

Предисловие ко второму изданию
Предисловие к первому изданию
Введение
Литература

Часть 1. Общие требования к технологичности и эксплуатационным характеристикам зубчатых колес и передач.

Глава 1

Основные требования к технологии изготовления зубчатых колес механической обработкой

- 1.1. Общие принципы выбора технологического процесса изготовления зубчатых колес в условиях массового производства
- 1.2. Методы получения заготовок зубчатых колес
- 1.3. Выбор базовых поверхностей
- 1.4. Методы обработки зубьев
- 1.5. Рекомендуемые технологические процессы механической обработки зубчатых колес
- 1.6. Финишная обработка центрирующего диаметра шлицевых отверстий
- 1.7. Технологическая наследственность и требования к материалу и заготовкам для зубчатых колес
- 1.8. Технологическая классификация зубчатых колес

Литература

Глава 2

Методы и средства контроля зубчатых колес и передач

- 2.1. Показатели точности зубчатых колес и передач
- 2.2. Контроль зубчатых колес в массовом производстве
- 2.3. Зубоизмерительные приборы
- 2.4. Особенности назначения контрольных параметров точности зубчатых передач в системах ГОСТ и DIN
 - 2.4.1. Состояние вопроса
 - 2.4.2. Проработка на соответствие системе DIN цилиндрических зубчатых передач
 - 2.4.3. Проработка на соответствие системе DIN конических зубчатых передач
- 2.5. Специфика контроля точности пластмассовых зубчатых колес. Измерительные усилия
 - 2.5.1. Погрешности измерения точных пластмассовых деталей
 - 2.5.2. Расчет допускаемых измерительных усилий при контроле пластмассовых зубчатых колес
- 2.6. Контроль шума зубчатых передач

Литература

Часть 2. Технология производства зубчатых колес

Глава 3

Механическая обработка цилиндрических зубчатых колес

- 3.1. Нарезание цилиндрических зубчатых колес пальцевыми и дисковыми модульными фрезами
- 3.2. Нарезание цилиндрических зубчатых колес червячными модульными фрезами
 - 3.2.1. Способы зубофрезерования
 - 3.2.2. Погрешности зубообработки
 - 3.2.3. Зубофрезерные станки
 - 3.2.4. Технологические режимы зубофрезерования
 - 3.2.5. Червячные модульные фрезы
 - 3.2.6. Специальные червячные фрезы
- 3.3. Нарезание цилиндрических зубчатых колес на зубодолбежных станках
 - 3.3.1. Общие положения
 - 3.3.2. Зубодолбежные станки
 - 3.3.3. Зуборезные долбяки
 - 3.3.4. Специальные зуборезные долбяки
- 3.4. Шевингование зубьев цилиндрических колес
 - 3.4.1. Технология шевингования
 - 3.4.2. Зубошевинговальные станки
 - 3.4.3. Дисковые шеверы
 - 3.4.4. Специальные шеверы
- 3.5. Калибрование зубьев цилиндрических колес
- 3.6. Хонингование зубьев цилиндрических колес
 - 3.6.1. Технология хонингования
 - 3.6.2. Зубохонинговальные станки
- 3.7. Обкатка и притирка зубьев цилиндрических колес
- 3.8. Шлифование зубьев цилиндрических колес

- 3.8.1. Технология шлифования
 - 3.8.2. Зубошлифовальные станки. Точность, достигаемая при зубошлифовании
 - 3.8.3. Шлифовальные круги для обработки зубчатых колес
 - 3.9. Закругление зубьев, снятие фасок и заусенцев
 - 3.9.1. Технология обработки
 - 3.9.2. Зубозакругляющие и зубофасочные станки
 - 3.10. Нарезание шлицевых валов
 - 3.10.1. Технология нарезания шлицев
 - 3.10.2. Червячные фрезы для шлицевых валов с эвольвентным и прямобочным профилем
 - 3.10.3. Шлицефрезерные станки
 - 3.11. Определение машинного времени зубообработки
 - 3.12. Нормы износа и заточка зубообрабатывающего инструмента
 - 3.13. Смазочно-охлаждающие жидкости
 - 3.14. Особенности изготовления зубчатых колес планетарных передач
 - 3.15. Особенности механической обработки зубчатых колес из пластмасс
- Литература

Глава 4

Механическая обработка конических зубчатых колес

- 4.1. Механическая обработка прямозубых конических колес
 - 4.1.1. Методы обработки прямозубых конических колес
 - 4.1.2. Нарезание конических колес с прямыми зубьями двумя зубострогальными резцами по методу обкатки
 - 4.1.3. Нарезание конических колес с прямыми зубьями двумя дисковыми фрезами по методу обкатки
 - 4.1.4. Нарезание конических колес с прямыми зубьями по методу кругового протягивания
 - 4.1.5. Погрешности конических колес с прямыми зубьями
 - 4.1.6. Станки для нарезания конических колес с прямыми зубьями
- 4.2. Механическая обработка конических колес с круговыми зубьями
 - 4.2.1. Методы обработки конических колес с круговыми зубьями
 - 4.2.2. Требования к изготовлению конических передач с круговыми зубьями
 - 4.2.3. Нарезание конических колес с круговыми зубьями резцовыми головками по методу периодического деления
 - 4.2.4. Исправление погрешностей пятна контакта конических колес с круговыми зубьями
 - 4.2.5. Резцовые головки для нарезания конических колес с круговыми зубьями
 - 4.2.6. Специальные резцовые головки для нарезания колес полуобкатных передач
 - 4.2.7. Зуборезные станки для конических колес с круговыми зубьями
 - 4.2.8. Подбор пар и притирка конических зубчатых передач
- 4.3. Зубошлифовальные станки для конических колес

Глава 5

Механическая обработка червячных колес и червяка

- 5.1. Основные конструктивные особенности червячных передач
- 5.2. Нарезание цилиндрических червяков
 - 5.2.1. Нарезание цилиндрических червяков дисковыми фрезами
 - 5.2.2. Нарезание червяков профильными резцами
 - 5.2.3. Шлифование цилиндрических червяков
- 5.3. Нарезание червячных колес
 - 5.3.1. Нарезание червячных колес червячными фрезами
 - 5.3.2. Нарезание цилиндрических червячных колес резцами
 - 5.3.3. Шевингование цилиндрических червячных колес фрезами-шеверами

Глава 6

Технологические процессы обработки зубчатых колес пластическим деформированием

- 6.1. Способы накатывания зубьев
 - 6.2. Горячее накатывание зубчатых колес
 - 6.2.1. Горячее накатывание цилиндрических колес
 - 6.2.2. Горячее накатывание конических колес
 - 6.3. Холодное накатывание зубчатых колес и шлицевых валов
 - 6.3.1. Основные схемы холодного накатывания
 - 6.3.2. Станки для поперечной накатки с двумя накатниками
 - 6.4. Холодное накатывание мелко модульных зубчатых колес в приборостроении
 - 6.4.1. Накатывание зубчатых венцов цилиндрических колес с тангенциальной подачей заготовки
 - 6.4.2. Конструкции накатников
 - 6.4.3. Зубонакатные станки
- Литература

Глава 7

Термическая и химико-термическая обработка зубчатых колес

- 7.1. Выбор материалов и способов термического и химико-термического упрочнения зубчатых колес
 - 7.2. Термическая обработка зубчатых колес
 - 7.2.1. Термическая обработка зубчатых колес до нарезания зубьев
 - 7.2.2. Зубчатые колеса, подвергаемые термической и химико-термической обработке после нарезания зубьев
 - 7.2.3. Объемная закалка, улучшение и нормализация зубчатых колес
 - 7.2.4. Поверхностная закалка с индукционным нагревом
 - 7.3. Химико-термическая обработка зубчатых колес
 - 7.3.1. Общие положения, закономерности формирования диффузионных слоев при химико-термическом упрочнении и принципы разработки технологического процесса ХТО
 - 7.3.2. Азотирование мало- и средненагруженных зубчатых колес
 - 7.3.3. Низкотемпературная нитроцементация и цианирование (540–590С) мало- и средне-нагруженных зубчатых колес
 - 7.4. Выбор сталей для высоконапряженных зубчатых колес, упрочняемых химико-термической обработкой
 - 7.4.1. Основные положения по выбору марок сталей (технологичность материалов и процессы изготовления)
 - 7.4.2. Нормативные показатели качества цементованного слоя и сердцевины зубьев высоконапряженных зубчатых колес с регламентированной надежностью
 - 7.4.3. Нормативные показатели качества цементуемых сталей, регламентирующие основные стадии технологии изготовления ответственных зубчатых колес высокой долговечности
 - 7.4.4. Рекомендации по выбору технологического маршрута изготовления зубчатых колес
 - 7.4.5. Характеристика комплексного подхода к обеспечению долговечности высоко-напряженных зубчатых колес
 - 7.4.6. Анализ современного состояния и требования к процессам химико-термической обработки высоконапряженных зубчатых колес силовых передач
 - 7.5. Методология и практические рекомендации по определению требуемых показателей свойств, определяющих несущую способность поверхностно-упрочненных зубчатых колес
 - 7.6. Тенденции развития технологий упрочнения зубчатых колес
- Литература

Глава 8

Материалы, методы и технология изготовления зубчатых колес из пластмассы

- 8.1. Полимерные материалы для зубчатых колес
 - 8.1.1. Специфика структуры и свойств полимерных материалов
 - 8.1.2. Области применения зубчатых колес из пластмасс
 - 8.1.3. Механические и теплофизические свойства конструкционных термопластов
 - 8.1.4. Рекомендации по выбору полимерного материала для зубчатых колес
- 8.2. Технология изготовления пластмассовых зубчатых колес литьем под давлением
- 8.3. Технологическая усадка отливок зубчатых колес
 - 8.3.1. Влияние технологических факторов на усадку
 - 8.3.2. Зависимость усадки от геометрических параметров зубчатых колес
 - 8.3.3. Экспериментальное исследование влияния геометрических параметров зубчатых колес на усадку
- 8.4. Компьютерное моделирование процесса литья под давлением
 - 8.4.1. Анализ впрыска на твердотельной модели Part Adviser
 - 8.4.2. Оптимизация литниковой системы в программе Mold Adviser
 - 8.4.3. Анализ течения MPI/Flow
 - 8.4.4. Анализ течения на твердотельной модели (MPI/Flow + MPI/Fusion)
 - 8.4.5. Анализ охлаждения пресс-формы MPI/Cool
 - 8.4.6. Автоматическая оптимизация скорости впрыска и давления выдержки MPI/Optim
 - 8.4.7. Анализ усадки и коробления MPI/Wagr
 - 8.4.8. Анализ ориентации волокна MPI/Fiber
 - 8.4.9. Анализ усадки и исполнительных размеров ФОД в MPI/Shrink
 - 8.4.10. Технология и анализ литья с газом MPI/GAS
- 8.5. Технологическая оснастка для изготовления пластмассовых зубчатых колес литьем под давлением
 - 8.5.1. Общие требования к конструкции литьевых форм
 - 8.5.2. Автоматизированные системы CAD/CAM/CAE для литьевых форм
 - 8.5.3. Проектирование и изготовление литьевых форм с использованием нормализованных деталей
 - 8.5.4. Оптимизация допусков и посадок сопрягаемых деталей литьевых форм
 - 8.5.5. Конструкции литьевых форм для зубчатых колес
 - 8.5.6. Изготовление прототипов, мастер-моделей и формообразующих матриц
- 8.6. Технологическое оборудование для литья пластмасс под давлением
 - 8.6.1. Требования к технологическому оборудованию

8.6.2. Технические характеристики термoplastавтоматов
8.6.3. Выбор термoplastавтомата
8.7. Технология изготовления пластмассовых зубчатых колес методом формования в твердой фазе
Литература

Глава 9

Технология изготовления зубчатых колес и передач для микроэлектромеханических систем.

9.1. Общие сведения о зубчатых микромеханизмах
9.2. Краткий обзор микротехнологических процессов обработки
9.2.1. Технология поверхностной микромеханики
9.2.2. Технология объемной микромеханики
9.2.3. Технологии индивидуального формообразования
9.3. Изготовление, сборка и испытания зубчатых микромеханизмов
9.4. Пример использования лазерной технологии для изготовления миниатюрных зубчатых колес
Литература

Часть 3. Методы обеспечения качества зубчатых колес и передач

Глава 10

Погрешности механической обработки зубьев цилиндрических колес и пути их уменьшения

10.1. Основные факторы, влияющие на точность зубообработки
10.2. Характер и классификация погрешностей зубообработки
10.3. Погрешности зубофрезерования зубчатых колес червячными фрезами
10.3.1. Радиальные ошибки
10.3.2. Тангенциальные ошибки
10.3.3. Циклические ошибки
10.3.4. Осевые ошибки
10.3.5. Погрешности производящей поверхности инструмента
10.3.6. Жесткость и виброустойчивость зубофрезерных станков и точность обработки
10.3.7. Обобщение влияния различных факторов на точность зубофрезерования червячными фрезами
10.4. Погрешности зубодолбления и зубострогания зубчатых колес
10.5. Погрешности отделки зубчатых колес свободным обкатом
10.5.1. Условия обеспечения качества обработанных зубчатых колес при шевинговании
10.5.2. Характер изменения исходных погрешностей при шевинговании и других методах отделки зубчатых колес свободным обкатом
10.5.3. Жесткость шевинговального станка и точность обработки
10.5.4. Обобщение влияния различных факторов на точность отделки зубчатых колес при свободном обкате заготовки
10.6. Погрешности зубошлифования зубчатых колес
10.6.1. Основные источники погрешностей при зубошлифовании
10.6.2. Обобщение влияния различных факторов на точность зубошлифования
Литература

Глава 11

Влияние точности базовых поверхностей заготовки и режимов зубофрезерования на качество цилиндрических зубчатых колес.

11.1. Анализ исследований влияния базовых поверхностей заготовок зубчатых колес на точность обработки зубчатого венца
11.2. Аналитическая оценка проявления погрешностей базовых поверхностей заготовок прямозубых колес в погрешностях зубчатого венца при зубофрезеровании и шевинговании
11.3. Влияние погрешностей базовых поверхностей заготовок прямозубых колес на точность зубообработки
11.3.1. Методика экспериментального исследования
11.3.2. Результаты экспериментального исследования
11.4. Влияние режимов зубофрезерования на точность и параметры качества поверхности зубьев цилиндрических зубчатых колес
11.4.1. Современные представления о влиянии режимов зубофрезерования на параметры качества зубчатых колес
11.4.2. Методика экспериментального исследования
11.4.3. Результаты экспериментального исследования
Литература

Глава 12

Изменение параметров качества цилиндрических зубчатых колес на различных операциях их изготовления

12.1. Анализ современных оценок пооперационных изменений показателей точности зубчатых колес в

процессе обработки

12.2. Анализ современных оценок пооперационных изменений параметров качества поверхности зубьев зубчатых колес в процессе обработки

12.3. Экспериментальное исследование изменений показателей точности и параметров качества поверхности зубьев зубчатых колес на различных операциях их изготовления

12.3.1. Основные положения

12.3.2. Анализ изменения показателей точности зубчатых колес на различных операциях обработки

12.3.3. Анализ изменения параметров качества поверхности зубьев зубчатых колес на различных операциях обработки

Литература

Глава 13

Система управления качеством зубчатых передач

13.1. Основные принципы системы управления качеством зубчатых передач

13.2. Выбор комплекса требований к качеству зубчатых колес и передач

13.3. Выбор маршрута обработки зубьев цилиндрических зубчатых колес

13.4. Выбор комплекса требований к точности зубчатых колес на промежуточных операциях их обработки

13.4.1. Общие положения

13.4.2. Пример выбора маршрута обработки зубьев цилиндрического зубчатого колеса и требований к его точности на промежуточных операциях

13.5. Выбор режимов зубофрезерования цилиндрических зубчатых колес червячными фрезами

13.6. Выбор комплекса требований к точности базовых поверхностей цилиндрических зубчатых колес на операции зубонарезания и промежуточных операциях обработки этих поверхностей

13.6.1. Требования к точности базовых поверхностей зубчатых колес на операции зубонарезания

13.6.2. Выбор маршрута обработки базовых поверхностей зубчатых колес

13.6.3. Требования к точности базовых поверхностей зубчатых колес на промежуточных операциях их обработки

13.6.4. Пример выбора требований к точности базовых поверхностей зубчатых колес при зубонарезании, маршрута их обработки и требований к точности обработки этих поверхностей на промежуточных операциях

Литература

Глава 14

Конструкторско-технологическое обеспечение качества приборных зубчатых передач

14.1. Способы снижения кинематической погрешности

14.2. Способы снижения мертвого хода

14.2.1. Уменьшение упругого мертвого хода

14.2.2. Уменьшение кинематического мертвого хода

14.3. Конструкторско-технологические методы обеспечения точности и жесткости узлов редуктора

14.4. Соотношение уровней точности элементов зубчатых механизмов

Литература

Глава 15

Обеспечение качества цилиндрических зубчатых колес отладкой технологических процессов их изготовления

15.1. Задачи отладки технологических процессов изготовления зубчатых колес

15.2. Анализ пооперационных взаимосвязей параметров качества зубчатых колес при их изготовлении, уточнение маршрутов обработки и требований к их качеству на промежуточных операциях

15.3. Определение оптимальных режимов зубофрезерования зубчатых колес, обеспечивающих максимальное значение стойкости червячных фрез при заданной производительности

15.3.1. Аналитический метод определения оптимальных режимов зубофрезерования

15.3.2. Графо-аналитический метод определения оптимальных режимов зубофрезерования

15.3.3. Комплексная оптимизация режимов зубофрезерования

15.4. Анализ влияния погрешностей базовых поверхностей зубчатых колес на точность их зубонарезания

Литература

Часть 4. Расчет формообразующего инструмента и автоматизация проектирования и производства зубчатых колес и передач

Глава 16

Конструкции и расчет зуборезного инструмента

16.1. Инструмент для обработки зубчатых колес методом копирования

16.1.1. Дисковые и пальцевые модульные фрезы

16.1.2. Протяжки и зубодолбежные головки

16.2. Инструмент для обработки цилиндрических зубчатых колес методом огибания (обкатки)

- 16.2.1. Червячные модульные фрезы
 - 16.2.2. Долбяки и гребенки
 - 16.2.3. Обкаточные резцы
 - 16.2.4. Шеверы
 - 16.3. Инструмент для обработки червячных колес методом огибания (обкатки)
 - 16.3.1. Червячные фрезы
 - 16.3.2. Червячные шеверы
 - 16.4. Инструмент для обработки конических колес с прямыми и круговыми зубьями
 - 16.4.1. Зубострогальные резцы
 - 16.4.2. Фрезерные головки
 - 16.4.3. Круговые протяжки
 - 16.4.4. Резцовые головки
- Литература

Глава 17

Расчет формующего инструмента для пластмассовых зубчатых колес

- 17.1. Общие положения
 - 17.2. Методы расчета коэффициентов усадки
 - 17.2.1. Расчет обобщающих параметров зубчатого венца и коэффициентов усадки по координатам точек профиля зуба
 - 17.2.2. Определение коэффициентов технологической усадки методом разности длин общей нормали
 - 17.2.3. Определение коэффициентов технологической усадки по результатам измерения размера по роликам
 - 17.3. Методы расчета геометрических параметров формообразующих зубчатых матриц
 - 17.3.1. Расчет геометрических параметров матриц, изготавливаемых с помощью инструмента со специальным исходным контуром
 - 17.3.2. Расчет геометрических параметров матриц, изготавливаемых инструментом со стандартным исходным контуром
 - 17.3.3. Варианты расчета матриц при ...
 - 17.3.4. Методика расчета формообразующих матриц для цилиндрических зубчатых колес
 - 17.4. Автоматизированный расчет геометрических параметров формообразующих зубчатых матриц
 - 17.4.1. Расчет параметров переходной кривой
 - 17.4.2. Аппроксимация эвольвентного профиля
 - 17.4.3. Варианты автоматизированного расчета матриц
 - 17.5. Алгоритм и программа автоматизированного расчета формующего инструмента для косозубых цилиндрических и прямозубых конических зубчатых колес
 - 17.5.1. Назначение программы
 - 17.5.2. Расчет формообразующих матриц и прошивных электродов
 - 17.5.3. Этапы подготовки исходных данных для построения 3d-моделей конического зубчатого колеса, матрицы и электрода
 - 17.5.4. Схема взаимодействия программ gear Pair, solid works и solver. Формат и назначение файлов
- Литература

Глава 18

Автоматизация технологического проектирования при изготовлении зубчатых колес

- 18.1. Основные принципы создания и структура САПР ТП
- 18.2. Принятие решений при автоматизации технологического проектирования
- 18.3. Кодирование, унификация и классификация обрабатываемых деталей и элементов технологических процессов
- 18.4. Автоматизация проектирования индивидуальных технологических процессов
- 18.4.1. Общие положения
- 18.4.2. Выбор технологических баз
- 18.4.3. Синтез технологического маршрута
- 18.5. Автоматизация проектирования технологических процессов на основе типовых решений
- 18.5.1. Общие сведения
- 18.5.2. Выбор класса и группы деталей
- 18.5.3. Принципы типизации технологических маршрутов
- 18.5.4. Выбор и кодирование конструкторско- технологических признаков деталей
- 18.5.5. Формирование обобщенного маршрута обработки деталей класса «валы»
- 18.5.6. Построение алгоритма выбора технологического маршрута изготовления детали
- 18.6. Оптимизация технологических процессов
- 18.6.1. Общие сведения
- 18.6.2. Построение обобщенных критериев оптимальности
- 18.6.3. Структурная оптимизация технологических процессов
- 18.6.4. Параметрическая оптимизация технологических процессов

18.7. Современное программное обеспечение САПР ТП

18.8. Опыт автоматизации проектирования технологических процессов обработки зубчатых колес в республике Беларусь

Литература

Глава 19

Автоматизация производства зубчатых колес

9.1. Общие положения

19.2. Зубообрабатывающие станки и средства контроля с ЧПУ

19.2.1. Зубообрабатывающие станки с ЧПУ для цилиндрических зубчатых колес

19.2.2. Зубообрабатывающие станки с ЧПУ для конических зубчатых колес

19.3. Пути снижения шума зубчатых передач

19.4. Средства механизации при изготовлении зубчатых колес

19.5. Гибкие производственные системы для механической обработки зубчатых колес

Литература

Глава 20

Потеря работоспособности зубчатых передач, методы контроля и восстановления

20.1. Работоспособность зубчатых передач

20.2. Нормативы на допустимые повреждения зубчатых колес и передач

20.2.1. Несплошности материала

20.2.2. Контактные повреждения зубьев

20.2.3. Износ и заедание

20.2.4. Повышенные уровни вибраций и шума в зубчатой передаче

20.3. Основные методы контроля работоспособности зубчатых колес и передач

20.4. Методы восстановления работоспособности зубчатых колес и передач

20.4.1. Восстановление зубчатых колес с несплошностями материала

20.4.2. Восстановление зубчатых колес с контактными повреждениями

20.4.3. Восстановление зубчатых колес при наличии износа и повреждений от заедания

20.4.4. Методы ремонта зубчатых колес неотчетственных передач

20.5. Основные сведения о расшивке зубчатых передач

20.5.1. Цилиндрические прямозубые передачи

20.5.2. Цилиндрические косозубые передачи

20.5.3. Конические прямозубые передачи

Литература

Приложение 1

Методика определения степени точности зубчатых колес в передаче по нормам кинематической точности с учетом погрешностей изготовления и монтажа деталей

Введение

Методика расчета

Пример использования метода

Заключение

Приложение 2

Основные термины, относящиеся к геометрическим параметрам цилиндрических, конических, гипоидных и червячных передач*

Приложение 3

Иллюстрированный словарь-справочник по зубообрабатывающему инструменту

Фрезы дисковые зуборезные disc type gear cutters zahnformfraser fraises a tailler les engrenages

Фрезы червячные gear hobs walzfraser fraises vis-meres

Фрезы червячные цельные для нарезания цилиндрических зубчатых колес solid type gear hobs for cylindrical gears vollstahl-wälzfräzer für stirnräder fraises-meres monoblocs pour taillage de roues cylindriques

Долбяки зуборезные pinion type cutters for spur gears schneidradder für stirnräder couteaux a tailler les engrenages

Шеверы зуборезные дисковые shaving tools schaberäder couteau de shaving

головки зуборезные для конических колес с круговым зацеплением cutters for circular bevel gears cleason messer köpfen tetes porte-lames gleason

Приложение 4

форма и расположение пятна контакта. иллюстрированный словарь

Приложение 5

Точность и контроль зубчатых передач. термины и обозначения показателей точности и контролируемых параметров