



*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

Розтяг і стиск

Рачкевич Руслан

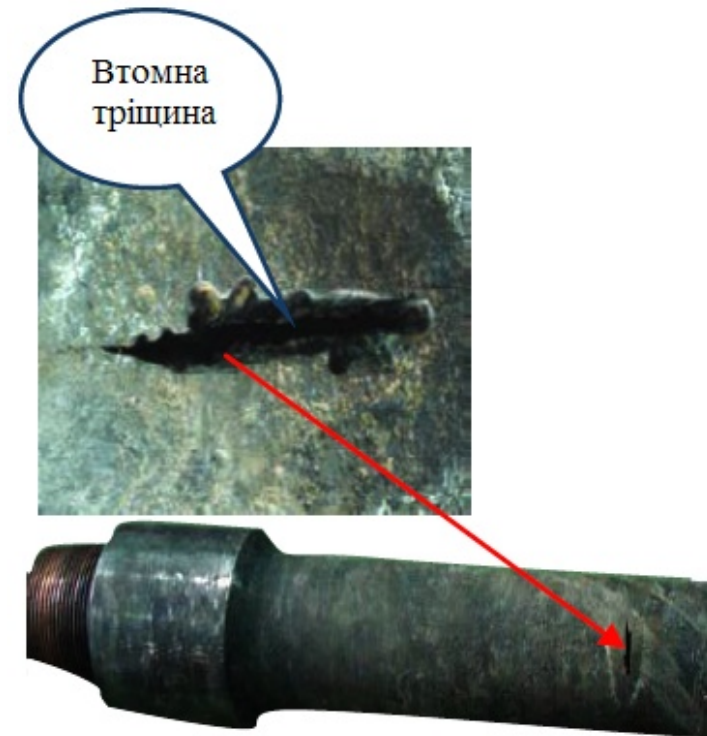
Тематичний план лекції

- ▶ Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів. Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів
- ▶ Визначення внутрішніх зусиль, напружень, деформацій та переміщень
- ▶ Коефіцієнт запасу міцності. Вибір допустимих напружень

- Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Опір матеріалів – це наука про інженерні методи розрахунку на **міцність**, **жорсткість** і **стійкість** елементів машин і споруд

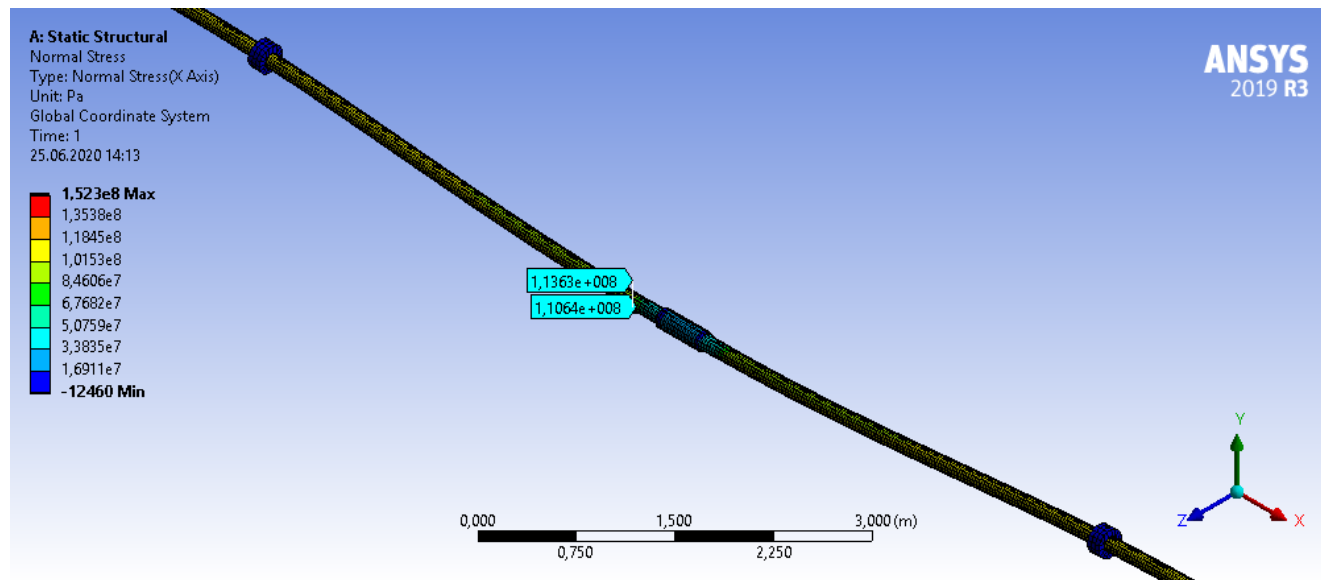
Міцність – це здатність конструкції, її частин і деталей витримувати певне навантаження без руйнування
Вивчення методів розрахунку елементів конструкцій на міцність – **перше завдання опору матеріалів**



► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Жорсткість – це здатність конструкції та її елементів протистояти зовнішнім навантаженням щодо деформації (зміни форми та розмірів)

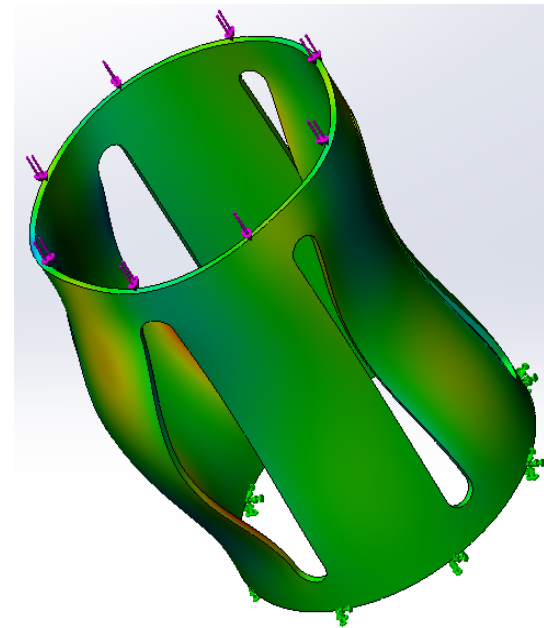
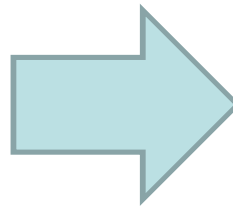
Вивчення методів розрахунку елементів конструкцій на жорсткість –
друге завдання опору матеріалів



- Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів. Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Стійкість – це здатність конструкції та її елементів зберігати певну початкову форму пружної рівноваги

Вивчення методів розрахунку елементів конструкцій на стійкість – **третє завдання опору матеріалів**



► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Припущення опору матеріалів

1) Матеріал тіла має суцільну (безперервну) будову



- Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів. Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Припущення опору матеріалів

- 2) Матеріал тіла однорідний, тобто має у всіх своїх точках практично однакові властивості



► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів. Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Припущення опору матеріалів

3) Матеріал тіла ізотропний, тобто має у всіх напрямках однакові властивості



► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

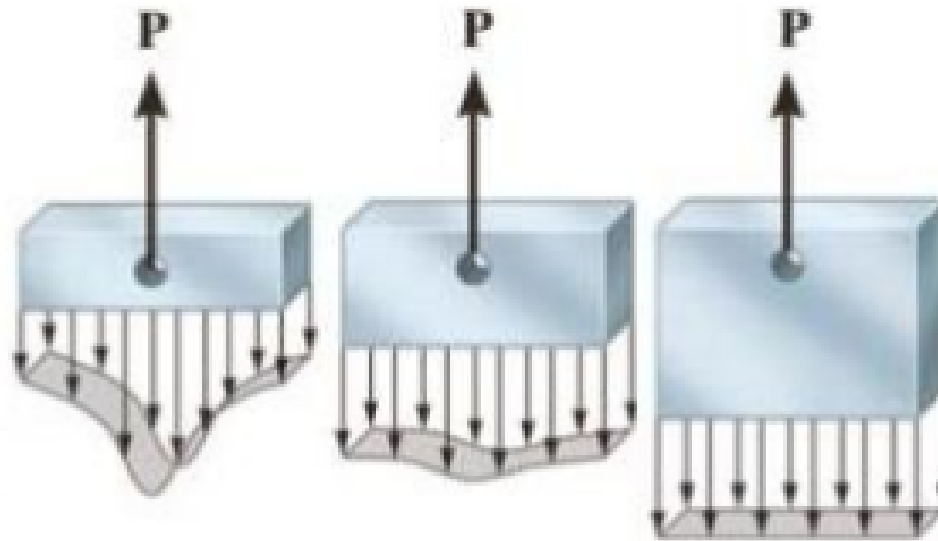
Припущення опору матеріалів

- 4) В тілі до прикладання навантаження немає внутрішніх зусиль
- 5) Результат дії на тіло системи сил дорівнює сумі результатів дії тих же сил, що прикладаються до тіла в будь-якому порядку (**принцип незалежності дії сил**)
 - а) переміщення точок прикладання сил малі, порівняно з розмірами тіла
 - б) переміщення, що є результатом деформації тіла, лінійно залежать від прикладених сил

► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

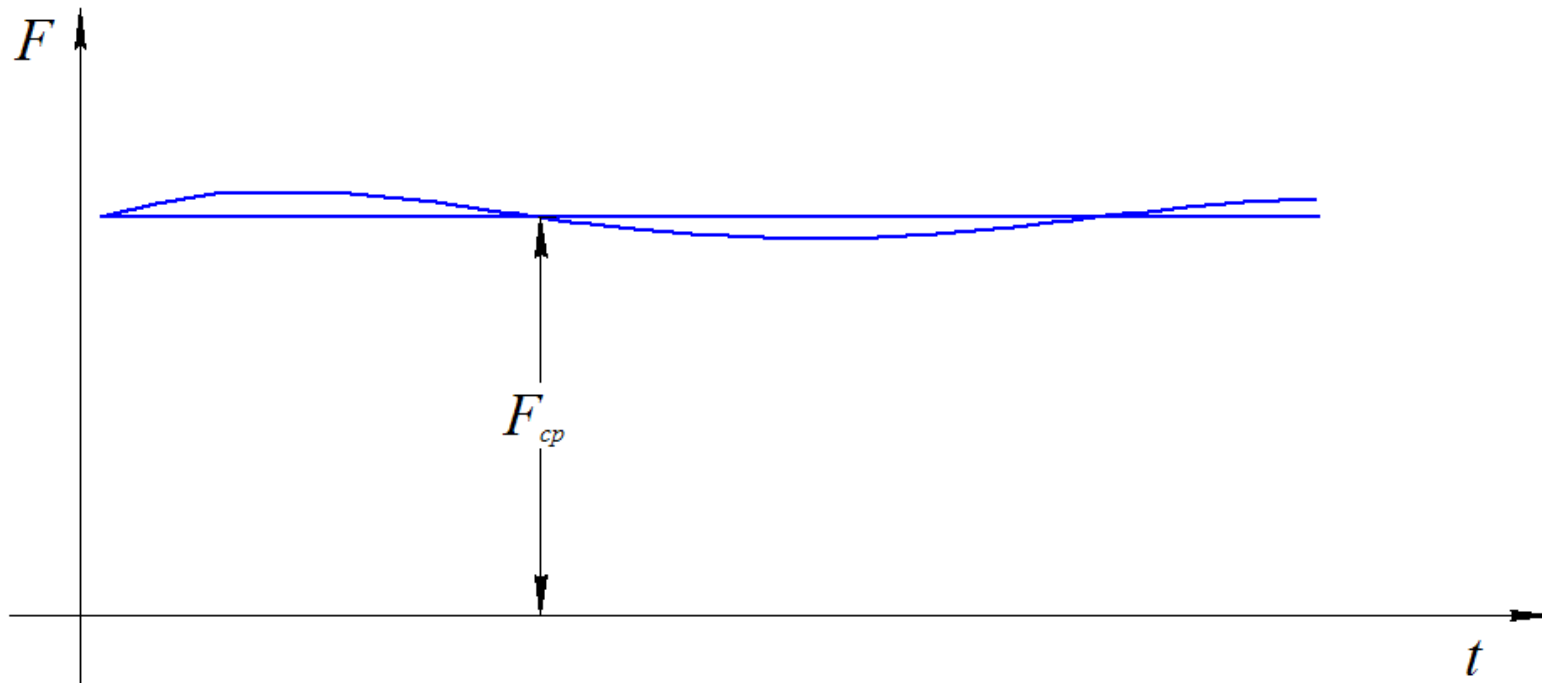
Припущення опору матеріалів

6) У точках тіла, достатньо віддалених від місць прикладання навантажень, внутрішні сили досить мало залежать від конкретного способу прикладання цих навантажень (Принцип Сен-Венана)



- Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Статичні навантаження – змінюють свою величину, точку або напрям прикладання з невеликою швидкістю, так, що прискореннями які при цьому виникають, можна знехтувати

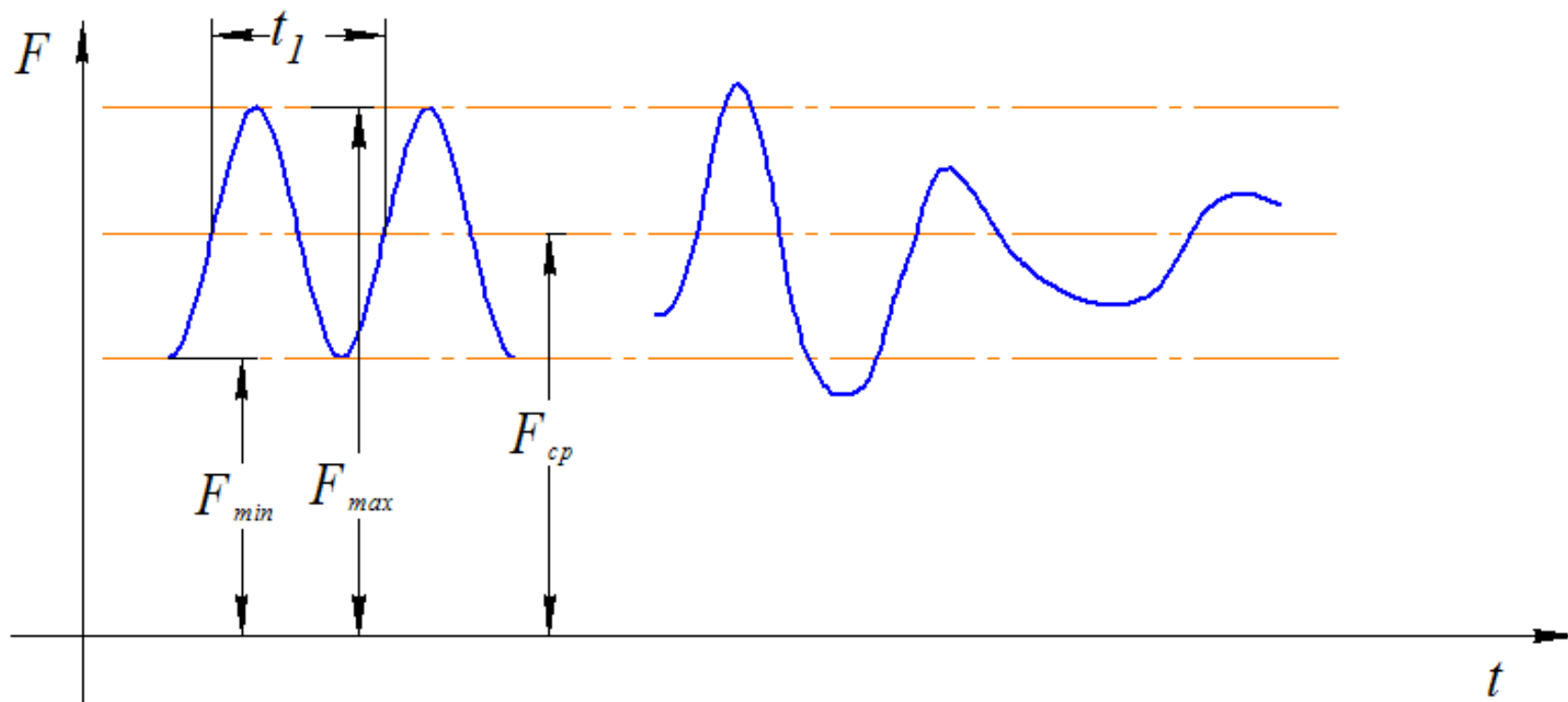


- Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Динамічне навантаження — змінюють свою величину, точку або напрям прикладання з великою швидкістю, так, що прискореннями які при цьому виникають, неможна знехтувати

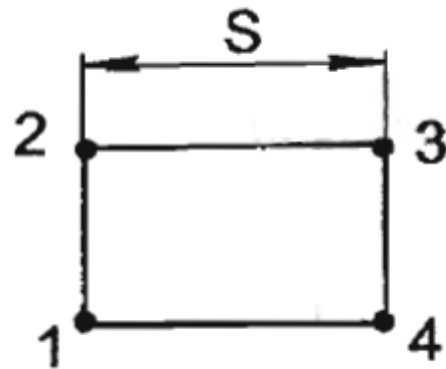
Повторно-періодичне

Складне



► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

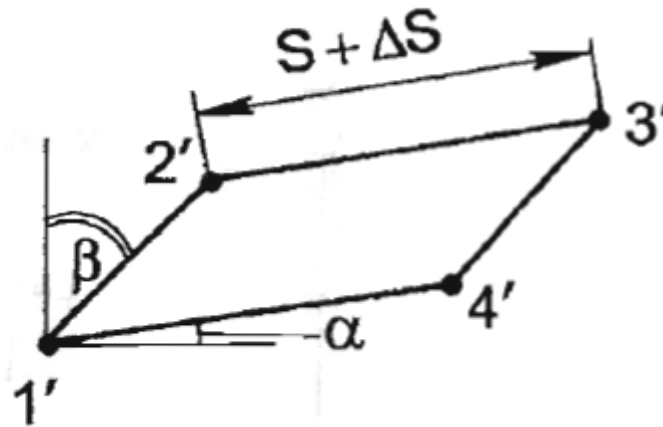
Деформація – зміна розмірів та/або форми тіла під дією прикладеного навантаження



Лінійна деформація – зміна лінійних розмірів тіла

$$\varepsilon_{cp} = \frac{\Delta S}{S} \quad \lim_{S \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{S} = \varepsilon$$

Пластична деформація – зберігається після розвантаження тіла



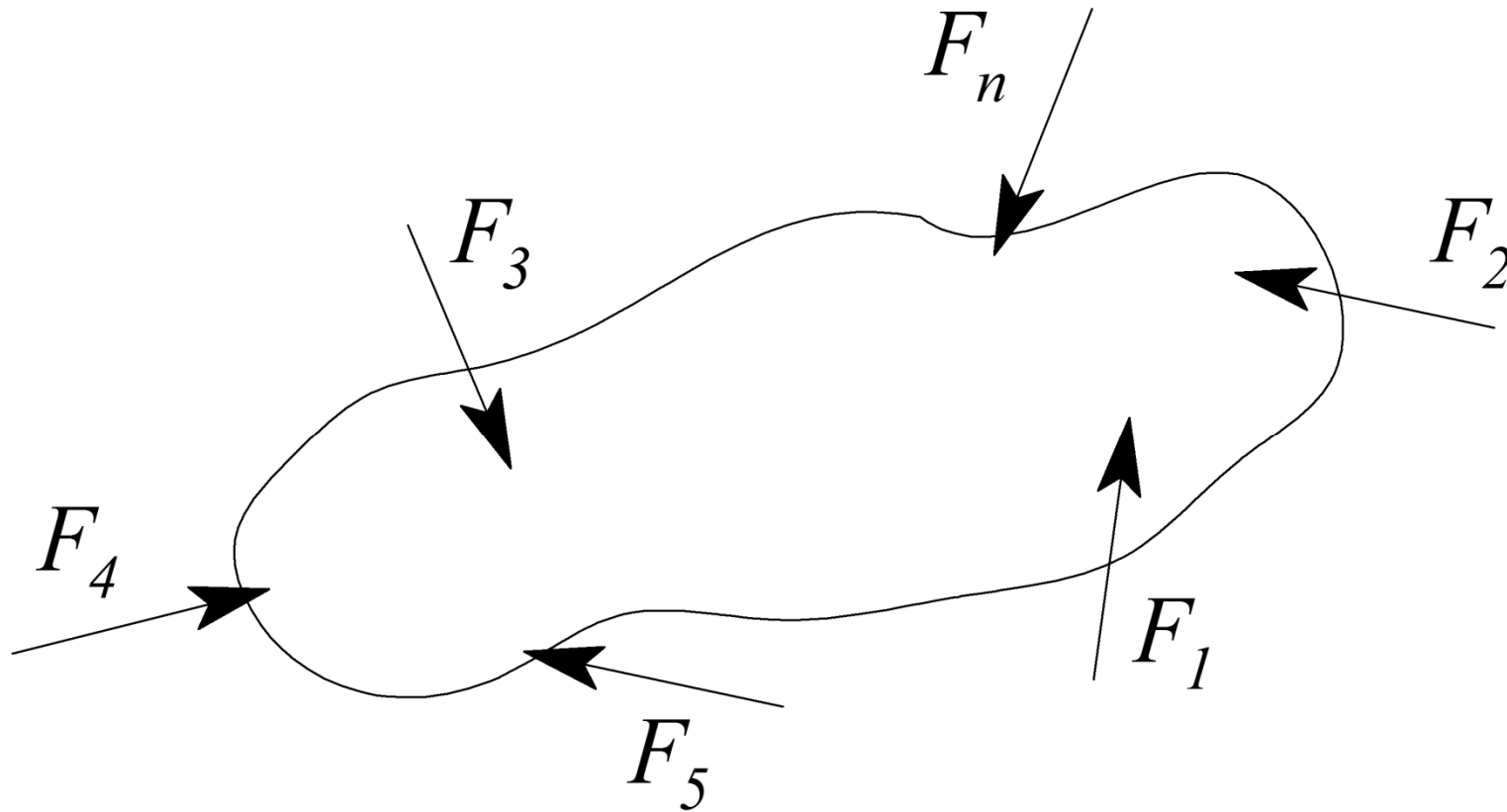
Кутова деформація - зміна кутових розмірів тіла

$$\gamma = \alpha + \beta$$

Пружна деформація – зникає після розвантаження тіла

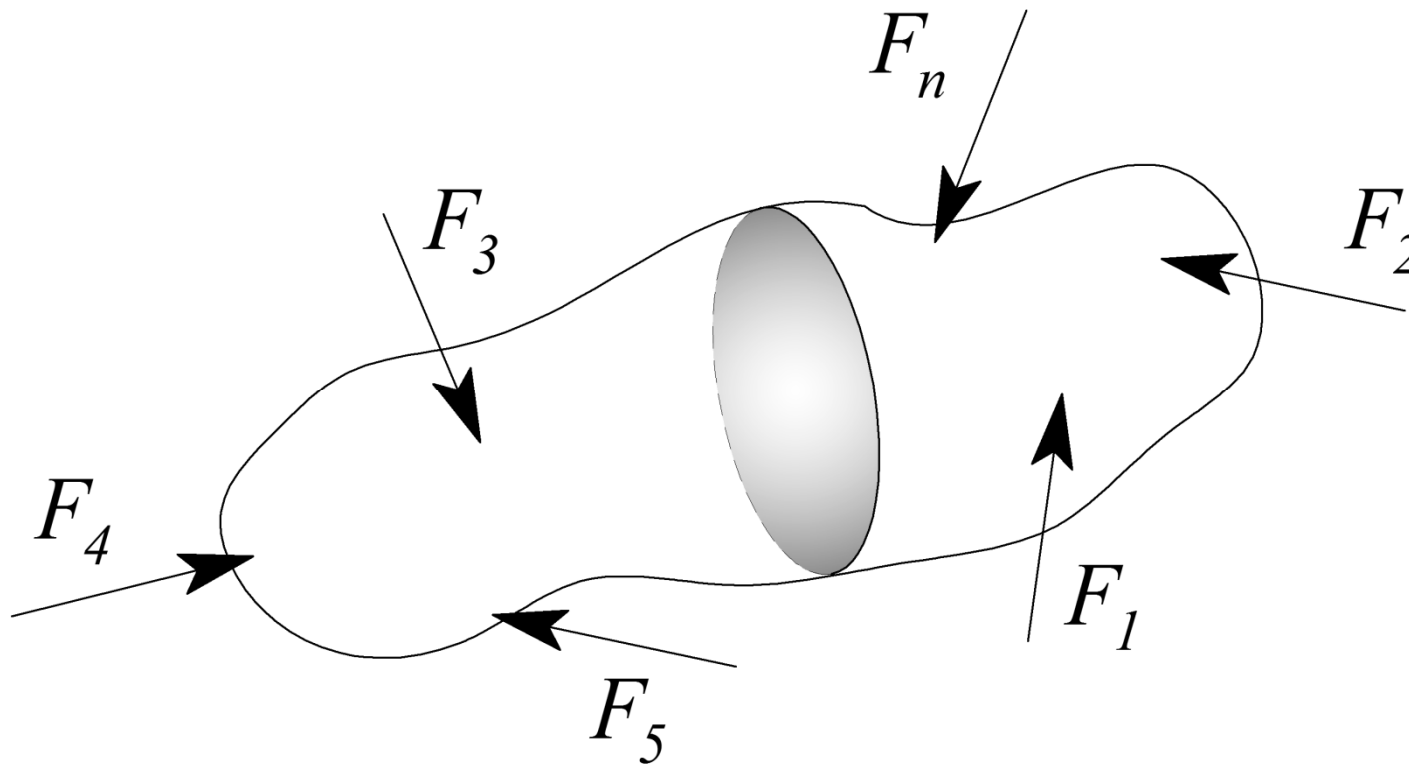
► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Внутрішні сили (сили пружності) – виникають у тілі під дією прикладеного навантаження, є силами безперервно розподіленими. Для їх визначення використовується **метод перерізів**



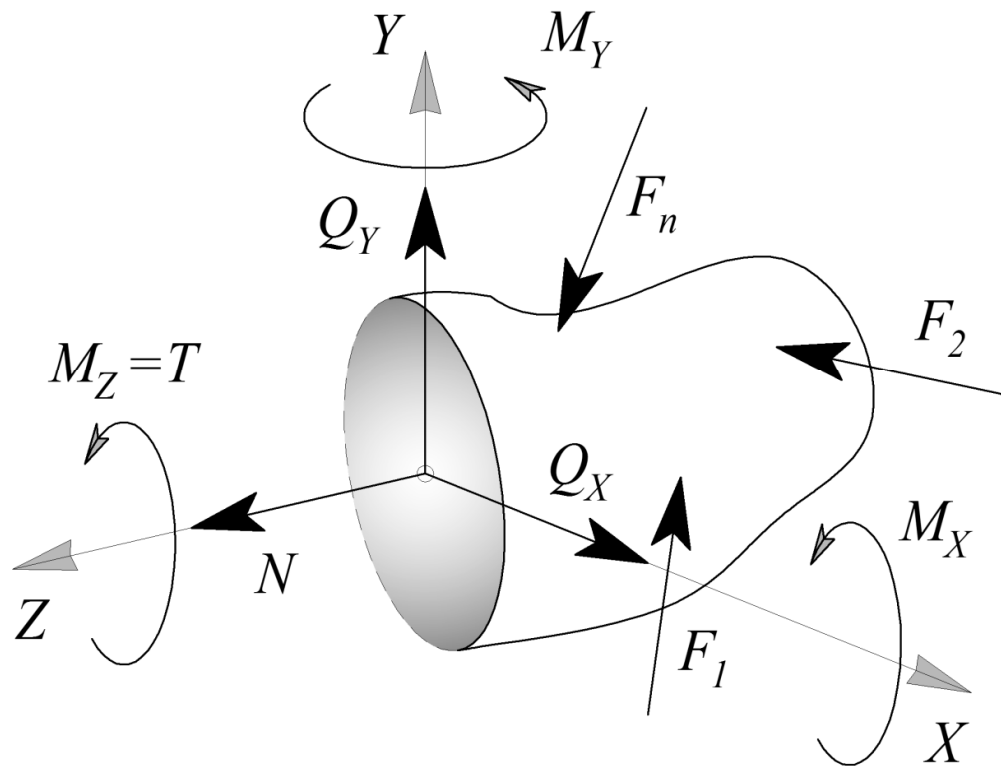
► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Внутрішні сили (сили пружності) – виникають у тілі під дією прикладеного навантаження, є силами безперервно розподіленими. Для їх визначення використовується **метод перерізів**



► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

Внутрішні сили (сили пружності) – виникають у тілі під дією прикладеного навантаження, є силами безперервно розподіленими. Для їх визначення використовується **метод перерізів**



N – нормальна сила
 Q_Y – поперечна сила
 Q_X – поперечна сила

T – крутний момент
 M_Y – згинальний момент
 M_X – згинальний момент

► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів

$$N \neq 0$$

$$Q_X = 0; Q_Y = 0; T = 0; M_X = 0; M_Y = 0$$



Розтяг – стиск

$$Q_X \neq 0; Q_Y \neq 0$$

$$N = 0; T = 0; M_X = 0; M_Y = 0$$



Зсув

$$T \neq 0$$

$$N = 0; Q_X = 0; Q_Y = 0; M_X = 0; M_Y = 0$$



Кручення

$$M_X \neq 0; M_Y \neq 0$$

$$N = 0; Q_X = 0; Q_Y = 0; T = 0$$



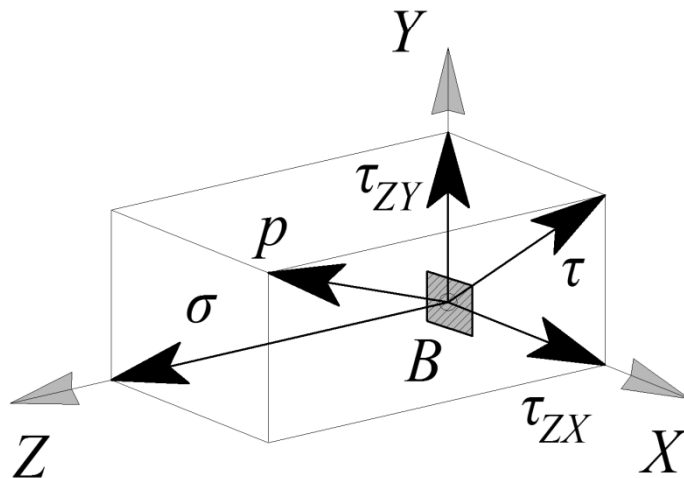
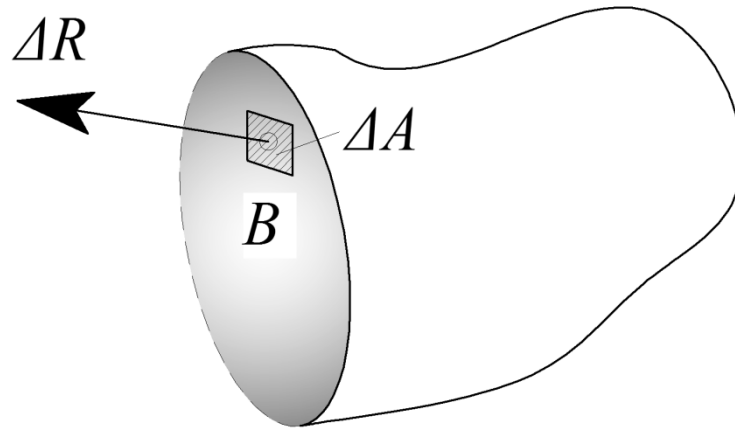
Згин

$$N \neq 0; Q_X \neq 0; Q_Y \neq 0; T \neq 0; M_X \neq 0; M_Y \neq 0$$



Складний

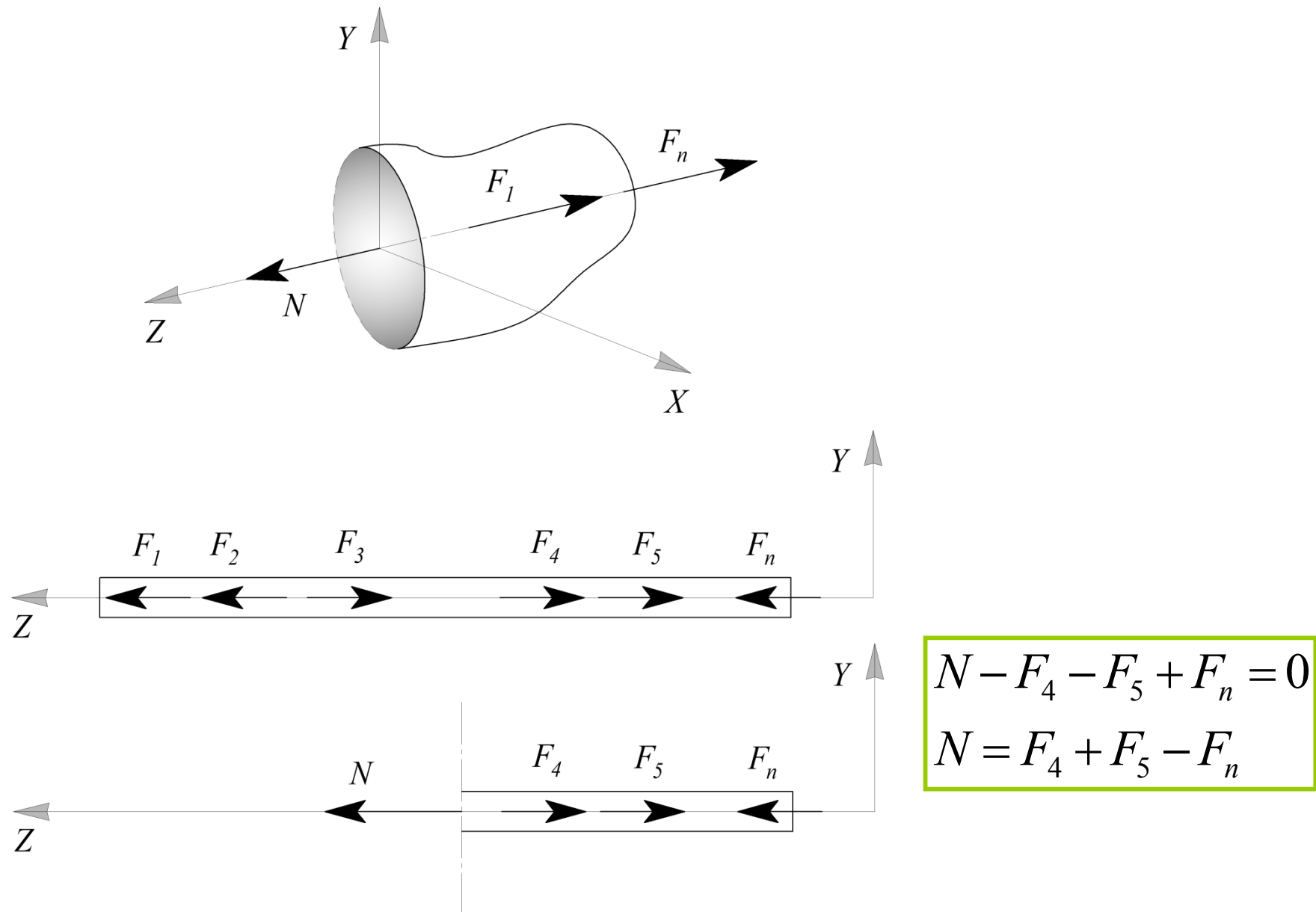
► Вступ. Основні положення і поняття. Завдання науки про опір матеріалів.
Поняття про деформації, переміщення та напруження. Метод перерізів



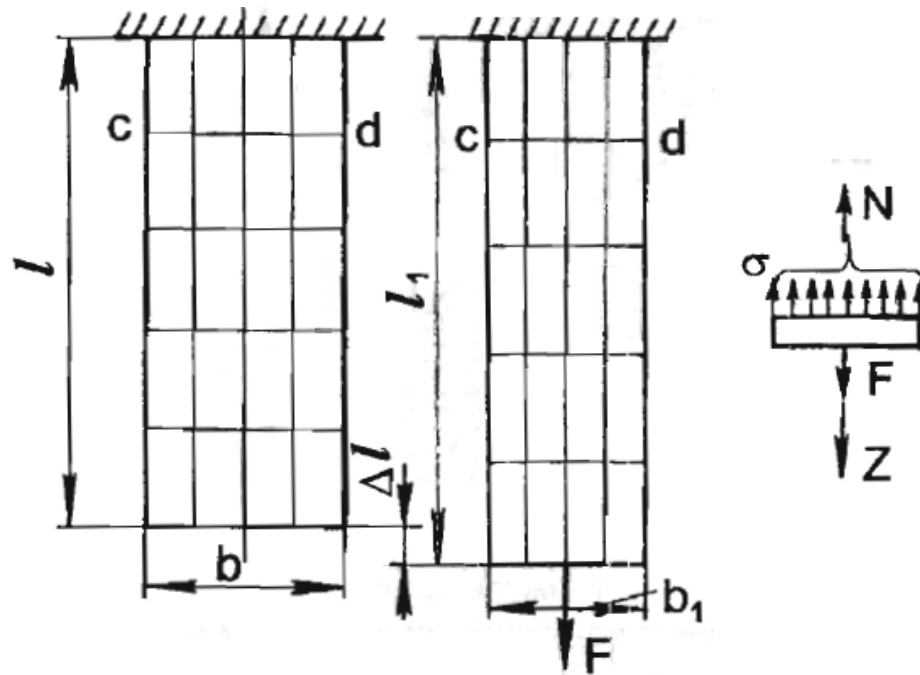
$$p_m = \frac{\Delta R}{\Delta A} \quad - \text{середнє напруження}$$

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta R}{\Delta A} \quad - \text{напруження}$$

► Визначення внутрішніх зусиль, напружень, деформацій та переміщень



► Визначення внутрішніх зусиль, напружень, деформацій та переміщень



Нормальне напруження

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

Відносна деформація
(поздовжня)

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{(l - l_1)}{l}$$

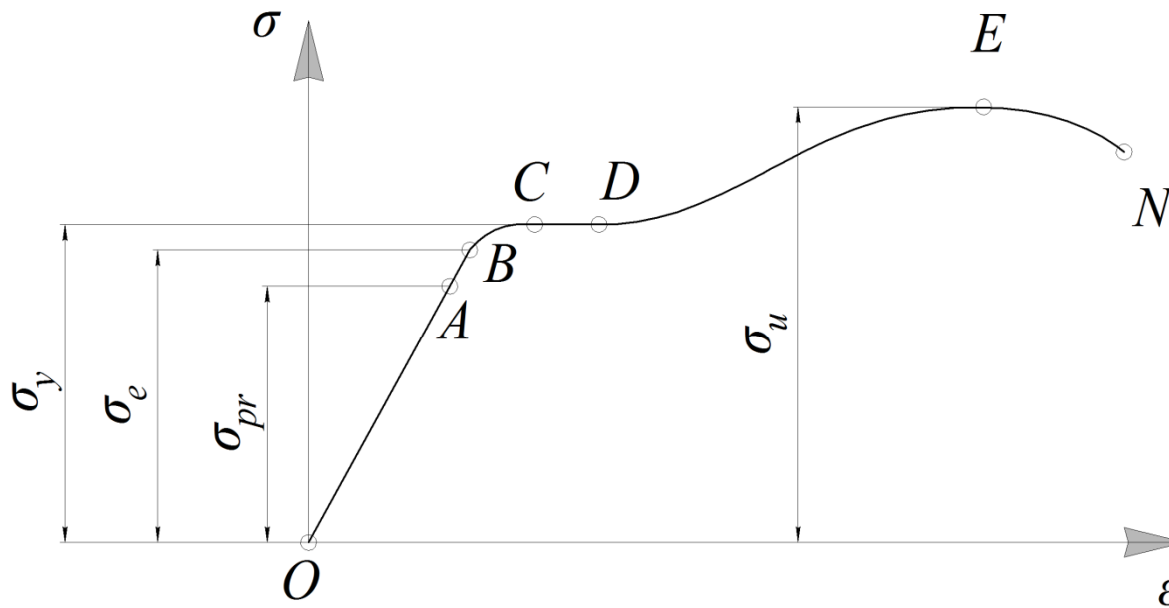
$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Відносна деформація
(поперечна)

$$\varepsilon' = -\nu \varepsilon$$

► Коефіцієнт запасу міцності. Вибір допустимих напружень

Діаграма розтягу



$$\sigma_{proportion} = \sigma_{pr}$$

$$\sigma_{elasticity} = \sigma_e$$

$$\sigma_{yield} = \sigma_y$$

$$\sigma_{ultimate} = \sigma_u$$

► Коефіцієнт запасу міцності. Вибір допустимих напружень

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_u}{n_{adm}} - \text{допустиме напруження}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_y}{n_{adm}} - \text{допустиме напруження}$$

$$n_{adm} = n_1 n_2 n_3$$

$$n_1 = 1,2 \dots 3$$

Коефіцієнт, що
враховує
неточність у
визначенні
навантажень та
напружень

$$n_2 = 1,2 \dots 2,2$$

Коефіцієнт, що
враховує
неоднорідність
матеріалів

$$n_3 = 1 \dots 1,5$$

Коефіцієнт, що
враховує ступінь
відповідальності
деталі

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \sigma_{adm} - \text{умова міцності при розтязі – стиску}$$

Дякую за увагу!