

CVIČENIE 2.

ROVNICA TENKOSTENNEJ ŠKRUPINY

Základná rovnica rovnováhy membránového stavu tenkostenných rotačne symetrických nádob

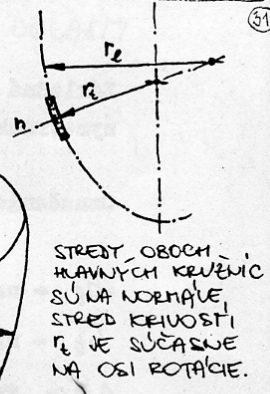
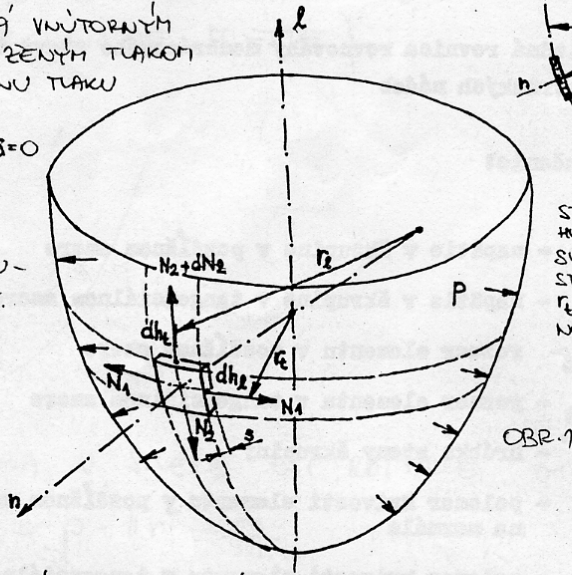
Označenie:

- σ_l - napätie v škrupine v pozdĺžnom smere
- σ_t - napätie v škrupine v tangenciálnom smere
- $d h_l$ - rozmer elementu v pozdĺžnom smere
- $d h_t$ - rozmer elementu v tangenciálnom smere
- s - hrúbka steny škrupiny
- r_l - polomer krivosti elementu v pozdĺžnom smere, *(jeho začiatoč leží na normále + i. Stried krivosti)*
- r_t - polomer krivosti elementu v tangenciálnom smere, *(jeho začiatoč leží na normále a súčasne na osi rotácie + i. Stried krivosti)*
- r - polomer krivosti elementu v rovine kolmej k osi rotácie, jeho začiatoč leží na osi rotácie
- φ - uhol sklonu normály od osi rotácie
- $d \varphi_l$ - uhol, ktorý zvierajú spojnice okrajov elementu v pozdĺžnom smere so začiatoč polomeru krivosti r_l
- $d \varphi_t$ - uhol, ktorý zvierajú spojnice okrajov elementu v tangenciálnom smere so začiatoč polomeru krivosti r
- N_1 - sila pôsobiaca v elemente škrupiny v rovine kolmej k osi rotácie
- N_2 - sila pôsobiaca v elemente škrupiny v pozdĺžnom smere
- V - súčet aležiek sil N_1 pôsobiacich v rovine kolmej k osi rotácie
- $V \cdot \sin \varphi$ - priemet sily V do smeru normály

10
7

ROVNICA ROVNOVÁHY MEMBRÁNOVÉHO STAVU ROTÁCNE SYMETRICKÝCH ŠKRUPÍN. (91)

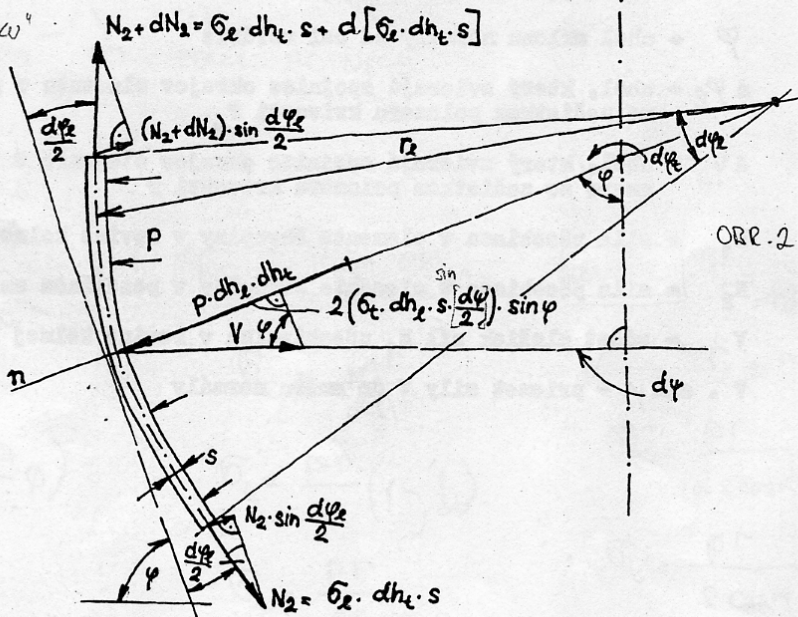
1. ŠKRUPINA ZATÁŽENÁ VNÚTORNÝM ROVNOMERNĚ ROZLOŽENÝM TLAKOM (NEUVAŽUJEME ZMĚNU TLAKU PO VÝŠKE)
 2. ŠMYKOVÉ SÍLY $S=0$
 3. OHYBOVÉ MOMENTY $M_0=0$
- TO SÚ ZJEDNODUŠUJÚCE PREDPOKLADY.



STREDY OBOCH HLAVNÝCH KRVENIC SÚ NA NORMALE, STREDA KRVUOSTI r_e JE SÚČASNE NA OSI ROTÁCIE.

STATICKÁ ROVNOVÁHA VYBRANÉHO ELEMENTU. BILANCIA VONKAJŠÍCH A VNÚTORNÝCH SÍL.

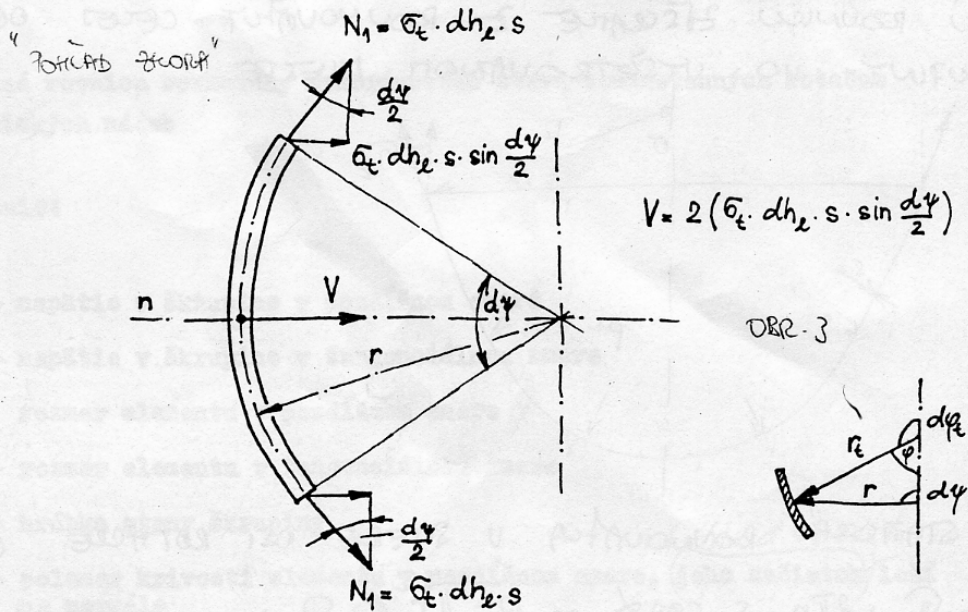
"TOKUO ŽROUK"



KEĎŽE IDE O ROTÁCNE SYMETRICKÉ ZATÁŽENIE, STAČI UROBIŤ ROVNOVÁHU V SMERE "n".

$$\sum F_n = 0$$

SMER TANGENCIÁLNEHO NAPÄTIA σ_t ROZUMIEME SMER DOTYČNÍC KU KRVENICI KOLMEJ NA OS ROTÁCIE - T.J. VÝSLEDNICU OZNACĚNÚ "V".



PODMIENKA ROVNOVÁHY V SMERE NORMÁLY "n":

$$-p \cdot dh_e \cdot dh_t + \sigma_t \cdot dh_e \cdot s \cdot \sin \frac{d\psi_e}{2} + \left[\sigma_t \cdot dh_e \cdot s + \frac{d(\sigma_t \cdot dh_e \cdot s)}{s} \right] \sin \frac{d\psi_e}{2} + V \sin \psi = 0$$

V ĎALŠOM:

- 1.) ZANEDBÁVAME VEĽKÝMI MAJÚ DRUHÉHO RÁDU, T.J. $d(\sigma_t \cdot dh_e \cdot s) \approx 0$
- 2.) VEĽKÝMI MAJÚ KOSINUSY UHLŔOV MÔŽEME UVAŽOVAŤ:

$$\sin \frac{d\psi_e}{2} \approx \frac{d\psi_e}{2} \quad \sin \frac{d\psi}{2} \approx \frac{d\psi}{2}$$

- 3.) UHLY $d\psi_e$ A $d\psi$ VYJADRÍME POUŽÍVAJUCI RADIUSY dh_e , dh_t A HLAVNÝCH RADIUSOV KRVOSTI; T.J. r_e , r_t :

$$dh_e = d\psi_e \cdot r_e \Rightarrow d\psi_e = \frac{dh_e}{r_e} \quad \triangle dh \quad dh = r \cdot d$$

ĎALŠI VO VZŤAHOVÝCH VÝSLEDNICOV TANGENCIÁLNYCH NAPŤIÍ MAJME:

$$V = \sigma_t \cdot dh_e \cdot s \cdot d\psi$$

$$dh_t = r \cdot d\psi \quad d\psi = \frac{dh_t}{r_t \sin \psi}$$

$$r = r_t \sin \psi$$

DOŠŤÍME:

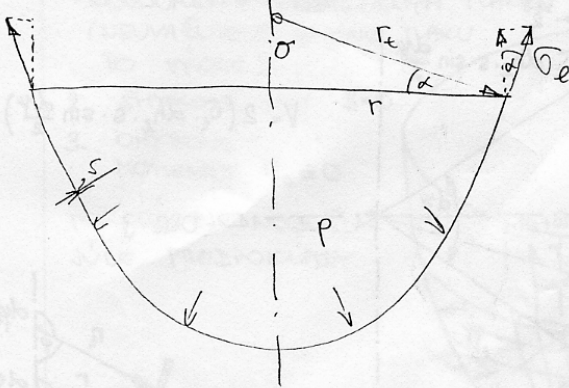
$$-p \cdot dh_e \cdot dh_t + 2\sigma_e \cdot dh_e \cdot s \cdot \frac{dh_e}{2r_e} + 2 \cdot \sigma_t \cdot dh_e \cdot s \cdot \frac{dh_t}{2 \cdot r_t \cdot \sin \psi} = 0 \quad | : dh_e \cdot d$$

$$-\frac{p}{s} + \frac{\sigma_e}{r_e} + \frac{\sigma_t}{r_t} = 0$$

$$\boxed{\frac{\sigma_e}{r_e} + \frac{\sigma_t}{r_t} = \frac{p}{s}}$$

ZÁKLADNÁ ROVNICA
TANGENCIÁLNYCH
NAPŤÍ.

- DRUHÝ ROVNICE ZFŮKATE Z ROVNOUŽNUT CÍVET OBLASTI
SĚRUPINT VO VYŠETROVANOM MESTE



STATICKÁ ROVNOUŽNUTÁ V SMĚRE OSY ROTACE σ :

$$\sigma_e \cdot 2\pi r_e \cdot s \cdot \cos \alpha - p \cdot \pi r_e^2 = 0$$

$$\sigma_e = \frac{p r_e}{2s \cos \alpha} = \frac{p \cdot r_e}{2s} \quad \frac{r}{\cos \alpha} = r_e$$

PO DOSAZENÍ DO ZÁKL. ROVNICE

$$\sigma_t = \frac{p \cdot r_e}{s} \left(1 - \frac{r_e}{2r_e}\right)$$

VAJEC $r_e = r$
 $r_e \rightarrow \infty$

$$\sigma_e = \frac{p r}{2s}$$

$$\sigma_t = \frac{p r}{s} \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

$$\sigma_t = \frac{p r}{s}$$

$$\sigma_e = \frac{1}{2} \sigma_t$$

LOUHA $r_e = r_e = r$

$$\sigma_e = \frac{p \cdot r}{2s}$$

$$\sigma_t = \frac{p r}{s} \left(1 - \frac{1}{2}\right)$$

$$\sigma_e = \frac{p r}{2s}$$

$$\sigma_e = \sigma_t$$

LOUZEK $r_e = \frac{r}{\cos \alpha}$

$$r_e \rightarrow \infty$$

$$\sigma_e = \frac{p r}{2s \cos \alpha}$$

$$\sigma_t = \frac{p r}{s \cos \alpha}$$

$$\sigma_e = \frac{1}{2} \sigma_t$$

$\frac{1}{\cos \alpha}$ MA VPLV

V ROZSAHU $30^\circ < \alpha < 40^\circ$

$\alpha < 30^\circ \dots$ VAJEC

$\alpha > 40^\circ \dots$ LOUHA