

-500732-

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

А.А. Афанасьев, А.А. Погонин

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ
И НОРМИРОВАНИЕ
ТОЧНОСТИ**

У Ч Е Б Н И К





А.А. АФАНАСЬЕВ
А.А. ПОГОНИН

ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ И НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ

УЧЕБНИК

*Рекомендовано в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»,
27.03.02 «Управление качеством» (квалификация (степень) «бакалавр»)*

znanium.com
электронно-библиотечная система

Москва
ИНФРА-М
2024

УДК 621(075.8)

ББК 34я73

A94

Рецензенты:

Пастухов А.Г., доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой технической механики и конструирования машин ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина»;

Целипенко Н.А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной геологии и горного дела ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», заслуженный изобретатель РФ

Афанасьев А.А.

A94 Взаимозаменяемость и нормирование точности : учебник / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 427 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_5a57059-aaba317.28249851.

ISBN 978-5-16-019445-5 (print)

ISBN 978-5-16-105908-1 (online)

В учебнике изложена система базовых знаний, обязательных при изучении дисциплины «Взаимозаменяемость и нормирование точности» федеральной образовательной программы «Стандартизация и метрология». Учебник полностью раскрывает программу по указанной дисциплине. Наряду с теоретическим материалом в тексте приведены многочисленные примеры решения задач, расчеты по определению норм точности для типовых соединений с использованием различных методик. Даны тестовые задания для проведения экзамена по взаимозаменяемости.

Соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования последнего поколения.

Учебник может быть использован студентами различных специальностей при изучении вопросов взаимозаменяемости, метрологического обеспечения и обеспечения качества изделий в производстве.

УДК 621(075.8)

ББК 34я73

ISBN 978-5-16-019445-5 (print)

ISBN 978-5-16-105908-1 (online)

© Афанасьев А.А., Погонин А.А., 2018

Оглавление

Предисловие.....	3
Глава 1. ТОЧНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ	5
1.1. Основные понятия о точности в машиностроении. Точность размера.....	5
1.2. Точность формы и расположения поверхностей.....	8
1.2.1. Точность формы поверхностей	8
1.2.2. Точность расположения поверхностей.....	14
1.2.3. Общая точность формы и расположения.....	21
1.2.4. Понятие о независимых и зависимых допусках. Их обозначения	25
1.3. Характеристики размерных и точностных показателей. Их обозначения	28
1.4. Точность микро- и макрорельефа поверхности деталей	33
<i>Контрольные вопросы и задания.....</i>	<i>38</i>
Глава 2. РЯДЫ НОРМАЛЬНЫХ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ	40
2.1. Принцип предпочтительности. Ряды предпочтительных чисел	40
2.2. Ряды нормальных линейных размеров как основа выбора значений линейных (геометрических) параметров	48
2.3. Пример обоснования выбора ряда линейных размеров.....	53
<i>Контрольные вопросы и задания.....</i>	<i>55</i>
Глава 3. ОТКЛОНЕНИЯ, ДОПУСКИ И ПОСАДКИ	57
3.1. Графическое изображение отклонений и допусков	57
3.2. Определение основных отклонений.....	60
3.3. Посадки. Методика построения посадок	65
3.3.1. Посадки с зазором.....	66
3.3.2. Посадки с натягом.....	68
3.3.3. Переходные посадки	69
3.3.4. Примеры расчетов коэффициентов точности, предельных зазоров и натягов.....	70
<i>Контрольные вопросы и задания.....</i>	<i>72</i>
Глава 4. ВИДЫ СОПРЯЖЕНИЙ В ТЕХНИКЕ.....	73
4.1. Общая характеристика.....	73
4.2. Применение посадок.....	74
4.2.1. Применение посадок с зазорами	74
4.2.2. Применение посадок с натягами	84
4.2.3. Применение переходных посадок	86
<i>Контрольные вопросы и задания.....</i>	<i>89</i>
Глава 5. РАСЧЕТ И ВЫБОР ПОСАДОК	90
5.1. Выбор системы посадок	90
5.2. Выбор качества.....	92
5.3. Расчет и выбор посадок	95
5.3.1. Расчет и выбор посадок с зазорами	95

5.3.2. Расчет и выбор посадок с натягами	119
5.3.3. Расчет и выбор переходных посадок	131
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	135

Глава 6. ЕДИНАЯ СИСТЕМА НОРМИРОВАНИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ 137

6.1. Общие принципы нормирования и стандартизации показателей геометрической точности	137
6.2. Нормирование точности подшипников качения	140
6.2.1. Общая характеристика	140
6.2.5. Поля допусков и посадки подшипников качения	144
6.2.3. Расчет и выбор посадок для соединений подшипника качения в сборочном узле	145
6.2.4. Особенности нормирования точности размеров, формы, расположения и шероховатости поверхностей соединений подшипниковых узлов	158
6.3. Нормирование точности метрической резьбы	159
6.3.1. Номинальный профиль и основные параметры метрической резьбы	160
6.3.2. Нормируемые параметры метрической резьбы для посадок с зазором ..	163
6.3.3. Приведенный средний диаметр	168
6.3.4. Переходные посадки в резьбовых соединениях	170
6.3.5. Посадки с натягом в резьбовых соединениях	172
6.4. Нормирование точности цилиндрических зубчатых колес и передач	179
6.4.1. Общая характеристика	179
6.4.2. Нормируемые параметры кинематической точности зубчатых колес и передач	182
6.4.3. Нормируемые параметры кинематической плавности работы зубчатых колес и передач	190
6.4.4. Нормируемые параметры точности контакта зубьев колес и передач (нормы точности контакта зубьев)	194
6.4.5. Нормируемые параметры бокового зазора зубчатых колес и передач ..	198
6.4.6. Выбор комплексов контролируемых параметров. Обозначение точности зубчатых колес	208
6.5. Нормирование точности шпоночных и шлицевых соединений	220
6.5.1. Допуски и посадки шпоночных соединений	221
6.5.2. Допуски и посадки шлицевых соединений	230
6.6. Допуски угловых размеров. Взаимозаменяемость гладких конических соединений	245
6.6.1. Исходные положения	245
6.6.2. Допуски угловых размеров	247
6.6.3. Точность гладких конических соединений	249
6.6.4. Точность инструментальных конусов	258
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	262

Глава 7. ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА РАЗМЕРНЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ 264

7.1. Классификация, основные термины и определения	264
7.2. Расчет размерной цепи методом полной взаимозаменяемости	268
7.2.1. Основные расчетные формулы	268
7.2.2. Решение прямой задачи методом полной взаимозаменяемости	270
7.2.3. Решение обратной задачи методом полной взаимозаменяемости	273

7.3. Расчет размерной цепи вероятностным методом	278
7.3.1. Общие сведения об основных законах рассеяния размеров деталей.....	278
7.3.2. Решение прямой задачи вероятностным методом	283
7.3.3. Решение обратной задачи вероятностным способом	288
7.4. Расчет размерной цепи методом групповой взаимозаменяемости (селективная сборка).....	289
7.5. Расчет размерной цепи методом регулирования	294
7.6. Расчет размерной цепи методом пригонки	299
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	302

Глава 8. КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ, УЗЛОВ И МЕХАНИЗМОВ 304

8.1. Классификация методов и средств измерения, основные термины и определения.....	304
8.2. Универсальные измерительные средства в машиностроении	320
8.3. Контроль размеров отверстий и валов предельными калибрами.....	322
8.4. Средства измерения и контроля точности цилиндрической резьбы.....	331
8.5. Средства измерения и контроля точности зубчатых колес и передач	338
8.5.1. Общие сведения.....	338
8.5.2. Измерение основных показателей кинематической точности.....	339
8.5.3. Измерение основных показателей плавности работы зубчатых колес и передач.....	342
8.5.4. Измерение основных показателей полноты контакта поверхностей зубьев	345
8.5.5. Измерение основных показателей бокового зазора в сопряжениях зубьев колес.....	345
8.6. Средства измерения и контроля точности шпоночных и шлицевых соединений	349
8.7. Средства измерения и контроля шероховатости поверхностей	351
<i>Контрольные вопросы и задания</i>	354

ПРАКТИКУМ 356

Решение типовых задач.....	356
Тестовые задания для проведения экзамена по взаимозаменяемости.....	360
Правильные ответы на тесты.....	369

Приложения..... 370

<i>Приложение 1</i>	370
<i>Приложение 2</i>	372
<i>Приложение 3</i>	373
<i>Приложение 4</i>	387
<i>Приложение 5</i>	398
<i>Приложение 6</i>	401
<i>Приложение 7</i>	416
<i>Приложение 8</i>	417

Библиографический список 422

По вопросам приобретения книг обращайтесь:
Отдел продаж «ИНФРА-М» (оптовая продажа):
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел. (495) 280-33-86 (доб. 218, 222)
E-mail: bookware@infra-m.ru

Отдел «Книга—почтой»:
тел. (495) 280-33-86 (доб. 222)

ФЗ Издание не подлежит маркировке
№ 436-ФЗ в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11

Учебное издание

**Афанасьев Александр Александрович,
Погонин Анатолий Алексеевич**

ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ И НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ

УЧЕБНИК

Оригинал-макет подготовлен в НИЦ ИНФРА-М
ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29
E-mail: books@infra-m.ru <http://www.infra-m.ru>

Подписано в печать 17.10.2023.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Newton.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 26,69.
ППП20. Заказ № 35062
ТК 654658-2109539-160118

Отпечатано в типографии ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»
127214, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1
Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29