

Механічні деформації.

Мета.

Освітня. Систематизувати знання про види деформацій.

Розвиваюча. Розвивати логічне мислення.

Виховна. Виховувати ціннісне ставлення до праці.

Тип уроку. Урок засвоєння нових знань.

Прилади та матеріали для роботи з учнями:

- Відео [Деформація](#)
- Відео [Види деформації](#)
- Відео [Потенціальна енергія деформованої пружини](#)

План

1. Актуалізація опорних знань.
2. Вивчення нового матеріалу.
3. Вчимося розв'язувати задачі.
4. Запитання на закріплення вивченого.
5. Домашнє завдання.

Хід уроку

1. Актуалізація опорних знань.

1. Дайте короткий опис будови кристалів.
2. Назвіть типи кристалічних ґраток та дайте коротку характеристику кожного типу.
3. Назвіть види кристалів та дайте коротку характеристику кожного з них.
4. Назвіть властивості кристалів?
5. Дайте коротку характеристику аморфним тілам. Вкажіть їх властивості.
6. Аморфні тверді тіла іноді називають рідинами з надвисокою в'язкістю. Чому?
7. У старому віконному склі нижня частина зазвичай товща, ніж верхня. Чим це пояснити?
8. Чому в таблиці температур плавлення різних речовин відсутня температура плавлення скла?
9. З монокристала вирізали деталь кубічної форми й нагріли. При цьому змінився не тільки обсяг деталі, а й її форма. Поясніть це явище.

2. Механічні деформації.

Механічні деформації - це зміна форми і розмірів тіла під дією зовнішніх сил. Унаслідок деформації виникають сили пружності, які їй протидіють. Сили пружності є рівнодійними сил міжмолекулярної взаємодії.

Види деформації:

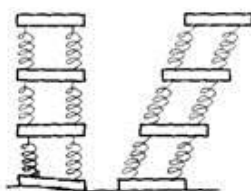
Пружна - деформація, яка зникає після припинення дії зовнішньої сили, що спричинила цю деформацію.

Пластична - деформація, яка повністю або частково зберігається після припинення дії зовнішньої сили.

Види деформації: розтягування (стиснення), вигин, кручення, зрушення.



Кручення



Зрушення



Вигин

Вид деформації	Ознаки
Розтягування	збільшується відстань між молекулярними шарами.
Стиснення	зменшується відстань між молекулярними шарами.
Кручення	поворот одних молекулярних шарів щодо інших.
Вигину	одні молекулярні шари розтягуються, а інші стискаються або розтягуються, але менше перших.
Зрушення	одні шари молекул зрушуються щодо інших.

Деформацію розтягу або стиску описують такі фізичні величини:

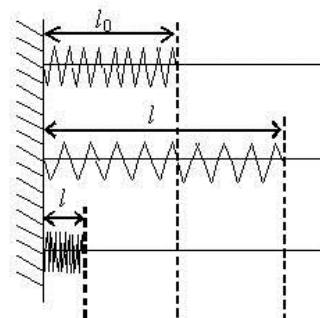
Абсолютне видовження: $\Delta l = |l - l_0|$

де Δl – абсолютне подовження (м);

l і l_0 – кінцева і початкова довжина тіла (м).

- Якщо тіло **розтягують**, то $l > l_0$ і $\Delta l = l - l_0$;

- якщо тіло **стискають**, то $l < l_0$ і $\Delta l = -(l - l_0) = l_0 - l$



Відносне видовження ε - відношення абсолютного

видовження до початкової довжини тіла: , яке є безрозмірною величиною.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

де ε – відносне подовження тіла (%);

Δl – абсолютне подовження тіла (м);

l_0 – початкова довжина тіла (м).

Механічна напруга σ - скалярна величина, що дорівнює відношенню сили пружності до площі поперечного перерізу тіла:

$$\sigma = \frac{F}{S}, [\sigma] = \frac{F}{S} = \frac{H}{m^2} = Pa$$

Одиницею вимірювання механічної напруги у СІ є 1 Па=1Н/1м².

Потенціальна енергія деформованого тіла:

$$W_{\Pi} = \frac{k\Delta l^2}{2}, \text{ де } k = \frac{ES}{l_0} - \text{ жорсткість тіла.}$$

Закон Гука при невеликих деформаціях **механічна напруга** у пропорційна відносному подовженні дорівнює:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|$$

Ця формула є одним з видів запису закону Гуку для одностороннього розтягування (стиснення). У цій формулі відносне подовження узятє по модулю, оскільки воно може бути і позитивним, і негативним.

Коефіцієнт пропорційності E в законі Гука називається **модулем пружності (модулем Юнга)**.

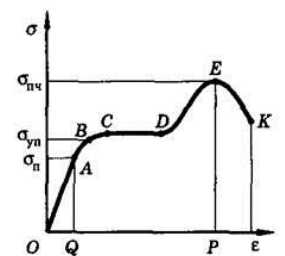
$$[E] = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{Pa}{1} = Pa$$

Модуль Юнга характеризує опірність матеріалу пружної деформації розтягування або стиснення.

Закон Гука можна записати формулою:

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0}$$

Діаграма розтягу - експериментально отриманий графік залежності механічної напруги від відносного видовження.



Запас міцності n - відношення межі міцності до прикладеної механічної напруги:

$$n = \frac{\sigma_{np}}{\sigma}$$

На практиці запас міцності коливається від 1,7 до 10.

3. Вчимося розв'язувати задачі.

Задача 1. До закріпленої одним кінцем дротини, діаметр якої 2 мм, підвісили вантаж масою 10 кг. Визначити механічну напругу в дротині.

Дано:

$$d = 2\text{мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Розв'язання:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

σ - ?

Сила пружності, що в стані рівноваги рівна силі тяжіння, що діє на вантаж:

$$F = mg$$

Площа поперечного перерізу дротини:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

Отже, $\sigma = 4 \cdot \frac{mg}{\pi d^2}$

$$\sigma = 4 \cdot \frac{10 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2} \approx 32 \cdot 10^6 \text{ Па} = 32 \text{ МПа}$$

Відповідь: $\sigma = 32 \text{ МПа}$

Задача 2. При розтягуванні алюмінієвої дротини завдовжки 2 м у ній виникла механічна напруга 35 МПа. Визначити відносне та абсолютне видовження.

Дано:

$$l_0 = 2 \text{ м}$$

$$\sigma = 35 \text{ МПа} = 35 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$E = 70 \cdot 10^9 \text{ Па}$$

Δl - ?

ε - ?

Розв'язання:

$$\sigma = E \cdot |\varepsilon|$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\Delta l = \varepsilon l_0$$

$$\varepsilon = \frac{35 \cdot 10^6 \text{ Па}}{70 \cdot 10^9 \text{ Па}} = 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,05\%$$

$$\Delta l = 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 10^{-3} \text{ м} = 1 \text{ мм}$$

Відповідь: $\varepsilon = 0,05\%$; $\Delta l = 1 \text{ мм}$

Задача 3. Які сили треба прикласти до кінців сталюї дротини, довжиною 4 м і з перерізом $0,5 \text{ мм}^2$, щоб видовжити її на 2 мм?

Дано:

$$l = 4 \text{ м}$$

$$S = 0,5 \text{ мм}^2 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\Delta l = 2 \text{ мм}$$

$$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$$

F - ?

Розв'язання:

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$F = \frac{SE \Delta l}{l}$$

$$F = \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot 2 \cdot 10^{11} \text{ Па} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{4 \text{ м}} = 50 \text{ Н}$$

Відповідь: $F = 50 \text{ Н}$

4. Запитання на закріплення вивченого.

1. Що таке механічна деформація. Назвіть види деформацій.
2. Які фізичні величини описують деформацію розтягу чи стиску?
3. Що таке абсолютне видовження? Як його розраховують?
4. Що таке відносне видовження? Як його розраховують?

5. Що таке механічна напруга? Як її розраховують?
6. Як розраховують потенціальну енергію деформованого тіла?
7. Сформулюйте закон Гука та опишіть діаграму розтягу.

5. Домашнє завдання.

Вивчити: параграф 50, конспект

Задача 1. У скільки разів відносне видовження риболовної жилки діаметром 0,2 мм більше, ніж жилки діаметром 0,4 мм, якщо до їх кінців прикласти однакову силу?

Задача 2. Визначити напругу, яка виникає в сталевому тросі, при його відносному видовженні 0,001.

Задача 3. До кінців сталевий дротини, що має довжину 3 м і переріз 1 мм^2 , приклали розтягуючі сили по 200 Н кожна. Визначити абсолютне і відносне видовження.

Задача 4. В кінці XIX в. партію брюк, відправлених з Європи до Америки, упаковали і склали в трюмі. Брюки злежалися так, що з'явилися «стрілки». Американці із захопленням сприйняли нову, як їм подумалося, європейську моду, яка потім розповсюдилася по всьому світу.



Що відбулося з тканиною в «стрілці»?