

Zadania i pytania z Metod Komputerowych w Inż. Lądowej II stopień kierunek *Budownictwo*

1. Zapisać zasadę prac wirtualnych dla pręta rozciąganego (zadanie 1D), objaśniając występujące w niej wielkości.
2. Przedstawić algorytm MES na przykładzie zadania pręta rozciąganego.
3. Zapisać równanie różniczkowe drgań bez tłumienia dla pręta rozciąganego z przykładowymi warunkami brzegowymi i początkowymi. Objąć występujące w nich wielkości.
4. Opisać zwięźle sekwencję modeli w procesie modelowania numerycznego.
5. Wymienić rodzaje błędów w modelowaniu MES.
6. Które równania mechaniki są spełnione dokładnie, a które w sposób przybliżony w wersji przemieszczeniowej MES?
7. Dla liniowej teorii sprężystości obliczono MES wektor węzłowych przemieszczeń. Z jakiego wzoru oblicza się tensor naprężenia w dowolnym punkcie dziedziny zadania?
8. Jaka wielkość stanowi estymator błędu dyskretyzacji Zienkiewicza-Zhu?
9. Wymienić warianty poprawy siatki w analizie MES.
10. Zapisać ogólne równanie równowagi dynamicznej liniowego układu zdyskretyzowanego MES. Objąć występujące w nim wielkości.
11. Zapisać równanie drgań własnych układu zdyskretyzowanego. Co jest jego rozwiązaniem?
12. Jakie wyróżnia się w mechanice konstrukcji typy zagadnień 2D? Czym się charakteryzują? Jaki jest wzór w liniowej sprężystości na ϵ_{33} w PSN i na σ_{33} w PSO?
13. Podać definicję siły tarczowej n_{xy} . Jak obliczyć główne siły tarczowe n_1 i n_2 ?
14. Podać rozwiązanie zadania liniowej teorii sprężystości (tzn. funkcje przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia) dla tarczy dwukierunkowo ściskanej stałym obciążeniem rozłożonym na brzegu o intensywności q .
15. Zapisać związki fizyczne pomiędzy odkształceniami i naprężeniami uogólnionymi w płytach.
16. Podać warunki brzegowe dla prostokątnej płyty zginanej zamocowanej na dwóch przeciwległych krawędziach, przegubowo podpartej na trzeciej i swobodnie podpartej na czwartej.

17. Załóżmy, że funkcja ugięcia płyty prostokątnej o wymiarach $2a \times 2b$ wyraża się wzorem:

$$w(x, y) = (1 - \xi^2)(1 - \eta^2), \quad \xi = x/a, \quad \eta = y/b, \quad \xi, \eta \in [-1, 1]$$

Obliczyć funkcję kąta obrotu normalnej do płaszczyzny środkowej płyty ϕ_x oraz funkcję krzywizny κ_{xx} i spaczenia κ_{xy} .

18. Ile stopni swobody ma najprostszy 4-węzłowy element płytowy i jaka jest ich interpretacja fizyczna?
19. Jakie stopnie swobody ma zazwyczaj węzeł elementu powłokowego?
20. Podać założenia liniowej teorii wyboczenia.
21. Jakim wzorem wyraża się początkowy problem wyboczenia? Co stanowi rozwiązanie tego problemu?
22. Czym mogą być spowodowane nieliniowości w odpowiedzi konstrukcji?
23. Jak można uwzględnić nieciągłości w analizie MES?
24. Jakie wielkości fizyczne wiążą ze sobą związki fizyczne w elementach interfejsowych? Do czego się ich używa w modelowaniu MES?
25. Jaka jest definicja sił niezrównoważonych w algorytmie Newtona-Raphsona?
26. Do czego służy kryterium zbieżności w algorytmie Newtona-Raphsona i jakim wzorem wyraża się dla sił?
27. W jakich sytuacjach stosuje się przy wyznaczaniu nieliniowej ścieżki równowagi sterowanie przemieszczeniem lub parametrem łuku?
28. Z jakich macierzy składa się w analizie geometrycznie nieliniowej operator styczny?
29. Czym różni się od liniowej teorii płyt cienkich teoria von Karmana?
30. Podać ogólny wzór na styczną macierz sztywności dla zagadnienia fizycznie nieliniowego i zaznaczyć, które z macierzy we wzorze reprezentują tę nieliniowość.
31. Jeden z nieliniowo sprężystych modeli materiału opisuje równanie Ramberga-Osgooda dla zagadnienia 1D:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} + \frac{\sigma_0 \alpha}{E} \left(\frac{\sigma}{\sigma_0} \right)^m$$

w którym E , σ_0 , α , m to parametry materiałowe. Wyprowadzić przepis na moduł styczny E_T dla tego modelu. Przedstawić na szkicu sens stycznej sztywności materiału o nieliniowej charakterystyce.

32. Co określa w teorii sprężysto-plastycznej funkcja plastyczności? Jaki kształt mają w przestrzeni naprężeń funkcje plastyczności HMM i Mohra-Coulomba? Dla jakich materiałów są stosowane?

33. Jakie tensory w teorii plastyczności wiąże ze sobą tensor Hooke'a w sposób wzajemnie jednoznaczny?
34. Zapisz ogólnie prawo płynięcia plastycznego i wyjaśnij, jaka jest rola występujących w nim obiektów matematycznych. Kiedy prawo płynięcia nazywa się stowarzyszonym?
35. Korzystając z równań teorii płynięcia plastycznego dla zagadnienia 1D wyprowadzić relację między modułem Younga E , modułem stycznym E_T i modułem liniowego wzmocnienia izotropowego H :

$$\frac{1}{E} + \frac{1}{H} = \frac{1}{E_T}$$

36. W teorii plastyczności założono wzmocnienie izotropowe o przepisie:

$$\bar{\sigma}(\kappa) = \sigma_y^\infty + (\sigma_y^0 - \sigma_y^\infty) \exp(-\beta\kappa) + H\kappa$$

w którym κ oznacza parametr wzmocnienia (miarę odkształcenia plastycznego), σ_y^0 to początkowa granica plastyczności, $\sigma_y^\infty \geq \sigma_y^0$ i β to parametry wzmocnienia saturacyjnego ($\bar{\sigma}'(\kappa)|_{\kappa \rightarrow \infty} = 0$) (zmierającego do poziomej asymptoty), a H to moduł wzmocnienia liniowego. Narysować wykres funkcji $\bar{\sigma}(\kappa)$ dla parametrów $\sigma_y^0 = 300$, $\sigma_y^\infty = 600$, $\beta = 1$, $H = 3000$ w zakresie $\kappa \in (0; 0.01)$. Dla jakich parametrów wzmocnienie ma charakter liniowy, a dla jakich saturacyjny?

37. Powierzchnia plastyczności Burzyńskiego-Druckera-Pragera wyraża się wzorem $f(\boldsymbol{\sigma}, \kappa) = q + \alpha p - \beta c_p(\kappa) = 0$, w którym $q = \sqrt{3J_2^\sigma}$, $p = \frac{1}{3}I_1^\sigma$. Naszkicować przekrój tej powierzchni płaszczyzną oktaedryczną (prostopadłą do osi hydrostatycznej) przechodzącą przez początek układu współrzędnych $(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$. Narysować to kryterium plastyczności na płaszczyźnie (p, q) stosowanej w geomechanice, wskazać kohezję i kąt tarcia wewnętrznego.
38. Na czym polega anizonomia zachowania betonu? Jakie zatem stosuje się dla betonu funkcje plastyczności?
39. Jaki jest sens fizyczny energii pęknięcia w analizie zarysowania betonu?
40. Jakie są rodzaje równań różniczkowych dla zagadnienia statyki i (nie)stacjonarnego transportu ciepła?
41. Jaki model materiału nazywa się hipersprężystym? Zapisać dewiatorowy i aksjatorowy związek liniowej sprężystości.
42. Zapisać związek fizyczny dla termosprężystości przy założeniu małych deformacji. Jakie wielkości w nim zależą od temperatury?