

## **Оглавление**

### **I. Характеристики материалов**

#### **Глава 1.**

#### **Конструкционные материалы и их свойства**

1.1. Введение

1.2. Примеры выбора материалов

#### **Глава 2.**

#### **Цена и доступность**

2.1 Введение

2.2 Данные о ценах материалов

2.3 Схема использования материалов

2.4 Общедоступные материалы

2.5 Экспоненциальный рост и срок удвоения потребления

2.6 Доступность ресурсов

2.7 Прогноз на будущее

2.8 Заключение

Примеры

#### **Глава 3.**

#### **Константы упругости**

3.1. Модули упругости

3.1.2. Введение

3.1.2. Определение напряжения (нагрузки)

3.1.3. Определение деформации

3.1.4. Закон Гука

3.1.5. Измерение модуля упругости

3.1.6. Данные о значениях модуля упругости Примеры

3.2. Связь между атомами

3.2.1. Введение

3.2.2. Первичные связи

3.2.3. Вторичные связи

3.2.4. Конденсированные состояния материи

3.2.5. Межатомные силы

Примеры

3.3. Упаковка атомов внутри твердых тел

3.3. 1 Введение

3.3. 2 Упаковка атомов в кристаллах

3.3. 3 Плотнупакованные структуры и энергия кристаллов

3.3. 4 Кристаллография

3.3. 5 Индексы плоскостей

3.3. 6 Индексы направлений

3.3. 7 Другие важные простые кристаллические структуры

3.3. 8 Упаковка атомов в полимерах

3.3. 9 Упаковка атомов в неорганическом стекле

3.3. 10 Плотность твердых веществ

Примеры

3.4. Физические основы модуля упругости

3.4.1 Введение

3.4.2 Модули упругости кристаллов

3.4.3 Резина и температура стекловидного перехода

3.4.4 Композиты

3.4.5 Краткое резюме

Примеры

3.5. Примеры влияния модуля упругости на процесс конструирования

3.5.1 Зеркало телескопа. Выбор материала, должен обеспечивать минимальное прогибание корпуса под действием собственного веса

3.5.2 Выбор материалов, обеспечивающих минимальный вес балки с заданной жесткостью

3.5.3 Выбор материалов, обеспечивающих минимальную себестоимость балки с заданной жесткостью

Примеры

## **Глава 4.**

### **Предел текучести, предел прочности и пластичность**

4.1. Предел текучести, предел прочности и пластичность

4.1.1. Введение

4.1.2. Линейная и нелинейная упругость, анэластическое поведение

4.1.3. Диаграммы деформирования при пластичном поведении

4.1.4. Диаграммы истинная деформация- истинное напряжение при пластичном поведении

4.1.5. Работа при пластической деформации

4.1.6. Отдых

4.1.7. Данные

4.1.8. Испытания на твердость

4.1.9. Обзор

4.2. Дислокации

4.2.1. Дислокации и течение кристаллов

4.2.2. Прочность идеальных кристаллов

4.2.3. Дислокации в кристаллах

4.2.4. Силы, действующие на дислокацию

4.2.5. Другие свойства дислокаций

4.3. Методы упрочнения и пластичность кристаллов

4.3.1. Введение

4.3.2. Механизмы упрочнения

4.3.3. Упрочнение твердых растворов

- 4.3.4. Упрочнение дисперсными частицами
- 4.3.5. Механическое упрочнение
- 4.3.6. Дислокационный предел текучести
- 4.3.7. Течение поликристаллов
- 4.3.8. Заключительные замечания

#### 4.4. Пластическое течение

- 4.4.1. Введение
- 4.4.2. Инициация текучести и предел текучести при сдвиге
- 4.4.3. Анализ методов определения твердости
- 4.4.4. Нестабильность пластического течения. Образование шейки при растяжении

### **Глава 5.**

#### **Примеры проектирования деталей, лимитируемых пластическим течением**

##### 5.1. Введение

- 5.1.2. Проектирование пружин из упругих материалов
- 5.1.3. Проектирование сосудов давления из пластичных материалов
- 5.1.4. Пластичность при больших деформациях - прокатка металлов

### **Глава 6.**

#### **Быстрый рост трещин, хрупкое разрушение и прочность**

##### 6.1. Быстрый рост трещин и прочность

- 6.1.1. Введение
- 6.1.2. Энергетический критерий быстрого роста трещин
- 6.1.3. Данные для  $G_c$  и  $K_{Ic}$

##### 6.2. Микромеханизмы быстрого разрушения

- 6.2.1. Введение
- 6.2.2. Механизмы развития трещины, пластичный раздир
- 6.2.3. Механизмы развития трещины, скол
- 6.2.4. Композиты и древесина
- 6.2.5. Уход от хрупких сплавов

##### 6.3. Примеры изучения быстрого распространения трещин

- 6.3.1. Введение
- 6.3.2. Разрыв резервуара с аммиаком
- 6.3.3. Взрыв окна из оргстекла при гидравлических испытаниях
- 6.3.4. Разрыв пенополиуретановой рубашки резервуара с жидким метаном
- 6.3.5. Разрушение деревянной ограды балкона

##### 6.4. Статистические аспекты разрушения хрупких материалов

- 6.4.1. Введение
- 6.4.2. Статистика прочности и Вейбулловское распределение
- 6.4.3. Разрыв пенополиуретановой рубашки резервуара с жидким

метаном

## **Глава 7. Усталостное разрушение**

### 7.1. Усталостное разрушение

#### 7.1.1. Введение

#### 7.1.2. Усталость неразрушенных изделий

#### 7.1.3. Усталость разрушенных изделий

#### 7.1.4. Механизмы усталости

### 7.2. Проектирование изделий с учетом усталости материала

#### 7.2.1. Введение

#### 7.2.2. Данные об усталости неразрушенных изделий

#### 7.2.3. Концентрации напряжений

#### 7.2.4. Коэффициент чувствительности к надрезу

#### 7.2.5. Данные об усталости сварных соединений

#### 7.2.6. Методы уточнения учета усталости

#### 7.2.7. Циклы усталости

#### 7.2.8. Проверка сосудов давления на наличие усталостных трещин

### 7.3. Примеры исследования усталостного разрушения

#### 7.3.1. Введение

#### 7.3.2. Высокоцикловая усталость неразрушенных изделий - Разрушение труб органа

#### 7.3.3. Низкоцикловая усталость неразрушенного изделия - разрушение ушка подъемника

#### 7.3.4. Усталость разрушенного изделия - безопасность работы двигателя Stretham

## **Глава 8. Деформация и разрушение при ползучести**

### 8.1. Ползучесть и разрушение при ползучести

#### 8.1.1. Введение

#### 8.1.2. Испытания ползучести и кривые ползучести

#### 8.1.3. Релаксация ползучести

#### 8.1.4. Повреждения и разрушение при ползучести

#### 8.1.5. Материалы, устойчивые к ползучести

#### Примеры

### 8.2. Кинетическая теория диффузии

#### 8.2.1. Введение

#### 8.2.2. Диффузия и закон Фика

#### 8.2.3. Значения коэффициентов диффузии

#### 8.2.4. Механизмы диффузии

#### Примеры

### 8.3. Механизмы ползучести и материалы, устойчивые к ползучести

8.3.1. Введение

8.3.2. Механизмы ползучести: металлы и керамические материалы

8.3.3. Механизмы ползучести: полимеры

8.3.4. Выбор материалов, устойчивых к ползучести

Примеры

8.4. Лопать турбины - пример разработки детали, устойчивой к ползучести

8.4.1. Введение

8.4.2. Требования к свойствам лопасти турбины

8.4.3. Суперсплавы на основе никеля

8.4.4. Инженерные разработки - охлаждение лопастей

8.4.5. Перспективные разработки: металлы и композиты с металлической матрицей

8.4.6. Перспективные разработки: высокотемпературные керамические материалы

8.4.7. Рентабельность

Примеры

## **Глава 9.**

### **Окисление и коррозия**

9.1. Окисление материалов

9.1.1. Введение

9.1.2. Энергия окисления

9.1.3. Скорость окисления

9.1.4. Данные

9.1.5. Микромеханизмы

Примеры

9.2. Примеры коррозии в сухих условиях

9.2.1. Введение

9.2.2. Пример 1: получение нержавеющей сталей

9.2.3. Пример 2: защита турбинных лопастей

9.2.4. Операции по соединению материалов: заключительные замечания

Примеры

9.3. Влажная коррозия материалов

9.3.1. Введение

9.3.2. Влажная коррозия

9.3.3. Разность электрических потенциалов как движущая сила влажного окисления

9.3.4. Скорость влажного окисления

9.3.5. Локальное воздействие коррозии

Примеры

9.4. Примеры проектирования с учетом влажной коррозии

9.4.1. Введение

9.4.2. Пример 1: защита подземных труб

9. 4.3. Пример 2: материалы для облегченной крыши фабричного здания

9. 4.4. Пример 3: выхлопные системы автомобилей

Примеры

## **Глава 10**

### **Трение, истирание и износ**

10.1. Трение и износ

10.1.1. Введение

10.1.2. Трение между материалами

10.1.3. Значения коэффициентов трения

10.1.4. Смазка

10.1.5. Износ материалов

10.1.6. Поверхностные и объемные свойства

Примеры

10.2. Примеры трения и износа

10.2.1. Введение

10.2.2. Пример 1: конструирование цапфенных подшипников

10.2.3. Пример 2: материалы для полозьев лыж и саней

10.2.4. Пример 3: резина с высоким коэффициентом трения

Примеры

## **Глава 11**

### **Конструирование с использованием металлов, керамических материалов, полимеров и композитов**

11.1. Конструирование с использованием различных материалов

11.1.1. Введение

11.1.2. Методология конструирования

11.2. Заключительный пример проектирования: материалы и энергия в процессе конструирования автомобилей

11.2.1. Введение

11.2.2. Энергия и автомобили

11.2.3. Пути достижения экономии энергии

11.2.4. Материалы, из которых изготовлен автомобиль

11.2.5. Альтернативные материалы

11.2.6. Методы производства

11.2.7. Выводы

Сводка основных формул

Литература

## **II Микроструктуры, технологические процессы и конструкции**

### **Глава 12.**

#### **Металлы**

- 12.1. Металлы
- 12.2. Конструкции из металлов
- 12.3. Равновесие и фазовые диаграммы
- 12.4. Примеры фазовых диаграмм
- 12.5. Движущие силы структурных переходов
- 12.6. Кинетика структурных переходов. 1 - диффузия
- 12.7. Кинетика структурных переходов. 1 – зародышеобразование

### **Глава 13.**

#### **Керамики и стекла**

- 13.1. Керамики и стекла
- 13.2. Структура керамики
- 13.3. Механические свойства керамик
- 13.4. Статистические аспекты хрупкого разрушения
- 13.5. Производство и формование керамик
- 13.6. Цементы и бетон

### **Глава 14.**

#### **Полимеры и композиты**

- 14.1. Полимеры
- 14.2. Структура полимеров
- 14.3. Механические характеристики полимеров
- 14.4. Производство и формование изделий из полимеров
- 14.5. Композиты. Волокнистые, наполненные и пены.
- 14.6. Дерево

### **Глава 15.**

#### **Проектирование деталей из металлов, керамик, полимеров и композитов**

- 15.1. Особенности проектирования изделий из металлов, керамик, полимеров и композитов
- 15.2. Примеры проектирования
- 15.3. Примеры разрушения и катастроф, обусловленных ошибками проектирования
- Приложение 1. Фазовые диаграммы
- Приложение 2. Символы и формулы
- Литература