

НОРМИРОВАНИЕ
ТОЧНОСТИ
В МАШИНОСТРОЕНИИ

НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

3-е издание, стереотипное

Рекомендовано федеральным государственным
бюджетным образовательным учреждением
высшего образования «Московский государственный
технологический университет «СТАНКИН»
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по направлению «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»

Старый Оскол
ТНТ
2019

Нормирование точности в машиностроении : учебное пособие вузов / С. Г. Емельянов [и др.]. — 3-е изд. — Старый Оскол : ТНТ, 2019. — 439 с. : ил., табл. — Библиогр. : с. 413.

УДК [621.713/.715 + 621.81-187](075.8)

ББК 34

Чит. зал №1 — 1 экз.

В учебном пособии приведены сведения о видах точности в машиностроении: точности размеров, форм, расположения, суммарных допусках формы расположения элементов детали, шероховатости поверхности. Рассмотрены точностные параметры посадок типовых соединений.

Издание предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», а также конструкторов и технологов промышленных предприятий, занимающихся вопросами нормирования точности изделий машиностроения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ	11
1.1. Понятия о сопрягаемых деталях, точности и погрешности их изготовления	11
1.2. Номинальный, действительный и предельные размеры, предельные отклонения, допуск размера	13
1.3. Графическое изображение размеров, отклонений и поля допуска	16
1.4. Основные понятия о посадках. Предельные зазоры и натяги, допуск посадки	18
1.5. Система отверстия и система вала	22
1.6. Обозначения основных отклонений полей допусков отверстий и валов, посадок	25
1.7. Понятие о требуемой и фактической точности	31
2. ПРИНЦИПЫ РАСЧЁТА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК	36
2.1. Определение допусков и посадок по заданным предельным отклонениям методом максимума – минимума в системе отверстия	36
2.2. Определение допусков и посадок по заданным предельным отклонениям методом максимума – минимума в системе вала	38
2.3. Определение наибольших и наименьших вероятностных зазоров или натягов	42
2.4. Вероятность появления зазоров и натягов в заданном интервале	49
2.4.1. Закон нормального распределения погрешностей	49
2.4.2. Определение коэффициентов асимметрии α и относительного рассеяния K	52
2.4.3. Расчёт вероятности появления соединения с зазором или натягом в заданном интервале	59
3. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК	66
3.1. Функциональная взаимозаменяемость	66

3.1.1. Исходные положения, используемые при конструировании изделий	67
3.1.2. Исходные положения, используемые при производстве изделий	72
3.1.3. Запасные части и контроль изделий в процессе эксплуатации	74
3.2. Принципы выбора допусков и посадок	75
3.2.1. Три метода выбора допусков и посадок	75
3.2.2. Гарантированный запас работоспособности машин и других изделий	78
3.3. Рекомендации по выбору посадок	84
3.3.1. Выбор допусков (кавалитетов)	86
3.3.2. Соотношения точности и стоимости	89
3.3.3. Последовательность расчётов, связанных с выбором подвижных и неподвижных посадок	97
4. РАСЧЁТ И ВЫБОР ПОСАДОК	105
4.1. Назначение посадок с зазором	105
4.2. Расчёт посадок с зазором для подшипников жидкостного трения	111
4.3. Выбор переходных посадок	124
4.4. Назначение посадок с натягом	130
4.5. Расчёт посадок с натягом	135
5. ПОСАДКИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ	146
5.1. Точность подшипников качения	146
5.2. Условные обозначения подшипников качения	149
5.3. Поля допусков колец подшипников качения	152
5.4. Виды нагружения колец подшипников качения	154
5.5. Выбор посадок подшипников качения на валы и в корпус	156
5.6. Обозначение подшипниковых посадок	162
6. НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ЗВЕНЬЕВ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ	165
6.1. Методы расчёта сборочных размерных цепей	165
6.1.1. Основные понятия, определения и задачи, решаемые с помощью размерных цепей	165

6.1.2. Расчёт размерных цепей по методу максимума и минимума	171
6.1.3. Способы определения допусков составляющих звеньев	175
6.1.4. Расчёт размерных цепей по вероятностному методу	177
6.2. Методы достижения точности замыкающего звена и определение допусков на составляющие звенья	183
6.2.1. Выбор методов расчёта размерных цепей и достижения точности замыкающего звена	188
6.2.2. Метод полной взаимозаменяемости	191
6.2.3. Метод неполной взаимозаменяемости	192
6.2.4. Метод групповой взаимозаменяемости. Селективная сборка	196
6.2.5. Метод пригонки	199
6.2.6. Достижение точности замыкающего звена методом регулирования	202
7. НОРМИРОВАНИЕ ДОПУСКОВ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ	207
7.1. Влияние отклонений формы и расположения поверхностей на качество изделий	207
7.2. Стандартизация числовых значений допусков формы и расположения поверхностей	208
7.3. Допуски формы поверхностей	209
7.3.1. Виды отклонений формы поверхностей	209
7.3.2. Отклонения и допуски формы цилиндрических поверхностей	217
7.3.3. Отклонения и допуски формы плоских поверхностей	223
7.3.4. Примеры указаний на чертежах условными знаками отклонений формы	229
8. НОРМИРОВАНИЕ ДОПУСКОВ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ	233
8.1. Особенности нормирования требований к точности расположения поверхностей деталей	233
8.2. Виды отклонений расположения поверхностей	236
8.3. Отклонения и допуски параллельности	242

8.4. Отклонения и допуски перпендикулярности	247
8.5. Отклонения и допуски наклона элементов детали	253
8.6. Отклонения и допуски соосности	254
8.7. Отклонения и допуски симметричности	259
8.8. Позиционное отклонение элементов детали	263
8.9. Нормирование точности пересечения осей элементов деталей	264
8.10. Зависимый и независимый допуски расположения и формы	266
8.11. Примеры нормирования точности с помощью зависимых допусков	268
8.12. Обозначение на чертежах зависимых допусков и баз ...	276
9. СУММАРНЫЕ ДОПУСКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ И ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ	278
9.1. Виды суммарных отклонений расположения и формы поверхностей	278
9.1.1 Допуски радиального биения	281
9.1.2 Допуски торцового биения	287
9.1.3 Биение в заданном направлении	294
9.1.4 Полное радиальное биение	295
9.1.5 Полное торцовое биение	297
9.2. Отклонения и допуски формы криволинейных поверхностей	298
10. НОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ	304
10.1. Шероховатость и её влияние на качество поверхности	305
10.2. Параметры для нормирования шероховатости поверхности	310
10.2.1. Выбор параметров шероховатости поверхности и их числовых значений	314
10.3. Обозначение требований к шероховатости поверхности на чертежах	321
10.3.1. Знаки, указывающие возможные виды обработки	321
10.3.2. Обозначение требований к шероховатости поверхности на чертежах	323

10.3.3. Правила нанесения на чертежах требований к шероховатости поверхности	325
10.4. Волнистость поверхностей деталей	329
10.5. Влияние шероховатости, волнистости, отклонений формы и расположения поверхностей деталей на взаимозаменяемость и качество машин	330
10.6. Методы и средства измерения шероховатости поверхности	335
11. НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПАРАМЕТРОВ МЕТРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ	338
11.1. Параметры метрической резьбы	339
11.2. Общие принципы обеспечения взаимозаменяемости цилиндрических резьб	343
11.3. Система допусков и посадок метрических резьб	350
11.3.1. Посадки с зазором	351
11.3.2. Посадки с натягом и переходные	357
11.4. Обозначение метрических резьб на чертежах	362
12. НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС И ПЕРЕДАЧ	364
12.1. Степени точности и виды сопряжений цилиндрических зубчатых передач	365
12.2. Расчёт параметров бокового зазора для зубчатого зацепления с регулируемым положением осей вращения колёс	371
12.3. Система допусков для цилиндрических зубчатых колёс и передач	379
12.3.1. Нормируемые параметры кинематической точности зубчатых колёс и передач	380
12.3.2. Нормируемые показатели, характеризующие плавность работы передачи	389
12.3.3. Нормируемые показатели, характеризующие полноту контакта зубьев	394
13. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ ШПОНОЧНЫХ И ШЛИЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ	399
13.1. Допуски и посадки шпоночных соединений	399

13.2. Допуски и посадки прямоугольных шлицевых соединений	402
13.2.1. Способы центрирования шлицевых соединений	402
13.2.2. Посадки шлицевых соединений с прямоугольным профилем	406
13.2.3. Условные обозначения шлицевых соединений	409
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	411
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	413
ПРИЛОЖЕНИЯ	414
Приложение 1. Статистическая таблица	414
Приложение 2. Таблицы ЕСДП	417
Приложение 3. Таблицы для расчета посадок с зазором	426
Приложение 4. Допуски формы и расположения поверхностей	429