

EXPERIMENTÁLNE OVEROVANIE ŤNOSNOSTI A NAPÄTÍ OCELOVÝCH SEDIEL PRE POTRUBNÉ ULOŽENIA.

Ing.Vladimír Hučko, CSc., Prof.Ing.Dr.Jozef Trokan,
Stavebná fakulta SVŠT, Bratislava.

S výstavbou veľkých energetických centrál /J.Bohunice, Dukovany, Temelín, Mochovce atď./ vystupuje do popredia otázka diaľkového rozvodu tepla. Predpokladá sa výstavba rozsiahlych sietí horúcovodov na báze veľkopriemerových potrubí periodicky uložených na oceľových sedlách, ktoré spočívajú na pevných a pohyblivých ložiskách. Tieto sú osadené na betónových podperách. Podporné body potrubí sú rozmiestnené vo vzdialenostiach cca 15 až 20 cm. Dilatačné celky sa predpokladá vytvárať od 200 prípadne 600 m. Pri stavbe horúcovodov sa má postupne prejsť na teleskopické kompensátory, ktoré umožňujú značné posuny ± 500 mm. Z uvedeného vyplýva potreba použitia ložiska umožňujúceho veľké posuny a pootočená. Tieto požiadavky dobre spĺňajú kalotové ložiská /KL/.

V dôsledku nároku na veľké posunutia bolo nutné overiť si napätosť úložných sediel vo všetkých ich konštrukčných prvkoch. Za týmto účelom sme na našom pracovisku vykonali sériu experimentálnych overení v merítke 1 : 1. Mali sme k dispozícii 8 variant potrubných uložení radu DN pre priemery potrubí ϕ 1200, 1000, 800 a 700 mm. Pre priemery ϕ 1200, 1000 a 700 mm to boli uložená jednosmerné a viacsmerné. Pre priemer ϕ 1000 mm to bolo aj uloženie jednosmerné tunelové. Pre každý variant sme overovali napätosti a pretvorenia na jednom sedle.

Zostava zaťažovacieho zariadenia spolu so schématickým znázornením jednotlivých uložení je na obr. č.1 a 2. Zaťaženie pôsobí na sústavu: úložné sedlo, kalotové ložisko a pre skúšku upravený segment potrubia /aby experimentálne usporiadanie bolo stabilné je celá sústava otočená o 180 °. V záujme posúdenia spojitého priebehu napätosti sme volili vždy šesť postupných veľkostí zvislého zaťaženia a to 100,

200, 300, 400, 500, 600 kN pre KL 600 kN /pre δ 1200 a 1000 mm/ a 50, 100, 150, 200, 250, 300 kN pre KL 300 kN /pre δ 800 a 700 mm/. Pre každý variant potrebného uloženia sa zaťažovací cyklus opakoval trikrát /aby sme dosiahli ustálenie sledovaných veličín/. Pre vystihnutie napätosti úložného sedla pri klznom pohybe KL sme volili dve polohy bremena /resp. KL/: centrálnu a výstrednú, prakticky na okraji klznej dosky ložiska. Dosiahnuté výsledky potvrdili správnosť zvolených polôh bremena. Pre získanie spoľahlivého obrazu o stave napätí v sedlách sa použilo 20 resp. 23 kusov /podľa toho či má sedlo 3 alebo 4 výstužné rebrá/ odporových tensometrov, ktoré boli rozmiestnené nasledovne:

- a/ na oboch membránach podporných rebier
 - na jednom z nich v tvare troch tensometrických ružíc, aby bolo možné stanoviť jeho rovinnú napätosť, smery hlavných napätí a pretvorenie
 - na druhom, tri zvislé pre stanovenie tlakového napätia v tomto smere
- b/ na stužujúcich rebrách pri ich hornom okraji, a to 8 kusov pri sedle so 4 rebrami, 6 kusov pri sedle s 3 rebrami, pre stanovenie posdĺžneho ťahového napätia v rebrách
- c/ na základni každého sedla 3 prípadne 2 kusy /podľa počtu rebier/ pre stanovenie napätosti plechu základne v miestach medzi stužujúcimi rebrami.

Okrem toho sme na základni sediel umiestnili dve trojice stotinových indikátorov priehybu na sledovanie pretvorenia sedla ako celku.

Všetky tensometrické merania boli automaticky registrované cez číslicovú ústredňu EMÚ 100 Tesla. Výsledky meraní stotinovými indikátormi v počte 6 kusov sa súčasne zapisovali na príslušné tlačivá. Rovinná napätosť sediel, teda hlavné pretvorenia a napätia, sa vyhodnocovali na osobnom počítači IBM Compatible - 16 - BIT - Pc - XT.

Výsledky meraní rovinnnej napätosti v membránach podporných rebier potrubia sú úplne v medziach prípustných namáhání pre použitý materiál. Len v prípade jednosmerného

sedla pre ϕ 1000 mm dosahuje hlavné napätie v tlaku hodnotu 104 MPa, čo je viac ako prípustná hodnota namáhania 100 MPa. Vypočítané smery hlavných napätí v zásade svedčia o tom, že bremeno sa membránami roznáša tak, že v okrajových častiach je uhol hlavných napätí cca 45° a v strede je okolo $\pm 0^\circ$. Tento trend sa uštaluje opakovaním zaťažovania. Dá sa povedať, že napätosť podporných membrán je plne vyhovujúca a na ich dimenziách nie je potrebné prakticky nič meniť.

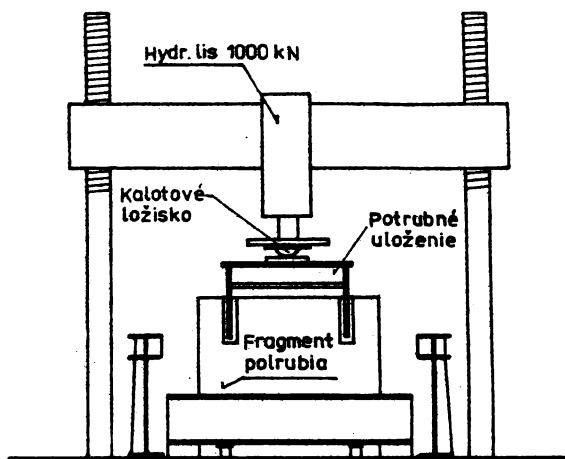
Rozhodujúcim a najviac namáhaným článkom sústavy sa logicky ukázala napätosť stužujúcich rebier. Pri excentrickej polohe bola pre každé úložné sedlo napätosť rebier vyhovujúca, v medziach prípustných pre daný materiál. Pri centrálnej polohe bremena sú vnútorné stužujúce rebrá prakticky vždy namáhané tahom pri hornom okraji. Sústava rebier pôsobí ako otvorený profil, ktorý má delu pri spolupôsobení základného plechu sedla veľkú tlačенú plochu. Pri hornom okraji je však plocha minimálna. Výsledky meraní napätí rebier a základného plechu možno zhrnúť nasledovne:

- pre vonkajšie rebrá sú napätia veľmi nízke, pohybovali sa od 1 MPa do 60 MPa a sú teda v medziach prípustných pre daný materiál. Len pre sedlo ϕ 1000 jednosmerné - tunelové uloženie boli napätia v rebrách až 155 MPa
- pre vnútorné rebrá sa napätia pohybovali od 121 MPa až do 500 MPa, čo vysoko prekračuje prípustné hodnoty pre materiál sediel
- pre základný plech všetkých sediel boli napätia v prípustných medziach.

Vyhodnotenie meraní pretvorenia základného plechu sediel ukázalo, že namerané pretvorenia sú minimálne. Ich najväčšia hodnota v strede rozpätia nepresahuje 1 mm, je teda menej ako 1/600 rozpätia spodného plechu medzi zvislými membránami. Deformácia v tejto oblasti je rádovo 0,3 mm. Pritom je však potrebné poznamenať, že klzná doska KL plní iba funkciu kĺzania a nie roznášania zaťaženia. Túto funkciu plní sedlo ako celok.

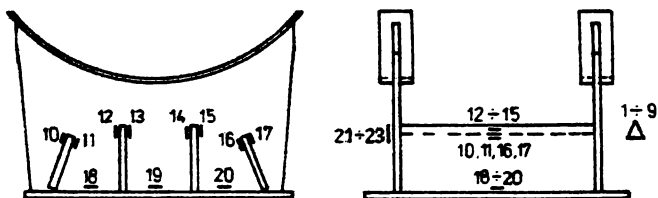
Z meraní stavu napätí a deformácie oceľových sediel vyplývajú pre ich únosnosť nasledovné závery:

- a/ sedlá sú svojím konštrukčným usporiadaním vhodné pre použitie kalotových klaných ložísk
 - b/ sedlá sú najnepriaznivejšie namáhané, ak je KL v polovici rozpätia medzi zvislými membránami a sú namáhané ohybom
 - c/ ohýbaný prierez sediel je tvorený prierezovou plochou stuhujúcich rebier a základného plechu sediel. Jedná sa teda o zhora otvorený prierez, čo má za následok neprípustne vysoké hodnoty napätí pri hornom okraji stredných rebier. Hodnoty týchto napätí možno znížiť prídáním pásnic /tahanej prierezovej plochy/, alebo usavretím profilu
 - d/ krajné rebrá sú podstatne menej namáhané tahom. Možno ich znížiť, ale nie odstrániť, lebo vystužujú základný plech sediel. Súčasne umožňujú priečny roznos sústredenej sily z kalotového ložiska. Pre ďalší postup je potrebné, buď prepočítať únosnosť profilu skladajúceho sa z rebier a základného plechu a ochrániť jeho zaťaženie, alebo zmeniť rozmery rebier a pridať tahané pásnice k hornému okraju. Tieto opatrenia si však vyžadujú definíciu maximálneho zaťaženia a tiež zmenu rozmerov rebier s prípadnou možnosťou zníženia hmotnosti krajných rebier
 - e/ otvorenou ostáva aj možnosť zmenšenia veľkosti plechov podporných membrán. Zaťaženie potrubia, podľa výsledkov meraní je v nich sústredené v oblasti pripojenia pozdĺžnych rebier, ktoré prenášajú zaťaženie do ložiska.
- Všetky tieto závery by si žiadali nové, konštrukčné a technologické úvahy, experimentálne overenie na prípadnej ďalšej sérii prototypových potrubných uložení radu DN.

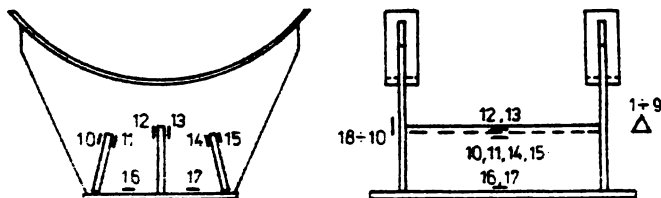


Obr.1 Schéma zaťažovacieho zariadenia pre potrubné uloženie

ULOŽENIE SO ŠTYRMI REBRAMI pre $\varnothing 1000$ a 1200 mm



ULOŽENIE S TROMI REBRAMI pre $\varnothing 1000, 1200, 800$ a 700 mm



Obr.2 Schémy potrubných uložení radu DN a rozmiestnenie odporových tenzometrov