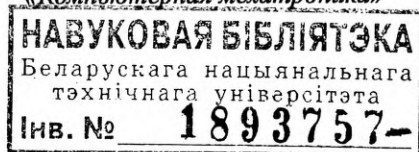


С. С. Клименков, А. Н. Голубев

НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

*Утверждено Министерством образования
Республики Беларусь в качестве учебника
для студентов учреждений высшего образования
по специальностям «Технология машиностроения»,
«Производство изделий на основе трехмерных технологий»,
«Компьютерная мехатроника»*



Минск
РИВШ
2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ	5
1.1. Точность и взаимозаменяемость	5
1.2. Система допусков на линейные размеры	7
1.2.1. Основные термины и определения.....	7
1.2.2. Основные отклонения.....	9
1.2.3. Классы допусков	10
1.2.3.1. Нанесение предельных отклонений размеров и обозначение классов допусков на чертежах	12
1.2.3.2. Выбор классов допусков	14
1.2.4. Посадки.....	15
1.2.4.1. Образование посадок	15
1.2.4.2. Посадки в системах отверстия и вала.....	18
1.2.4.3. Обозначения посадок	20
1.2.4.4. Применение внесистемных и системных посадок.....	20
1.2.4.5. Назначение посадок и квалитетов	22
1.2.4.6. Примеры использования посадок	23
1.2.4.7. Области ориентировочного применения квалитетов.....	24
1.2.5. Классы допусков и посадки соединений деталей из пластмасс.....	25
1.3. Допуски формы и расположения поверхностей	29
1.3.1. Общие сведения, термины и определения.....	29
1.3.2. Отклонения и допуски формы.....	31
1.3.3. Отклонения и допуски расположения поверхностей	37
1.3.4. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения	47

1.3.5. Независимые и зависимые допуски	53
1.3.6. Назначение степеней точности и допусков формы и расположения поверхностей.....	56
1.3.7. Примеры назначения степеней точности формы и расположения	58
1.3.8. Общие допуски формы и расположения поверхностей	62
1.4. Шероховатость поверхности.....	64
1.4.1. Общие сведения, термины и определения.....	64
1.4.2. Параметры шероховатости поверхности	66
1.4.3. Назначение параметров шероховатости.....	69
1.4.4. Обозначение параметров шероховатости на чертежах.....	76
1.5. Допуски и посадки типовых соединений	78
1.5.1. Нормирование требований к точности угловых размеров и конических поверхностей	78
1.5.1.1. Угловые размеры.....	78
1.5.1.2. Допуски и углы конусов.....	81
1.5.1.3. Степени точности	82
1.5.1.4. Посадки конических соединений.....	83
1.5.1.5. Нормирование допусков	85
1.5.1.6. Обозначения гладких конических соединений на чертежах	86
1.5.2. Нормирование точности шпоночных соединений.....	87
1.5.3. Нормирование точности шлицевых соединений	90
1.5.3.1. Основные размеры	90
1.5.3.2. Допуски и посадки	92
1.5.3.3. Условные обозначения шлицевых соединений	94
1.5.4. Нормирование точности резьбовых соединений	95
1.5.4.1. Общие сведения, основные элементы и параметры резьбы	95
1.5.4.2. Допуски резьбы	98
1.5.4.3. Резьбовые посадки с зазором	102
1.5.4.4. Выбор полей допусков посадок с зазором	103
1.5.4.5. Резьбы с натягами и переходными посадками	105
1.5.4.6. Обозначение резьбовых сопряжений на чертежах	107

1.5.5. Нормирование точности размеров и посадки подшипников качения	108
1.5.5.1. Точность подшипников качения	108
1.5.5.2. Назначение посадок в сопряжениях с подшипниками качения	111
1.5.5.3. Условное обозначение посадок на чертежах	116
1.5.6. Нормирование точности зубчатых колес и передач	117
1.5.6.1. Общие сведения, термины, определения и обозначения	117
1.5.6.2. Показатели кинематической точности колес и передач	118
1.5.6.3. Показатели плавности работы колес и передач	122
1.5.6.4. Показатели контакта зубьев	124
1.5.6.5. Степени точности	125
1.5.6.6. Виды сопряжений зубьев в передаче	127
1.5.6.7. Обозначение параметров зубчатых колес на чертежах	129
1.6. Размерные цепи	130
1.6.1. Общие сведения, термины и определения	130
1.6.2. Цели расчета размерных цепей	133
1.6.3. Методы расчета размерных цепей при обеспечении полной взаимозаменяемости (расчет на «максимум – минимум»)	133
1.6.4. Методы обеспечения точности замыкающих звеньев размерных цепей	136
2. СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ЛИНЕЙНЫХ И УГЛОВЫХ РАЗМЕРОВ	139
2.1. Калибры для контроля цилиндрических отверстий и валов	139
2.1.1. Общие сведения	139
2.1.2. Расчёт предельных калибров для контроля отверстий и валов	142
2.2. Калибры для контроля конических отверстий и валов	147
2.3. Калибры для контроля цилиндрических резьб	152

3. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	155
3.1. Термины и определения	155
3.2. Штангенинструменты	158
3.3. Микрометрические инструменты	163
3.4. Механические измерительные приборы	167
3.4.1. Классификация механических измерительных приборов	167
3.4.2. Приборы с зубчатой передачей	167
3.4.3. Приборы с рычажно-зубчатой передачей	169
3.4.4. Приборы пружинного типа	176
3.5. Пневматические измерительные приборы	180
3.5.1. Классификация и конструкция приборов	180
3.5.2. Контроль глубоких отверстий пневматическими приборами	184
3.6. Оптико-электронные приборы	186
3.6.1. Микроскопы инструментальные	186
3.6.2. Проекторы	188
3.6.3. Измерительные оптоэлектронные машины	189
3.7. Приборы для измерения углов	191
3.7.1. Угломеры	191
3.7.2. Синусные линейки	192
3.7.3. Уровни	194
3.8. Выбор средств измерений	198
4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ	202
4.1. Измерение размеров цилиндрических поверхностей	202
4.1.1. Измерение отверстий	202
4.1.2. Измерение валов	204
4.2. Измерение элементов шлицевого соединения с прямобочным профилем	207
4.3. Измерение элементов резьбы	209
4.3.1. Измерение наружного диаметра	209
4.3.2. Измерение среднего диаметра	209

4.4. Методы измерения отклонений формы и расположения поверхностей.....	213
4.4.1. Измерения отклонений от прямолинейности.....	213
4.4.2. Измерение отклонений от плоскостности.....	214
4.4.3. Измерение отклонений от круглости.....	216
4.4.4. Измерение отклонений от цилиндричности.....	216
4.4.5. Измерение отклонений профиля продольного сечения.....	217
4.4.6. Измерение отклонений от параллельности.....	217
4.4.7. Измерение отклонений наклона плоскости.....	219
4.4.8. Измерение отклонений от перпендикулярности.....	219
4.4.9. Измерения отклонений от соосности.....	220
4.4.10. Измерение отклонений от симметричности.....	221
4.4.11. Измерение отклонения от пересечения осей.....	222
4.4.12. Измерение радиального биения.....	223
4.4.13. Измерение торцового биения.....	223
4.5. Определение параметров шероховатости.....	225
4.5.1. Визуальный контроль.....	225
4.5.2. Приборы для измерений параметров шероховатости.....	226
5. АВТОМАТИЗАЦИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ.....	232
5.1. Принципы построения приборов, применяемых для активного контроля.....	232
5.2. Устройства активного контроля.....	236
5.2.1. Одноконтактные приборы активного контроля.....	236
5.2.2. Двухконтактные приборы активного контроля.....	237
5.2.3. Трехконтактные приборы активного контроля.....	238
5.3. Приборы активного контроля деталей с прерывистыми поверхностями.....	240
5.4. Приборы с затормаживанием измерительных наконечников.....	242
5.5. Автоподналадчики.....	243
5.6. Координатно-измерительные машины (КИМ).....	244
5.6.1. Общие сведения о КИМ.....	244
5.6.2. Базовый узел КИМ.....	247
5.6.3. Узлы координатных перемещений.....	249
5.6.4. Измерительные головки.....	251
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	255