Hipotezy wytężeniowe

Co to jest: W -miara wytężenia

W_{nieb} -wartość W określająca stan niebezpieczny

$\mathbf{W < W_{nieb}}$

$W = W_{nieb}$ -osiągnięcie stanu niebezpiecznego

H. W. (Galileusza-) **C**lebscha-**R**ankine’a największego naprężenia normalnego

$W_{CR} = \max(|\sigma_1| , |\sigma_2| , |\sigma_3|)$

W przypadku jednoosiowego rozciągania (lub ściskania)

stan niebezpieczny: $|\sigma| = R_k$

czyli: $W_{CR(1)} = W_{CR(1)nieb} = W_{CR(3)nieb}$ (3-osiowy stan naprężenia)

osiągnięcie stanu niebezpiecznego jest niezależne od tego, czy obciążenie jest proste czy złożone

$\max(\|\sigma_1\| , \|\sigma_2\| , \|\sigma_3\|) \le R_k$	$-R_k \le \sigma_1 \le R_k$ $-R_k \le \sigma_2 \le R_k$ $-R_k \le \sigma_3 \le R_k$

Naprężenie zastępcze wg (Galileusza-) **C**lebscha-**R**ankine’a: $\sigma_{oCR} \le R_k$

$$\boxed{\sigma_{oCR} = \max(|\sigma_1| , |\sigma_2| , |\sigma_3|) = \max |\sigma_i|}$$

H. W. **C**oulomba-**T**resci-**G**uesta

$W_{CTG} = \max(|\text{extr.napr.styczn.}|) = \max(|(\sigma_1 - \sigma_2)/2| , |(\sigma_1 - \sigma_3)/2| , |(\sigma_2 - \sigma_3)/2|)$

W przypadku jednoosiowego rozciągania (lub ściskania)

$W_{CTG(1)} = |\sigma|/2$

stan niebezpieczny: $|\sigma| = R_k \Rightarrow |\sigma|/2 = R_k /2$

czyli: $W_{CTG(1)} = W_{CTG(1)nieb} = W_{CTG(3)nieb}$

osiągnięcie stanu niebezpiecznego jest niezależne od tego, czy obciążenie jest proste czy złożone

$\max(|(\sigma_1 - \sigma_2)/2| , |(\sigma_1 - \sigma_3)/2| , |(\sigma_2 - \sigma_3)/2|) \le R_k /2$

$$\boxed{\max(|\sigma_1 - \sigma_2 | , |\sigma_1 - \sigma_3 | , |\sigma_2 - \sigma_3 |) \le R_k}$$

$-R_k \le \sigma_1 - \sigma_2 \le R_k$ $-R_k \le \sigma_1 - \sigma_3 \le R_k$ $-R_k \le \sigma_2 - \sigma_3 \le R_k$	gdy $\sigma_3 = 0$	$-R_k \le \sigma_1 - \sigma_2 \le R_k$ $-R_k \le \sigma_1 \le R_k$ $-R_k \le \sigma_2 \le R_k$

Naprężenie zastępcze wg **CTG**: $\sigma_{oCTG} \le R_k$

$\sigma_{oCTG} = \max(\|(\sigma_1 - \sigma_2)\| , \|(\sigma_1 - \sigma_3)\| , \|(\sigma_2 - \sigma_3)\|)$
$\sigma_{oCTG} = \sigma_1 - \sigma_3$ gdy $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$

H. W. **H**ubera-**M**isesa-**H**encky'ego

$W_{HMH} = \Phi_f$ = gęstość energii odkształcenia <u>postaciowego</u>

$\Phi_f = 0.5\, \mathbf{D_\sigma}\, \mathbf{D_\varepsilon} = (1+\nu)/(6E)\, [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]$

$\Phi_f = (1+\nu)/(6E)\, [(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_x - \sigma_z)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)]$

W przypadku jednoosiowego rozciągania (lub ściskania)

$W_{HMH(1)} = \Phi_f = (1+\nu)/(3E)\, \sigma^2$

stan niebezpieczny: $|\sigma| = R_k \;\Rightarrow\; (1+\nu)/(3E)\, \sigma^2 = (1+\nu)/(3E)\, R_k^2$

czyli $W_{HMH(1)} = W_{HMH(1)nieb} = W_{HMH(3)nieb}$

osiągnięcie stanu niebezpiecznego jest niezależne od tego, czy obciążenie jest proste czy złożone

$(1+\nu)/(6E)\, [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2] \le (1+\nu)/(3E)\, R_k^2$

$$\boxed{[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]^{0.5} / \sqrt{2} \le R_k}$$

Naprężenie zastępcze wg **HMH**: $\sigma_{oHMH} \le R_k$

$$\sigma_{oHMH} = [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]^{0.5} / \sqrt{2}$$

$$\sigma_{oHMH} = [(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_x - \sigma_z)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)]^{0.5} / \sqrt{2}$$

H. W. **G**alileusza – największego naprężenia <u>rozciągającego</u>

$W_G = \max(\langle\sigma_1\rangle, \langle\sigma_2\rangle, \langle\sigma_3\rangle)$

W przypadku jednoosiowego rozciągania

stan niebezpieczny: $\sigma = R_k$

czyli: $W_{G(1)} = W_{G(1)nieb} = W_{G(3)nieb}$ (3-osiowy stan naprężenia)

osiągnięcie stanu niebezpiecznego jest niezależne od tego, czy obciążenie jest proste czy złożone

$$\max(\langle\sigma_1\rangle, \langle\sigma_2\rangle, \langle\sigma_3\rangle) \le R_k \qquad \begin{array}{l} \sigma_1 \le R_k \\ \sigma_2 \le R_k \\ \sigma_3 \le R_k \end{array}$$

Naprężenie zastępcze wg **G**alileusza: $\sigma_{oG} \le R_k$

$$\sigma_{oG} = \max(\langle\sigma_1\rangle, \langle\sigma_2\rangle, \langle\sigma_3\rangle) = \max \langle\sigma_i\rangle$$

Uwaga 1: Gdy wszystkie naprężenia główne są ściskające (ujemne) to: $\sigma_{oG} = 0$ czyli nie osiągnie się stanu niebezpiecznego.

Uwaga 2: Operator $\langle x\rangle = x$ dla $x > 0$

$\langle x\rangle = 0$ dla $x \le 0$