

Pytania na egzamin z wytrzymałości materiałów

1. Dlaczego tylko układy geometrycznie niezmiennie mogą być analizowane statycznie? Zgodnie z zasadami dynamiki Newtona każdy układ znajduje się w równowadze dynamicznej. Układy nieruchome, t.j. takie, które nie są mechanizmami, znajdują się w stanie szczególnej równowagi: w równowadze statycznej. Wszystkie inne znajdują się w równowadze dynamicznej w której uwzględnia się siły bezwładności d'Alemberta.
2. Kiedy 2 tarcze są połączone w sposób geometrycznie niezmienny a kiedy 3 tarcze? WKW geometrycznie niezmiennego połączenia 2 tarcz jest połączenie ich trzema prętami, których kierunki nie przecinają się w jednym punkcie. WKW geometrycznie niezmiennego połączenia 3 tarcz jest połączenie ich 3 przegubami nie leżącymi na jednej prostej.
3. Czy istnieje związek pomiędzy statyczną wyznaczalnością a geometryczną niezmiennością układu? Odpowiedź krótko uzasadnij.
Nie ma żadnego związku. Układ statycznie wyznaczalny może być geometrycznie zmienny albo nie. Podobnie układ statycznie niewyznaczalny. Na statyce analizujemy jedynie układy geometrycznie niezmiennie i statycznie wyznaczalne. Teorią mechanizmów zajmuje się dynamika a układy statycznie niewyznaczalne omawiane są na mechanice budowli.
4. Przedstaw twierdzenie o równoważności układów sił wewnętrznych i zewnętrznych. $\{Z_I\} = \{W_{II}\}$ oraz $\{Z_{II}\} = \{W_I\}$ Twierdzenie jest podstawą wyznaczania sił przekrojowych metodą przekrojów (cięć).
5. Jaki związek istnieje pomiędzy układem sił wewnętrznych a siłami przekrojowymi? Układ sił wewnętrznych zredukowany do układu własnego przekroju (zapisany w układzie własnym przekroju) nazywamy układem sił przekrojowych.
6. Podaj definicję pręta kratowego. Z jakim układem sił wewnętrznych mamy do czynienia? Pręt kratowy to pręt prosty, połączony przegubowo na końcach i obciążony siłami skupionymi jedynie w przegubach. Przeguby są przegubami bez tarcia (w przeciwieństwie do np. przegubów plastycznych). Jedynie stała siła podłużna (znak ważniejszy od wartości).
7. Narysuj trzy twierdzenia o prętach zerowych kratownic.
a) Węzeł nieobciążony 2 prętów, oba są zerowe, b) Węzeł 2 prętów obciążony siłą w kierunku jednego z prętów, drugi pręt jest zerowy, c) Węzeł nieobciążony 3 prętów z których 2 leżą na jednej prostej a trzeci jest zerowy
8. Jakie właściwości posiada macierz przejścia?
Elementy macierzy są cosinusami kierunkowymi nowego układu współrzędnych w starym układzie współrzędnych. Jest ortonormalna czyli ortogonalna i unormowana.
9. Zapisz wzór definiujący tensor II rzędu (wystarczy jedna z kilku możliwości).
Może to być: a) prawo transformacji tensorowej: $s_{ij} = a_{ik} a_{il} s_{kl}$, b) iloczyn wewnętrzny (skalarny) tensora przez wektor: $s_{ij} n_j = q_i$, c) rzut składowych na kierunki osi układu współrzędnych (jak poprzednio)
10. Przedstaw interpretację składowych macierzy naprężenia: na przekątnej głównej i poza nią. Podaj ich wymiar.
Na przekątnej głównej znajdują się naprężenia normalne, czyli składowe normalne wektora naprężenia na płaszczyźnie cięcia, o normalnej zewnętrznej równoległej do jednej z osi układu współrzędnych. Poza przekątną leżą składowe styczne wektora naprężenia; pierwszy indeks oznacza kierunek normalnej płaszczyzny cięcia, drugi indeks – kierunek samego naprężenia. Wymiar naprężenia to Pa, MPa.
11. Na czym polega analiza stanu naprężenia w punkcie?

- Na wyznaczeniu wartości i kierunków głównych. Wartości są ekstremalne a kierunki prostopadłe do siebie.
12. Narysuj koła Mohra dla przypadku 2D: $\sigma_1=15$, $\sigma_2=5$ (1,2 – kierunki własne). Ile wynoszą ekstremalne naprężenia styczne?
Ekstremalne naprężenia styczne są równe połowie różnicy naprężeń głównych (promień koła Mohra) i dla w/w przypadku są równe 7.5 (bo $\sigma_3=0$).
 13. Zapisz ogólny wzór dla statycznych warunków brzegowych.
 $S_{ij} n_j = q_i$, n_j – normalna zewnętrzna, q_i – wektor obciążenia
 14. Jak wyglądają kierunki główne jeśli wartości własne: a) są różne, b) dwie są sobie równe, c) wszystkie trzy są równe
a) Są do siebie prostopadłe, b) istnieje cała płaszczyzna kierunków głównych, c) każdy kierunek jest główny (cała przestrzeń kierunków głównych)
 15. Podaj wzory na wartości własne i kierunki główne tensora dla przypadku 2D.
 $S_{1,2} = (s_x - s_y)/2 \pm \sqrt{((s_x - s_y)/2)^2 + t_{xy}^2}$, $\tan(a_i) = (s_i - s_x)/t_{xy}$
 16. Podaj interpretację składowych macierzy odkształcenia. Podaj ich wymiar.
Na przekątnej głównej – wydłużenia (skrócenia) względne, poza przekątną – poła zmiany kąta prostego wyznaczonego przez dwie osie. Wszystkie są bezwymiarowe i małe w stosunku do jedności (<0.001).
 17. Jaka jest różnica pomiędzy jednorodnością a izotropią materiału?
Jednorodność to niezależność właściwości fizycznych od punktu (współrzędnych).
Izotropia to niezależność właściwości mechanicznych od kierunku.
 18. Co to znaczy że materiał jest sprężysty?
To znaczy że po zdjęciu obciążenia wraca do pierwotnego kształtu.
 19. Zapisz symbolicznie (macierzowo) trzy postaci równań Hooke'a.
 $s = E \epsilon$; $A_s = 3K A_e$; $D_s = 2G D_e$
 20. Uzasadnij nazwy: prawo zmiany postaci i prawo zmiany objętości.
Dla stanu naprężenia w którym aksjator jest równy zero, zmiana objętości jest też równa zero, czyli że dewiator nie powoduje zmiany objętości a jedynie zmianę formy (postaci).
 21. Wymień podstawowe stałe materiałowe dla materiału Hooke'a.
Moduł sprężystości podłużnej (Younga) E [GPa], liczba Poissona ν [1], moduł odkształcenia postaciowego Kirchhoffa G [GPa], stała Lamé μ , moduł odkształcenia objętościowego (Helmholtza) K [MPa]; tylko dwie stałe niezależne dla materiału izotropowego.
 22. O czym mówi zasada de Saint-Venanta?
Obciążenie na niewielkiej części brzegu możemy zastąpić obciążeniem statycznie równoważnym a dostatecznie daleko od tej części brzegu stan naprężenia, odkształcenia i przemieszczenia będą się różniły dowolnie mało.
 23. Co wynika z istnienia osi symetrii przekroju?
Oś symetrii jest główną centralną osią bezwładności. Druga oś główna centralna jest do niej prostopadła.
 24. Co wynika z istnienia więcej niż dwóch osi symetrii przekroju?
Każda oś centralna jest zarazem główna.
 25. Rozciąganie – przedstaw interpretację modułu Younga i liczby Poissona ν .
Moduł Younga to tangens kąta nachylenia wykresu naprężeń do rzędnej odkształceń.
Liczba Poissona to stosunek odkształceń poprzecznych do podłużnych dla prostego rozciągania.
 26. Omów założenie geometrycznej liniowości dla zadań statycznie niewyznaczalnych.
Zakłada się, że kąty (nachylenia prętów) nie ulegają zmianie.
 27. Od czego zależy krzywizna pręta zginanego?

- Krzywizna osi pręta zginanego jest proporcjonalna do momentu zginającego a odwrotnie proporcjonalna do sztywności na zginanie (EI).
28. Wymień dwa podstawowe typy warunków projektowania.
Projektowanie na stan graniczny nośności (na wytrzymałość) i stan graniczny użytkowania (na sztywność).
29. Zginanie ukośne: jak ma się kierunek osi obojętnej do kierunku wypadkowego momentu zginającego?
Jest obrócony w kierunku osi względem której moment bezwładności jest mniejszy.
30. Zginanie ukośne: jak najprościej określić naprężenia normalne w dowolnym punkcie przekroju?
Określić położenie osi obojętnej, narysować (prostopadle do niej) kład miejscowy rozkładu naprężenia. Wielkość naprężenia w punkcie wskaże na wykresie rozkładu równoległa do osi obojętnej, poprowadzona z tego punktu.