозубое зубчатое колесо | - |  |  |
| Модуль | - | m | 5 |
| Число зубьев шестерни и колеса | - | z | 20 | 40 |
| Межосевое расстояние и ширина венца | - | $a\_{W}$ и $b\_{W}$ | $a\_{W}$=150 мм; $b\_{W}$=60 мм |
| Степень точности и вид сопряжения | - | - | 8В |
| Нормы кинематической точности | Допуск на кинематическую погрешность зубчатого колеса | 6 | **Fi′** | 83 | 112 |
|  | Допуск на радиальное биение зубчатого венца | 6 | **Fr** | - | - |
|  | Допуск на колебание длины общей нормали | 6 | **FvW** | - | - |
|  | Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния | 6 | **Fi′′** | - | - |
| Нормы плавности работы | Допуск на местную кинематическую погрешность | 8 | **fi′** | 45 | 50 |
| Предельное отклонение шага зацепления | 8 | **fPb** | - | - |
| Нормы плавности работы | Допуск на погрешность профиля зуба | 8 | **ff** | - | - |
|  | Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния на одном зубе | 8 | **fi′′** | - | - |
| Нормы контакта | Допуск на погрешность направления зуба | 11 | **Fβ** | 25 | 25 |
|  | Суммарное пятно контакта | 12 | - | - | - |
| Нормы боковогозазора | Гарантированный боковой зазор | 13 | jn min | 160 |
| Предельное отклонение межосевого расстояния | 13 | fa | ±80 |
| Наименьшее дополнительное смещение исходного контура | 14 | EHs | -160 | -220 |
| По нормам бокового зазора | Допуск на смещение исходного контура | 15 | TH | 140 | 200 |
| Наименьшее отклонение средней длины общей нормали | 16, 17 | **EWm** | - | - |
| Допуск на среднюю длину общей нормали | 18 | **TWm** | - | - |
| Верхнее предельное отклонение измерительного межосевого расстояния | 22 и 8 | **Ea′′s** | - | - |
| Нижнее предельное отклонение измерительного межосевого расстояния | 22 и 15 | **Ea′′i** | - | - |

**Приложение** (Таблицы из ГОСТ 1643-81 в сокращении)

Таблица 6. Нормы кинематической точности (показатели Fi′, Fr, Fi′', FvW, Fcr)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Степень точности | Обозначение  | Модуль m, мм | Делительный диаметр d*,* мм |
|  |  | До 125 | Св. 125 до 400 | Св. 400 до 800 | Св. 800 до 1600 | Св. 1600 до 2500 | Св. 2500 до 4000 | Св. 4000до 6300 |
|  |  |  | мкм |
|  | **Fi′** | От 1 до 25  | ГОСТ 1643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски |
|  | **Fr** | От 1 до 3,5 | 45 | 63 | 80 | 90 | 100 | - | - |
| 8 |  | Св. 3,5  "  6,3 | 50 | 71 | 90 | 100 | 112 | 125 | - |
|   |  |    "  6,3  "  10  | 56  | 80  | 100  | 112  | 125  | 140  | 160  |
|  | **Fi′'** | От 1 до 3,5 | 63 | 90 | 112 | 125 | - | - | - |
|  | Св. 3,5  "   6,3 | 71 | 100 | 125 | 140 | - | - | - |
|  |   "   6,3   "  10 | 80 | 112 | 140 | 160 | - | - | - |
|  | **FvW**  | От 1 до 40 | 28 | 50 | 80 | 120 | - | - | - |
|  | **Fc** | От 1 до 40 | 28 | 50 | 80 | 120 | 200 | 250 | 400 |
|  | **Fr** | От   1    до 3,5 | 71 | 80 | 100 | 112 | 125 | - | - |
|  |  | Св. 3,5  "   6,3 | 80 | 100 | 112 | 125 | 140 | 160 | - |
| 9 |  |   "   6,3   "   10 | 90 | 112 | 125 | 140 | 160 | 180 | 200 |
|  | **Fi′'** | От    1  до 3,5 | 90 | 112 | 140 | 160 | - | - | - |
|  |  | Св. 3,5  "   6,3 | 112 | 140 | 160 | 180 | - | - | - |
|  |  |   "    6,3 "    10 | 125 | 160 | 180 | 200 | - | - | - |
|  | **Fr** | От  1   до 3,5 | 100 | 112 | 125 | 140 | 160 | - | - |
| 10 |  | Св. 3,5  "  6,3 | 125 | 140 | 140 | 160 | 180 | 200 | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | 140 | 160 | 160 | 180 | 200 | 224 | 250 |
|  | **Fi′'** | От   1   до  3,5 | 140 | 160 | 180 | 200 | - | - | - |
|  |  | Св. 3,5  "   6,3 | 180 | 200 | 200 | 224 | - | - | - |
|  |  |   "   6,3   "   10 | 200 | 224 | 224 | 250 | - | - | - |

Таблица 8. Нормы плавности работы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Степень точности | Обозначение | Модуль m, мм | Делительный диаметр d, мм |
| До 125 | Св. 125 до 400 | Св. 400 до 800 | Св. 800 до 1600 | Св. 1600 до 2500 | Св. 2500 до 4000 | Св. 4000 до 6300 |
|  |  | мкм |
|  | fi′ |   От 1  до  3,5 | 36 | 40 | 50 | 63 | 80 |  | - |
|  |  | Св. 3,5  "  6,3 | 45 | 50 | 56 | 71 | 90 | 125 | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | 50 | 60 | 71 | 80 | 100 | 140 | 180 |
|  | fPt |   От 1  до  3,5 | ±20 | ±22 | ±25 | ±28 | ±32 | - | *-* |
|  |  | Св. 3,5  "  6,3 | ±25 | ±28 | ±28 | ±32 | ±36 | ±40 | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | ±28 | ±32 | ±36 | ±36 | ±40 | ±45 | ±50 |
| 8 | fPb |   От 1  до  3,5 | ±19 | ±21 | ±24 | ±26 | ±30 | - | - |
|  |  | Св. 3,5  "  6,3 | ±24 | ±26 | ±26 | ±30 | ±34 | ±38 | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | ±26 | ±30 | ±34 | ±34 | ±38 | ±42 | ±48 |
|  | ff |   От 1  до  3,5 | 14 | 18 | 25 | 36 | 50 | - | - |
|  |  | Св. 3,5  "  6,3 | 20 | 22 | 28 | 40 | 56 | 80 | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | 22 | 28 | 36 | 45 | 63 | 90 | 125 |
|  | fi′' |   От 1  до  3,5 | 28 | 32 | 36 | 40 | - | - | - |
|  |  | Св. 3,5  "  6,3 | 36 | 40 | 40 | 45 | - | - | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | 40 | 45 | 45 | 50 | - | - | - |
|  | fPt |   От 1  до  3,5 | ±28 | ±32 | ±36 | ±40 | ±45 | - | - |
|  |  | Св. 3,5  "  6,3 | ±36 | ±40 | ±40 | ±45 | ±50 | ±56 | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | ±40 | ±45 | ±50 | ±50 | ±56 | ±63 | ±71 |
|  | fPb |   От 1  до  3,5 | ±26 | ±30 | ±34 | ±38 | ±42 | - | - |
| 9 |  | Св. 3,5  "  6,3 | ±34 | ±38 | ±38 | ±42 | ±48 | ±53 | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | ±38 | ±42 | ±45 | ±48 | ±53 | ±60 | ±67 |
|  | fi′' |   От 1  до  3,5 | 36 | 40 | 45 | 50 | - | - | - |
|  |  | Св. 3,5  "  6,3 | 45 | 50 | 50 | 56 | - | - | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | 50 | 56 | 56 | 63 | - | - | - |
|  | fPt |   От 1  до  3,5 | ±40 | ±45 | ±50 | ±56 | ±63 | - | - |
|  |  | Св. 3,5  "  6,3 | ±50 | ±56 | ±56 | ±63 | ±71 | ±80 | - |
| 10 |  |   От 1  до  3,5 | ±38 | ±42 | ±48 | ±53 | ±60 | - | - |
|  | fPb | Св. 3,5  "  6,3 | ±48 | ±53 | ±53 | ±60 | ±67 | ±75 | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | ±53 | ±60 | ±67 | ±67 | ±75 | ±85 | ±95 |
|  |  |   От 1  до  3,5 | 45 | 50 | 56 | 63 | - | - | - |
|  | fi′' | Св. 3,5  "  6,3 | 56 | 63 | 63 | 71 | - | - | - |
|  |  |   "   6,3  "   10 | 63 | 71 | 71 | 80 | - | - | - |

Таблица 11. Нормы контакта зубьев (показатели FPxn, Fk , Fβ, fx, fy)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Ширина зубчатого венца (полушеврона) или длина контактной линии, мм |
| Степень точности | Обозначение | Модуль m, мм | До 40 | Св. 40 до 100 | Св. 100 до 160 | Св. 160 до 250 | Св. 250 до 400 | Св. 400 до 630 | Св. 630 до 1000 | Св. 1000 до 1250 |
|  |  |  | мкм |
|  | FPxn | От 1 до 40 | ±25 | ±28 | ±32 | ±40 | ±45 | ±60 | - | - |
|  |  | От  1    до   3,5 | 36 | 40 | 40 | 45 | 50 | - | - | - |
| 8 | Fk | Св. 3,5  "    6,3 | 40 | 45 | 50 | 50 | 56 | 71 | - | - |
|  |  |   "    6,3  "   10 | 45 | 50 | 56 | 60 | 63 | 80 | - | - |
|  | Fβ | От 1 до 40 | 18 | 25 | 32 | 40 | 45 | 56 | - | - |
|  | fx | От 1 до 40 | 18 | 25 | 32 | 40 | 45 | 56 | - | - |
|  | fy | От 1 до 40 | 9 | 12 | 16 | 20 | 22 | 28 | - | - |

Продолжение табл.11

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Ширина зубчатого венца (полушеврона) или длина контактной линии, мм |
| Степень точности | Обозначение | Модуль m, мм | До 40 | Св. 40 до 100 | Св. 100 до 160 | Св. 160 до 250  | Св. 250 до 400 | Св. 400 до 630 |
|  |  |  | мкм |
|  | FPxn | От 1 до 55 | ±40 | ±45 | ±50 | ±60 | ±71 | ±90 |
|  |  | От  1    до   3,5 | 56 | 60 | 60 | 71 | 80 | - |
| 9 | Fk | Св. 3,5  "    6,3 | 63 | 71 | 80 | 80 | 90 | 112 |
|  |  |   "    6,3  "   10 | 80 | 80 | 90 | 90 | 100 | 125 |
|  | Fβ | От 1 до 55 | 28 | 40 | 50 | 63 | 71 | 90 |
|  | fx | От 1 до 55 | 28 | 40 | 50 | 63 | 71 | 90 |
|  | fy | От 1 до 55 | 14 | 20 | 25 | 30 | 36 | 45 |
|  |  | От  1    до   3,5 | 90 | 100 | 100 | 112 | 125 | - |
|  | Fk | Св. 3,5  "    6,3 | 100 | 112 | 112 | 125 | 140 | 180 |
| 10 |  |   "    6,3  "   10 | 125 | 125 | 140 | 140 | 160 | 200 |
|  | Fβ | От 1 до 55 | 45 | 63 | 80 | 100 | 112 | 140 |
|  | fx | От 1 до 55 | 45 | 63 | 80 | 100 | 112 | 140 |
|  | fy | От 1 до 55 | 22 | 32 | 40 | 50 | 56 | 71 |

Таблица 12. Нормы контакта зубьев в передаче (суммарное пятно контакта)

|  |  |
| --- | --- |
| Степень точности | Относительные размеры суммарного пятна контакта в процентах |
| по высоте зубьев, не менее | по длине зубьев, не менее |
| 8 | 40 | 50 |
| 9 | 30 | 40 |
| 10 | 25 | 30 |

Таблица 13. Нормы бокового зазора (показатели jn min, far)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид сопря-жения | Класс отклонений межосевого расстояния\* | Обозна-чение | Межосевое расстояние $a\_{W}$, мм |
| До 80 | Св. 80 до 125  | Св. 125 до 180 | Св. 180 до 250 | Св. 250 до 315 | Св. 315 до 400 | Св. 400 до 500 | Св. 500 до 630 | Св. 630 до 800 |
| H | II |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Е | II | jn min | 30 | 35 | 40 | 46 | 52 | 57 | 63 | 70 | 80 |
| D | III |  | 46 | 54 | 63 | 72 | 81 | 89 | 97 | 110 | 125 |
| С | IV |  | 74 | 87 | 100 | 115 | 130 | 140 | 155 | 175 | 200 |
| В | V |  | 120 | 140 | 160 | 185 | 210 | 230 | 250 | 280 | 320 |
| А | VI |  | 190 | 220 | 250 | 290 | 320 | 360 | 400 | 440 | 500 |
| - | I |  | ±10 | ±11 | ±12 | ±14 | ±16 | *±*18 | ±20 | ±22 | ±25 |
| Н, Е | II | fa | ±16 | ±18 | ±20 | ± 22 | ±25 | ±28 | ±30 | ±35 | ±40 |
| D | III |  | ±22 | ±28 | ±30 | ±35 | ±40 | ±45 | ±50 | ±55 | ±60 |
| С | IV |  | ±35 | ±45 | ±50 | *±*55 | ±60 | ±70 | ±80 | ±90 | ±100 |
| В | V |  | ±60 | *±*70 | ±80 | ±90 | ±100 | ±110 | ±120 | ±140 | ±160 |
| А | VI |  | ±100 | ±110 | ±120 | ±140 | ±160 | ±180 | ±200 | ±220 | ±250 |

Таблица 14. Нормы бокового зазора (показатель - EHs для зубчатого колеса с внешними зубьями, показатель + EHi для зубчатого колеса с внутренними зубьями)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид сопря- жения | Степень точности по нормам плавности | Делительный диаметр d, мм |
| До 80 | Св.80 до 125 | Св. 125 до 180 | Св. 180 до 250 | Св. 250 до 315 | Св. 315 до 400 | Св. 400 до 500 | Св. 500 до 630 | Св. 630 до 800 | Св. 800 до 1000 |
| Н | 7 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 30 | 35 | 45 |
| Е | 7 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| D | 7 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 140 | 160 |
|  | 8 | 55 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 140 | 160 | 180 |
|  | 7 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 250 |
| С | 8 | 90 | 110 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 250 | 280 |
|  | 9 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 200 | 250 | 280 | 300 |
|  | 7 | 140 | 160 | 180 | 200 | 250 | 250 | 280 | 300 | 350 | 400 |
| В | 8 | 140 | 160 | 200 | 220 | 250 | 280 | 300 | 350 | 400 | 450 |
|  | 9 | 160 | 180 | 200 | 250 | 280 | 300 | 350 | 400 | 400 | 450 |
|  | 10 | 160 | 200 | 220 | 250 | 300 | 350 | 350 | 400 | 450 | 500 |
|  | 7 | 200 | 250 | 280 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
|  | 8 | 220 | 280 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 700 |
| А | 9 | 250 | 280 | 350 | 400 | 400 | 500 | 500 | 600 | 700 | 800 |
|  | 10 | 280 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 | 600 | 700 | 800 |

Таблица 15. Нормы бокового зазора ( TH - допуск на смещение исходного контура)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид сопря- жения | Вид допуска\* | Допуск на радиальное биение зубчатого венца Fr,  мкм |
| До 8 | Св. 8 до 10 | Св. 10 до 12 | Св. 12 до 16 | Св. 16 до 20 | Св. 20 до 25 | Св. 25 до 32 | Св. 32 до 40 | Св. 40 до 50 | Св. 50 до 60 | Св. 60 до 80 | Св. 80 до 100 | Св. 100 до 125 | Св. 125 до 160 |
| Н, Е | h | 28 | 30 | 35 | 40 | 40 | 45 | 55 | 60 | 70 | 80 | 110 | 120 | 160 | 200 |
| D | d | 35 | 40 | 40 | 45 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 140 | 160 | 200 | 250 |
| С | с | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 | 140 | 180 | 200 | 250 | 300 |
| В | b | 55 | 60 | 70 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 | 140 | 180 | 200 | 250 | 300 | 400 |
| А | а | 70 | 80 | 80 | 90 | 100 | 110 | 140 | 160 | 180 | 200 | 250 | 300 | 350 | 450 |
| - | z | 90 | 100 | 100 | 110 | 120 | 140 | 160 | 180 | 220 | 250 | 300 | 350 | 450 | 550 |
| - | y | 110 | 120 | 140 | 140 | 160 | 180 | 200 | 250 | 280 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 |
| - | x | 140 | 160 | 160 | 180 | 200 | 220 | 250 | 300 | 350 | 400 | 500 | 600 | 700 | 900 |

Таблица 16. Нормы бокового зазора (показатели - EWms или + EWms - слагаемое I и - EWms или + EWms), мкм

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид сопря-жения | Степень точности по нормам плавности | Делительный диаметр d, мм |
| До 80 | Св. 80 до 125 | Св. 125 до 180 | Св. 180 до 250 | Св. 250 до 315 | Св. 315 до 400 | Св. 400 до 500 | Св. 500 до 630 | Св. 630  до 800 | Св. 800 до 1000 | Св. 1000 до 1250 | Св. 1250 до 1600 |
| мкм |
| Н | 7 | 10 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | 28 | 30 | 40 |
| Е | 7 | 25 | 30 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 100 |
| D | 7 | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 70 | 70 | 80 | 100 | 110 | 120 | 160 |
|  | 8 | 40 | 50 | 50 | 60 | 70 | 70 | 80 | 90 | 110 | 120 | 140 | 180 |
| С | 7 | 55 | 70 | 70 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 140 | 160 | 200 | 250 |
|  | 8 | 60 | 80 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 140 | 160 | 200 | 200 | 280 |
|  | 9 | 70 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 140 | 160 | 200 | 200 | 250 | 300 |
|  | 7 | 100 | 110 | 120 | 140 | 180 | 180 | 200 | 200 | 250 | 280 | 300 | 400 |
|  | 8 | 100 | 110 | 140 | 140 | 180 | 200 | 200 | 250 | 280 | 300 | 350 | 400 |
| В | 9 | 110 | 120 | 140 | 160 | 200 | 200 | 250 | 280 | 300 | 300 | 350 | 500 |
|  | 10 | 110 | 140 | 160 | 180 | 200 | 250 | 250 | 280 | 350 | 350 | 400 | 500 |
|  | 7 | 140 | 180 | 200 | 200 | 250 | 280 | 300 | 350 | 350 | 400 | 500 | 600 |
|  | 8 | 160 | 200 | 200 | 250 | 280 | 300 | 350 | 350 | 400 | 500 | 550 | 600 |
| А | 9 | 180 | 200 | 250 | 280 | 280 | 350 | 350 | 400 | 500 | 550 | 600 | 700 |
|  | 10 | 200 | 200 | 250 | 280 | 300 | 350 | 400 | 400 | 500 | 550 | 600 | 800 |

Таблица 17. Нормы бокового зазора (показатель - EWms или + EWms - слагаемое II), мкм

|  |
| --- |
| Допуск на радиальное биение зубчатого венца Fr, мкм |
| До 8 | Св. 8 до 10 | Св. 10 до 12 | Св. 12 до 16 | Св. 16 до 20 | Св. 20 до 25 | Св. 25 до 32 | Св. 32 до 40 | Св. 40 до 50 | Св. 50 до 60 | Св. 60 до 80 | Св. 80 до 100 | Св. 100 до 125 | Св. 125 до 160 | Св. 160 до 200 | Св. 200 до 250 | Св. 250 до 320 | Св. 320 до 400 | Св. 400 до 500 | Св. 500 до 630 | Св. 630 до 800 |
| 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | 11 | 14 | 18 | 22 | 25 | 35 | 45 | 55 | 70 | 90 | 110 | 140 | 180 |

Таблица 18. Нормы бокового зазора (TWm - допуск на среднюю длину общей нормали), мкм

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид сопря-жения | Вид допуска\* | Допуск на радиальное биение зубчатого венца Fr |
| До 8 | Св. 8 до 10 | Св. 10 до 12 | Св. 12 до 16 | Св. 16 до 20 | Св. 20 до 25 | Св. 25 до 32 | Св. 32 до 40 | Св. 40 до 50 | Св. 50 до 60 | Св. 60 до 80 | Св. 80 до 100 | Св. 100 до 125 | Св. 125 до 160 | Св. 160 до 200 |
| H, E | h | 16 | 16 | 18 | 20 | 20 | 20 | 22 | 25 | 25 | 28 | 30 | 40 | 55 | 70 | 80 |
| D | d | 20 | 25 | 25 | 25 | 28 | 30 | 35 | 40 | 40 | 40 | 60 | 70 | 80 | 100 | 120 |
| С | с | 28 | 30 | 30 | 35 | 40 | 45 | 45 | 50 | 60 | 70 | 90 | 110 | 120 | 140 | 180 |
| В | b | 35 | 40 | 40 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 100 | 100 | 120 | 140 | 200 | 250 |
| A | a | 45 | 50 | 50 | 55 | 60 | 60 | 80 | 90 | 100 | 110 | 140 | 150 | 180 | 240 | 280 |
| - | z | 60 | 60 | 60 | 70 | 70 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 180 | 200 | 250 | 300 | 400 |
| - | y | 70 | 80 | 90 | 90 | 100 | 110 | 120 | 160 | 180 | 220 | 240 | 300 | 350 | 400 | 500 |
| - | x | 90 | 100 | 100 | 110 | 120 | 140 | 160 | 180 | 220 | 250 | 300 | 350 | 400 | 550 | 700 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
\* Вид допуска на боковой зазор используется при изменении соответствия между видом сопряжения и видом допуска (см. пп.1.6 и 1.9).

Таблица 19. Нормы бокового зазора (TW - допуск на длину общей нормали), мкм

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид сопряжения | Вид допуска\* | Допуск на радиальное биение зубчатого венца Fr |
| До 8 | Св. 8 до 10 | Св. 10 до 12 | Св. 12 до 16 | Св. 16 до 20 | Св. 20 до 25 | Св. 25 до 32 | Св. 32 до 40 | Св. 40 до 50 | Св. 50 до 60 | Св. 60 до 80 | Св. 80 до 100 | Св. 100 до 125 | Св. 125 до 160 | Св. 160 до 200 | Св. 200 до 250 |
| H, E | h | 20 | 20 | 25 | 28 | 28 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 100 | 140 | 160 | 200 |
| D | d | 25 | 28 | 28 | 30 | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 70 | 100 | 110 | 140 | 180 | 200 | 250 |
| С | с | 35 | 35 | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 100 | 120 | 140 | 180 | 200 | 280 | 350 |
| В | b | 35 | 40 | 50 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 100 | 120 | 140 | 180 | 200 | 280 | 350 | 400 |
| A | a | 50 | 55 | 55 | 60 | 70 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 180 | 200 | 250 | 300 | 350 | 500 |
| - | z | 60 | 70 | 70 | 70 | 80 | 100 | 110 | 120 | 140 | 180 | 200 | 250 | 300 | 350 | 500 | 600 |
| - | y | 80 | 80 | 100 | 100 | 110 | 120 | 140 | 180 | 200 | 250 | 280 | 350 | 400 | 500 | 600 | 800 |
| - | x | 100 | 110 | 110 | 120 | 140 | 140 | 180 | 200 | 250 | 280 | 350 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\* Вид допуска на боковой зазор используется при изменении соответствия между видом сопряжения и видом допуска

Таблица 21. Нормы бокового зазора (Tc - допуск на толщину зуба)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид сопря- жения | Вид до- пуска\* | Допуск на радиальное биение зубчатого венца Fr , мкм |
| До 8 | Св. 8 до 10 | Св. 10 до 12 | Св. 12 до 16 | Св. 16 до 20 | Св. 20 до 25 | Св. 25 до 32 | Св. 32 до 40 | Св. 40 до 50 | Св. 50 до 60 | Св. 60 до 80 | Св. 80 до 100 | Св. 100 до 125 | Св. 125 до 160 | Св. 160 до 200 |
| H, E | h | 20 | 22 | 25 | 30 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 70 | 70 | 90 | 120 | 140 | 180 |
| D | d | 25 | 30 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 70 | 100 | 120 | 140 | 180 | 220 |
| С | с | 35 | 35 | 35 | 45 | 50 | 60 | 70 | 70 | 90 | 100 | 140 | 160 | 180 | 220 | 300 |
| В | b | 40 | 45 | 50 | 50 | 60 | 70 | 70 | 90 | 100 | 140 | 140 | 180 | 220 | 300 | 350 |
| A | a | 50 | 60 | 60 | 70 | 70 | 80 | 100 | 120 | 140 | 140 | 180 | 220 | 250 | 350 | 400 |
| - | z | 70 | 70 | 70 | 80 | 90 | 100 | 140 | 140 | 160 | 180 | 220 | 250 | 350 | 400 | 500 |
| - | y | 80 | 90 | 100 | 100 | 120 | 140 | 140 | 180 | 200 | 250 | 300 | 350 | 450 | 500 | 700 |
| - | x | 100 | 120 | 120 | 140 | 140 | 160 | 180 | 220 | 250 | 300 | 350 | 450 | 500 | 700 | 800 |

\* Вид допуска на боковой зазор используется при изменении соответствия между видом сопряжения и видом допуска (см. пп.1.6 и 1.9).

Таблица 22. Нормы бокового зазора (показатели Ea''s и Ea''i )

|  |  |
| --- | --- |
| Ea''s | Для зубчатых колес с внешними зубьями равно *+* fi'' по табл.8 |
|  | Для зубчатых колес с внутренними зубьями равно *+* по табл.15 |
| Ea''i | Для зубчатых колес с внешними зубьями равно - по табл.15 |
|  | Для зубчатых колес с внутренними зубьями равно - fi'' по табл.8 |

**Рекомендуемая литература**

1. Мельников А.С. Технология машиностроения: основы достижения качества машины: Уч. пособие. Ростов н/Д:Издательский центр ДГТУ, 2009

2. Романов А. Б., [Устинов Ю. Н.](http://www.biblioclub.ru/author.php?action=book&auth_id=36662) Выбор посадок и требований точности. Справочно-методическое пособие. СПб: " Политехника", 2012.

3. Мельников А.С. Инженерное обеспечение качества машин. Учебное пособие для студентов, обучающихся по машиностроительным специальностям Ростов н/Д:Издательский центр ДГТУ. 2011.

4. Анухин В.И. Допуки и посадки. Уч.пособ.СПб: Питер. 2007, 2004

5. Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. СПб: Питер. 2001, 2009

6. Серебреницкий П.П. Краткий справочник технолога-машиностроителя. СПб.: Политехника. 2007, 2004

7. В.Д. Мягков. Допуски посадки. 1 часть. Справочник. Л.: Машиностроение, 1982

8. В.Д. Мягков. Допуски посадки. 2 часть. Справочник. Л.:Машиностроение1982

9. [Романов А. Б](http://www.biblioclub.ru/author.php?action=book&auth_id=36659)., [Федоров В. Н.](http://www.biblioclub.ru/author.php?action=book&auth_id=36660), [Кузнецов А. И.](http://www.biblioclub.ru/author.php?action=book&auth_id=36661)Таблицы и альбом по допускам и посадкам. Справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб: "Политехника", 2012.

## 10. Митюшов Виктор. Электронный курс Основы построения и расчет допусков и посадок по ЕСКД. Открытая техническая библиотека CNCexpert.ru Издательство: изначально электронное, 2011.

1. [↑](#footnote-ref-1)