Напряженно-деформированное состояние упругого элемента с эффектом памяти формы

> Работу выполнил: Студент IV-33 Шахов А.С. под руководством доц. Зарубина З.В.

Иваново 2016

Цели и задачи работы



Эффект памяти формы (ЭФП)





Рисунок 1. Гистерезис фазового состава сплава никелина титана.

Рисунок 2. Кристаллическая решетка нитинола при охлаждениинагревании.

Мн, Мк- температура начала и конца мартенситного превращения.

Ан, Ак- начало и конец аустенитного превращения.

То – температура термодинамического равновесия.

Ад – температура, выше которой аустенит может появиться не только под действием температуры, но и под действием механических напряжений. Мд – температура, ниже которой мартенсит может возникнуть не только вследствие понижения температуры, но и под действием механического напряжения.

Исследуемый образец



- Исследуется пружина с параметрами:
- Материал: Нитинол.
- Диаметр: 6.5 мм
 Общая длина пружины: 40мм
 Толщина проволоки из которой изготовлена пружина : 0,7 мм.
 Количество витков в пружине: 20
- Модуль упругости (Е) в мартенситном состоянии 40 ГПа, в аустенитном 70 ГПа.
- Предел прочности оtm=60МПа -предел текучести в мартенситной фазе. оta=800МПа -предел текучести в аустенитной фазе.

Оборудование



Рисунок 3. Схема испытательного стенда.

- 1- Нитиноловая пружина
- 2-Упругая стальная балка
- 3-Микрометр

Применяемое оборудование.

- 1) Пружина с ЭПФ.
- 2) Упругая балка
- 3) Микрометр
- 4) Термопара
- 5) Источник питания постоянного тока Б5-43

Ход эксперимента



Рисунок 4. Испытательный стенд.

Параметры тока.
Сила тока постоянна и равна 2 А.
Напряжение менается от 0 до 4 В с шагом 0.2 В
При каждом шаге снимаются показатели прогиба балки и температура пружины.

Результаты эксперимента



Рисунок 5. График зависимости прогиба балки от напряжения

Рисунок 6. График зависимости прогиба балки от температуры.

Результаты эксперимента



- Температуры мартенситных переходов составляют:
- MH = 30 C, MK = 65 C.

Напряжение (В)

Рисунок 7. Зависимость температуры пружины от напряжения тока.

Построение компьютерной модели



Рисунок 8. Трехмерная модель испытательного стенда в SolidWorks.



Рисунок 9. Импортированная в ANSYS модель.

Задание параметров материала



Рисунок 10. График зависимости модуля Юнга от температуры для нитинола. Рисунок 11. График зависимости предела текучести от температуры для нитинола.

ТЕМР-температура EX — модуль упругости SIG- Предел текучести

Создание конечно-элементной сетки



Рисунок 13. Конечно-элементная сетка. 11

Граничные условия



Перемещения



Рисунок 16. Перемещение при 65С.

Рисунок 17. Перемещение при 25С.

Отображение деформации для наглядности увеличено в 5 раз!

Напряжение





Рисунок 18. Напряжения при 65С.

Рисунок 19. Напряжения при 25С.

Графики результатов





Рисунок 20.График перемещения узла в середине балки

Рисунок 21. График реакции в заделке

Пластика



Рисунок 22. График пластической деформации рабочей расти пружины.

Сравнение результатов





- В данной работе был исследован процесс регулирования температуры нитиноловой пружины электрическим током.
- Получены зависимости температуры и прогиба от электрического напряжения.
- Смоделирован процесс изменения свойств слава в зависимости от температуры.