

Список вопросов к экзамену по курсу  
«Механика деформируемого твердого тела»

**Теоретические вопросы:**

1. Потенциал удельной энергии упругих деформации.
2. Закон Гука для анизотропного и ортотропных материалов.
3. Закон Гука для трансверсально изотропного и изотропного материалов.
4. Закон Гука для волокнистых композитов и многослойных волокнистых композитов при плоском напряжённом состоянии.
5. Порядок решения задачи определения напряжений и деформаций в монослоях многослойной конструкции.
6. Критерий прочности максимальных напряжений (деформаций).
7. Критерий прочности Хашина-Ротема.
8. Критерий прочности Цая-Ву.
9. Критерий прочности Мизеса-Хилла.
10. Критерий прочности Хубера-Мизеса.
11. Механизмы разрушения однонаправленных композитов.

12. Микромеханический подход к изучению свойств материалов.
13. Макромеханический подход к изучению свойств материалов.
14. Критерий начала разрушения. Общий вид записи критерия прочности по теории разрушения. Поверхность предельного состояния.
15. Технические параметры упругости материала и компоненты матриц жёсткости и упругой податливости.

**Задачи:**

1. Определить матрицу жёсткости многослойного материала по известным свойствам материала монослоёв и схеме армирования.

Напряжённое состояние плоское, монослои выполнены из одинакового материала с техническими параметрами упругости  $E_1 = 7,5$  МПа,  $E_2 = 7,5$  МПа,  $\nu_{12} = 0,5$ ,  $G_{12} = 5$  МПа, схема армирования  $[0^\circ / 90^\circ]$ .

2. Определить матрицу упругой податливости по известной матрице жёсткости.

Напряжённое состояние материала плоское. Матрица жёсткости имеет

$$\text{вид } [C] = \begin{bmatrix} 10 & 4 & 0 \\ 4 & 12,5 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix}.$$

3. Выразить напряжения во втором монослое пакета через напряжения первого монослоя и известные схему армирования и упругие характеристики монослоёв.

Схема армирования  $[0^\circ / 90^\circ]$ , материал монослоёв одинаковый с техническими параметрами упругости  $E_1 = 9 \text{ МПа}$ ,  $E_2 = 9 \text{ МПа}$ ,  $\nu_{12} = 0,5$ ,  $G_{12} = 3 \text{ МПа}$ . Вектора напряжений монослоёв определены в системах координат монослоёв.

4. Построить поверхность предельного состояния материала по критерию Хубера-Мизеса при известных результатах испытаний.

Материал начинает разрушаться при  $\sigma_{33} = \tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{11} = 9 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{22} = 9 \text{ МПа}$ . Изобразить геометрическое место точек предельного состояния материала при  $\sigma_{33} = \tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0 \text{ МПа}$ .

5. Построить поверхность предельного состояния материала по критерию Мизеса-Хилла при известных результатах испытаний.

Материал начинает разрушаться при

А)  $\sigma_{33} = \tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{11} = \sigma_{22} = 10 \text{ МПа}$ ;

Б)  $\sigma_{11} = \tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{33} = \sigma_{22} = 10 \text{ МПа}$ ;

В)  $\sigma_{22} = \tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{11} = \sigma_{33} = 10 \text{ МПа}$ .

Изобразить геометрическое место точек предельного состояния материала при  $\sigma_{33} = \tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0 \text{ МПа}$ .

6. Построить поверхность предельного состояния материала по критерию максимальных напряжений при известных результатах испытаний.

Материал начинает разрушаться при

А)  $\tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = 30$  МПа,  $\sigma_{22} = 10$  МПа,  $\sigma_{33} = 10$  МПа;

Б)  $\tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = 5$  МПа,  $\sigma_{22} = 20$  МПа,  $\sigma_{33} = 10$  МПа;

В)  $\tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = 10$  МПа,  $\sigma_{22} = 15$  МПа,  $\sigma_{33} = 10$  МПа;

Г)  $\tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = -60$  МПа,  $\sigma_{22} = 10$  МПа,  $\sigma_{33} = -5$  МПа;

Д)  $\tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = -30$  МПа,  $\sigma_{22} = -20$  МПа,  $\sigma_{33} = -5$  МПа;

Е)  $\tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = -40$  МПа,  $\sigma_{22} = -15$  МПа,  $\sigma_{33} = -5$  МПа.

Изобразить геометрическое место точек предельного состояния материала при  $\tau_{12} = \tau_{13} = \tau_{23} = 0$  МПа.

7. Построить поверхность предельного состояния материала по критерию Цая-Ву при известных результатах испытаний.

Материал в условиях плоского напряжённого состояния начинает разрушаться при

А)  $\tau_{12} = 5$  МПа,  $\sigma_{11} = 10$  МПа,  $\sigma_{22} = 0$  МПа;

Б)  $\tau_{12} = 5$  МПа,  $\sigma_{11} = -5$  МПа,  $\sigma_{22} = 0$  МПа;

В)  $\tau_{12} = 5$  МПа,  $\sigma_{11} = 0$  МПа,  $\sigma_{22} = 5$  МПа;

Г)  $\tau_{12} = 5$  МПа,  $\sigma_{11} = 0$  МПа,  $\sigma_{22} = -5$  МПа;

Д)  $\tau_{12} = -5\sqrt{2}$  МПа,  $\sigma_{11} = 0$  МПа,  $\sigma_{22} = 0$  МПа;

Е) Любой точке на поверхности предельного состояния с координатами  $(\sigma_{11}, \sigma_{22}, \tau_{12})$  соответствует точка  $(\sigma_{11}, -\sigma_{22}, \tau_{12})$ .

Изобразить геометрическое место точек предельного состояния материала при  $\tau_{12} = 0$  МПа.

8. Построить поверхность предельного состояния материала по критерию Хашина-Ротема при известных результатах испытаний.

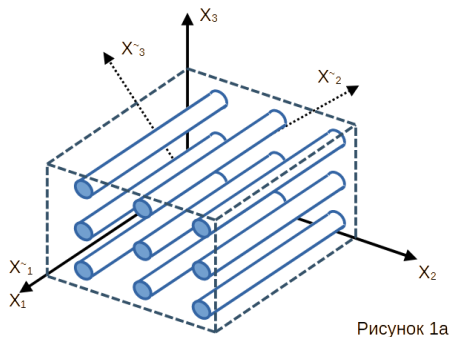
Материал в условиях плоского напряжённого состояния начинает разрушаться при

- А)  $\tau_{12} = 5$  МПа,  $\sigma_{11} = 5$  МПа,  $\sigma_{22} = 0$  МПа;
- Б)  $\tau_{12} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = -5$  МПа,  $\sigma_{22} = 10$  МПа;
- В)  $\tau_{12} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = 0$  МПа,  $\sigma_{22} = -5$  МПа;
- Г)  $\tau_{12} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = 20$  МПа,  $\sigma_{22} = 0$  МПа;
- Д)  $\tau_{12} = 0$  МПа,  $\sigma_{11} = -10$  МПа,  $\sigma_{22} = 0$  МПа;

Изобразить геометрическое место точек предельного состояния материала при  $\sigma_{22} = 0$  МПа.

9. Определить вид матрицы жёсткости материала по его изображению.

Системы координат  $X_1X_2X_3$  и  $X'_1X'_2X'_3$ .



10. Определить упругие характеристики материала по результатам испытаний трубчатого образца на растяжение и кручение.

В рабочей области образца со схемой армирования  $[\pm\phi]$  диаметр средний 60 мм, толщина 2 мм. При осевой растягивающей силе 100 кН и крутящем моменте 50 Нм тензометр в осевом направлении показывает линейные деформации 0,001, а тензометр в окружном направлении показывает 0,0001.

11. Определить упругие характеристики материала по результатам испытаний пластинчатого образца на сжатие и нагрев.

В рабочей области образца шириной 20 мм и толщиной 2 мм при сжатии силой 100 кН тензометр в осевом направлении показывает линейные деформации 0,001, а тензометр в поперечном направлении показывает деформации 0,0001. При нагреве на 100 К тензометр в осевом направлении показывает линейные деформации 0,001, а тензометр в поперечном направлении показывает деформации 0,0001.