

оглавление

Глава 1.

Структура материалов

1.1. Атомная структура и химические связи

1.2. Металлы

1.2.1. Металлическая связь

1.2.2. Структура кристаллов

1.2.3. Поликристаллические металлы

1.3. Керамика

1.3.1. Ковалентная связь

1.3.2. Ионная связь

1.3.3. Дипольная связь

1.3.4. Ван-дер-ваальсовская связь

1.3.5. Водородная связь

1.3.6. Кристаллическая структура керамики.

1.3.7. Аморфная керамика

1.4. Полимеры

1.4.1. Химическая структура полимеров

1.4.2. Структура полимеров

Глава 2.

Упругость

2.1. Механизмы деформирования

2.2. Напряжение и деформация

2.2.1. Напряжение

2.2.2. Деформация

2.3. Межатомные взаимодействия

2.4. Закон Гука

2.4.1. Энергия упругой деформации

2.4.2. Упругая деформация при многоосных нагрузках

2.4.3. Изотропные материалы

2.4.4. Кубическая решетка

2.4.5. Орторомбические кристаллы и их упругость

2.4.6. Упругость при поперечном нагружении

2.4.7. Другие кристаллические решетки

2.4.8. Примеры

2.5. Изотропия и анизотропия макроскопических деталей

2.6. Влияние температуры на модуль упругости

Глава 3.

Пластичность и разрушение

3.1. Инженерная и истинная деформация

3.2. Диаграммы нагружения

3.2.1. Типы диаграмм нагружения

3.2.2. Анализ диаграммы нагружения

3.2.3. Аппроксимация диаграмм деформирования

3.3. Теория пластичности

3.3.1. Критерии текучести

- 3.3.2. Критерий текучести металлов
- 3.3.3. Критерий текучести полимеров
- 3.3.4. Правила течения
- 3.3.5. Упрочнение
- 3.3.6. Примеры использования критерия текучести, правил текучести и закона упрочнения
- 3.4. Твердость
 - 3.4.1. Определение твердости
 - 3.4.2. Метод индентации
 - 3.4.3. Методы отражающего упругого удара
- 3.5. Разрушение материалов
 - 3.5.1. Сдвиговое разрушение
 - 3.5.2. Скол
 - 3.5.3. Критерии разрушения

Глава 4.

Концентраторы напряжения

- 4.1. Коэффициент концентрации напряжений
- 4.2. Правило Нейбера
- 4.3. Растяжение образцов с надрезом

Глава 5.

Механика разрушения

- 5.1. Введение в механику разрушения
 - 5.1.1. Определения
- 5.2. Линейная механика разрушения
 - 5.2.1. Распределение напряжения вблизи кончика трещины
 - 5.2.2. Энергетический баланс
 - 5.2.3. Поведение деталей с трещинами под статической нагрузкой
 - 5.2.4. Прочность различных материалов
 - 5.2.5. Распространение трещины
 - 5.2.6. Докритическое распространение трещины
 - 5.2.7. Измерение прочности
- 5.3. Упругопластическое разрушение
 - 5.3.1. Критическое раскрытие трещины
 - 5.3.2. J -интеграл
 - 5.3.3. Поведение материала при распространении трещины
 - 5.3.4. Измерение параметров упругопластического разрушения

Глава 6.

Механические свойства металлов

- 6.1. Теоретическая прочность
- 6.2. Дислокации
 - 6.2.1. Типы дислокаций
 - 6.2.2. Область перенапряжения
 - 6.2.3. Распределение напряжений вблизи дислокации
 - 6.2.4. Системы скольжения
 - 6.2.5. Критическое напряжение сдвига
 - 6.2.6. Коэффициент Тейлора

- 6.2.7. Взаимодействие дислокаций
- 6.2.8. Рождение и аннигиляция дислокаций
- 6.2.9. Силы, действующие на дислокации
- 6.3. Преодоление препятствий
 - 6.3.1. Атермические процессы
 - 6.3.2. Термоактивированные процессы
 - 6.3.3. Хрупко-пластичный переход
 - 6.3.4. Переползание дислокаций
 - 6.3.5. Пересечение дислокаций
- 6.4. Механизмы упрочнения
 - 6.4.1. Механическое упрочение
 - 6.4.2. Упрочнение на границе зерен
 - 6.4.3. Упрочнение твердого раствора
 - 6.4.4. Упрочнение твердыми частицами
 - 6.4.5. Упрочнение сталей
- 6.5. Механическое двойникование

Глава 7.

Механические свойства керамических материалов

- 7.1. Производство керамики
- 7.2. Механизмы распространения трещин
 - 7.2.1. Отклонение трещины
 - 7.2.2. Трещина, берега которой соединены волокнами
 - 7.2.3. Формирование и ветвление трещин
 - 7.2.4. Фазовые переходы
 - 7.2.5. Устойчивый рост трещины
 - 7.2.6. Докритический рост трещины в керамике
- 7.3. Статистическая механика разрушения
 - 7.3.1. Распределение Вейбулла
 - 7.3.2. Распределение Вейбулла для докритического роста трещины
 - 7.3.3. Измерение параметров распределения Вейбулла
- 7.4. Пробные испытания
- 7.5. Упрочнение керамики
 - 7.5.1. Уменьшение размера дефектов
 - 7.5.2. Отклонение трещины
 - 7.5.3. Микротрещины
 - 7.5.4. Фазовые переходы
 - 7.5.5. Добавление пластичных частиц

Глава 8.

Механические свойства полимеров

- 8.1. Физические свойства полимеров
 - 8.1.1. Процессы релаксации
 - 8.1.2. Температура стеклования
 - 8.1.3. Температура плавления
- 8.2. Вязкоупругая деформация
 - 8.2.1. Феноменологическое описание
 - 8.2.2. Вязкоупругость и термоактивация
- 8.3. Упругие свойства полимеров

- 8.3.1. Упругие свойства термопластичных смол
- 8.3.2. Упругие свойства эластомеров
- 8.4. Пластичность полимеров
 - 8.4.1. Аморфные термопластичные полимеры
 - 8.4.2. Полукристаллические термопластичные полимеры
- 8.5. Методы увеличения термостойкости
 - 8.5.1. Методы увеличения температуры стеклования и температуры плавления
 - 8.5.2. Методы увеличения степени кристалличности
- 8.6. Методы увеличения прочности и жесткости
- 8.7. Методы увеличения степени пластичности
- 8.8. Влияние окружающей среды

Глава 9.

Механические свойства волокнистых композиционных материалов

- 9.1. Методы упрочнения
 - 9.1.1. Классификация по форме частиц
 - 9.1.2. Классификация по типу матрицы
- 9.2. Упругость волокнистых композитов
 - 9.2.1. Нагружение вдоль волокон
 - 9.2.2. Нагружение перпендикулярно волокнам
 - 9.2.3. Анизотропия
- 9.3. Пластичность и разрушение композитов
 - 9.3.1. Растяжение композитов на основе непрерывных волокон
 - 9.3.2. Передача нагрузки волокнам
 - 9.3.3. Распространение трещины в волокнистых композитах
 - 9.3.4. Статистические аспекты разрушения
 - 9.3.5. Разрушение при сжатии
 - 9.3.6. Разрушение, определяемое разрушением матрицы
- 9.4. Примеры композитов
 - 9.4.1. Композиты с полимерной матрицей
 - 9.4.2. Композиты с металлической матрицей
 - 9.4.3. Композиты с керамической матрицей
 - 9.4.4. Биокompозиты

Глава 10.

Усталость

- 10.1. Типы нагрузок
- 10.2. Усталостное разрушение металлов
 - 10.2.1. Инициирование трещины
 - 10.2.2. Распространение трещины
 - 10.2.3. Окончательное разрушение
- 10.3. Усталость керамики
- 10.4. Усталость полимеров
 - 10.4.1. Тепловая усталость
 - 10.4.2. Механическая усталость
- 10.5. Усталость волокнистых композитов
- 10.6. Феноменологическое описание усталостного разрушения

- 10.6.1. Усталостный рост трещины
- 10.6.2. S-N диаграммы
- 10.6.3. Роль среднего напряжения
- 10.6.4. Усталость при переменной амплитуде нагружения
- 10.6.5. Циклическая деформация
- 10.6.6. Диаграмма Китагавы
- 10.7. Усталость надрезанных образцов

Глава 11.

Ползучесть

- 11.1. Явления, связанные с ползучестью
- 11.2. Механизмы ползучести
 - 11.2.1. Стадии ползучести
 - 11.2.2. Дислокационная ползучесть
 - 11.2.3. Диффузионная ползучесть
 - 11.2.4. Скольжение по границе зерен
 - 11.2.5. Диаграммы механизмов деформирования
- 11.3. Разрыв вследствие ползучести
- 11.4. Повышение стойкости к ползучести

Глава 12.

Упражнения

Глава 13

Решения

Приложение А.

Использование тензоров

- 1. Введение
- 2. Ранг тензора
- 3. Тензорные обозначения
- 4. Операции с тензорами и соглашение о суммировании
- 5. Преобразования координат
- 6. Тензорные операции
- 7. Инварианты
- 8. Производство тензорных полей

Приложение В.

Индексы Миллера и Миллера-Бравэ

- 1. Индексы Миллера
- 2. Индексы Миллера-Бравэ

Приложение Г.

j- Интеграл

- 1. разрывность функции, сингулярности и теорема Гаусса
- 2. Энергия
- 3. J-интеграл
- 4. J-интеграл у кончика трещины
- 5. Пластичность в кончике трещины

6. Энергетическая интерпретация J-интеграла

Литература

Список условных обозначений