EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ NAPJATOSTI ŠIKMÉHO KUŽELOVÉHO PŘECHODU NÁDOB

Ing. K. Varga, CSc., Ing. J. Zemek, CSc., Ing. J. Zikmund
Výzkumný ústav potravinářské a chladicí techniky,
Hradec Králové

1. Úvod

Šikmé kuželové plášťové přechody se používají velmi často jako konstrukční prvek reboilerů, přechodů potrubí, šikmých kuželových výsypek apod. Konkrétně u reboilerů použití šikmého kuželového přechodu, do kterého je vsazen trubkový svazek, vede ke snížení váhových parametrů, neboť pro vytvoření potřebného objemu parního prostoru je možno použít menší průměr válcové části na konci kuželového přechodu. Úspora hmotnosti materiálu u reboilerů se šikmým kuželovým přechodem je oproti klasickému provedení výměníku pro stejné teplosměnné plochy a hmotnost cca o 20 % nižší.

Také použití šikmých kuželových přechodů v potrubních systémech při přechodu menšího průměru potrubí na větší průměr je výhodné, protože se u tohoto provedení zlepšují poměry při proudění media.

Analytický výpočet napjatosti v místě přechodu šikmé kuželové skořepiny s rotačně souměrnou válcovou skořepinou je velmi náročný. Řešení se provádí tak, že se podmínky spojitosti pro obě skořepiny předepíší v diskrétních bodech na pronikové křivce. Neznámé integrační konstanty je možno určit metodou nejmenší kvadratické odchylky.
V našem případě pro ověření experimentálních výsledků bylo použito MKP, a to čtyřúhelníkových skořepinových prvků.

2. Technická data funkčního modelu

K experimentálnímu určení hodnot napětí v maximálně napěťově exponovaných řezech byl zhotoven funkční model

skládající se ze dvou šikmých kuželových přechodů, které byly mezi sebou spojeny válcovým pláštěm Ø 900x6x600 mm.

Kuželový přechod měl na jedné straně maximální odklon od válcové části 45°, na druhé 22,5°. Kuželové přechody z obou stran byly ukončeny válcovými plášti Ø 630x8x209 mm. Na obou koncích modelu byly přivařeny přírubу, které byly zaslepeny deskovými víky, ve kterých bylo umístěno šest průchodek. K plnění, odvzdušnění a připojení kontrolního manometru sloužilo hrdlo Js 50 umístěné ve střední části modelu. Funkční model byl vyroben z oceli 11416.1. Tloušťka stěny kuželového přechodu byla 6 mm.

3. Umístění tenzometrických snímačů

Odporové tenzometry fy Kyowa typu KFC-2-D16-11 byly instalovány na vnitřním a vnějším povrchu funkčního modelu, a to v řezech tvořících horní a spodní obrysovou křivku funkčního modelu. Celkem bylo instalováno 170 tenzometrů. Schema rozmístění tenzometrů bylo voleno tak, aby byl získán podrobný obraz o rozdělení napětí na vnitřním a vnějším povrchu modelu. Vzhledem k tomu, že tlakování se provádělo vodou, byly vnitřní tenzometry zakryty speciální pastou AK 22 fy H.B.M. K měření byla použita provozní tenzometrická aparatura PTA. Registrace naměřených hodnot byla prováděna při stupňovitě se zvyšujícím vnitřním tlaku o hodnotách 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 MPa. Registrace naměřených hodnot se prováděla tiskárnou a děrovačem.

4. Výsledky měření

Naměřené hodnoty poměrných prodloužení byly zpracovány statistickými metodami na počítači (lineární regrese, směrodatné odchylky, korelační koeficienty). Průběhy naměřených hodnot napětí jsou pro vnitřní povrch vyneseny v obr. 1, pro vnější v obr. 2.

Z průběhů naměřených napětí pro zatížení tlakem p = 0,4 MPa je zřejmé, že maximálně napěťově exponovaná místa jsou v místě velkých tvarových změn, tj. v místě na-

pojení kuželového přechodu na válcové části, a to na horním obrysu.

5. Porovnání naměřených hodnot s výpočtem MKP

Pro teoretické určení napjatosti pomocí MKP byla uvažována pouze polovina funkčního modelu, jehož povrch byl rozdělen na 540 čtyřúhelníkových skořepinových elementů (obr. 3). Výpočet byl proveden na počítači EC 1033 pomocí programu P180 vypracovaném ve VÚPCHT. Porovnání vypočtených a naměřených hodnot napětí je provedeno v tab. 1 pro místa maximálních hodnot napětí. Shoda naměřených a vypočtených hodnot napětí je velmi dobrá.

6. Závěr

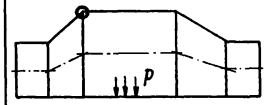
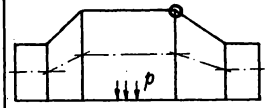
Vzhledem k omezenému rozsahu příspěvku není možno uvést podrobnější rozbor naměřených výsledků a jejich porovnání s naměřenými hodnotami. Z uvedeného je však zřejmá důležitost a nezastupitelnost experimentálního ověřování napjatosti na funkčních modelech, což při důkladné analýze výsledků měření má význam pro zpřesnění výpočtových modelů složitých komponentů tlakových nádob.

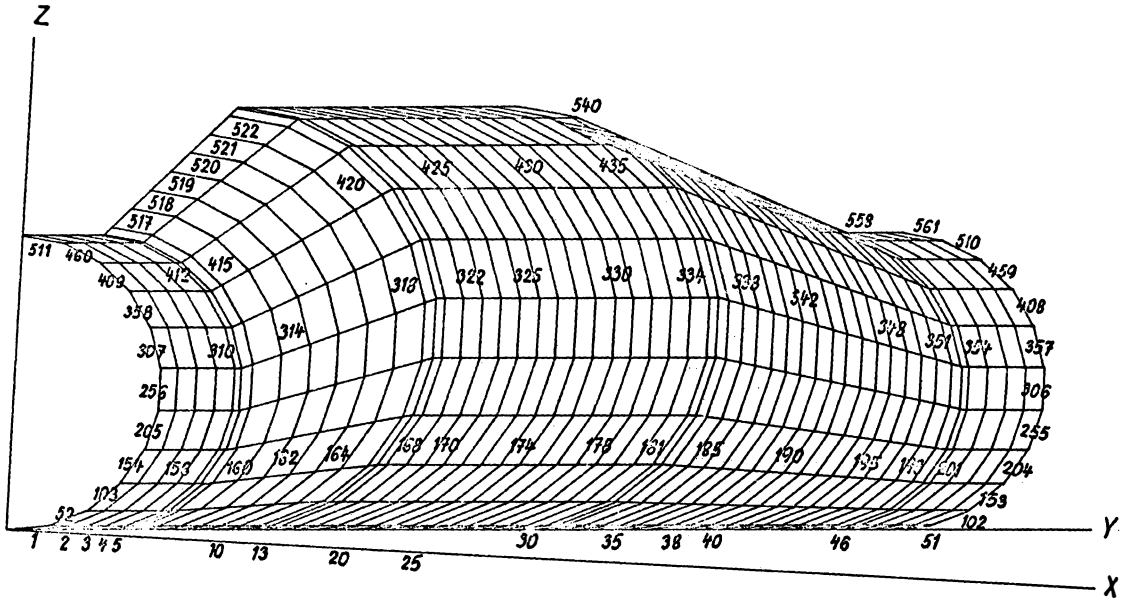
Literatura

Varga, K.: Výpočet napjatosti šikmého kuželového přechodu. [Výzkumná zpráva.] EZ 620-83-431, VÚPCHT, Hradec Králové, 1985.

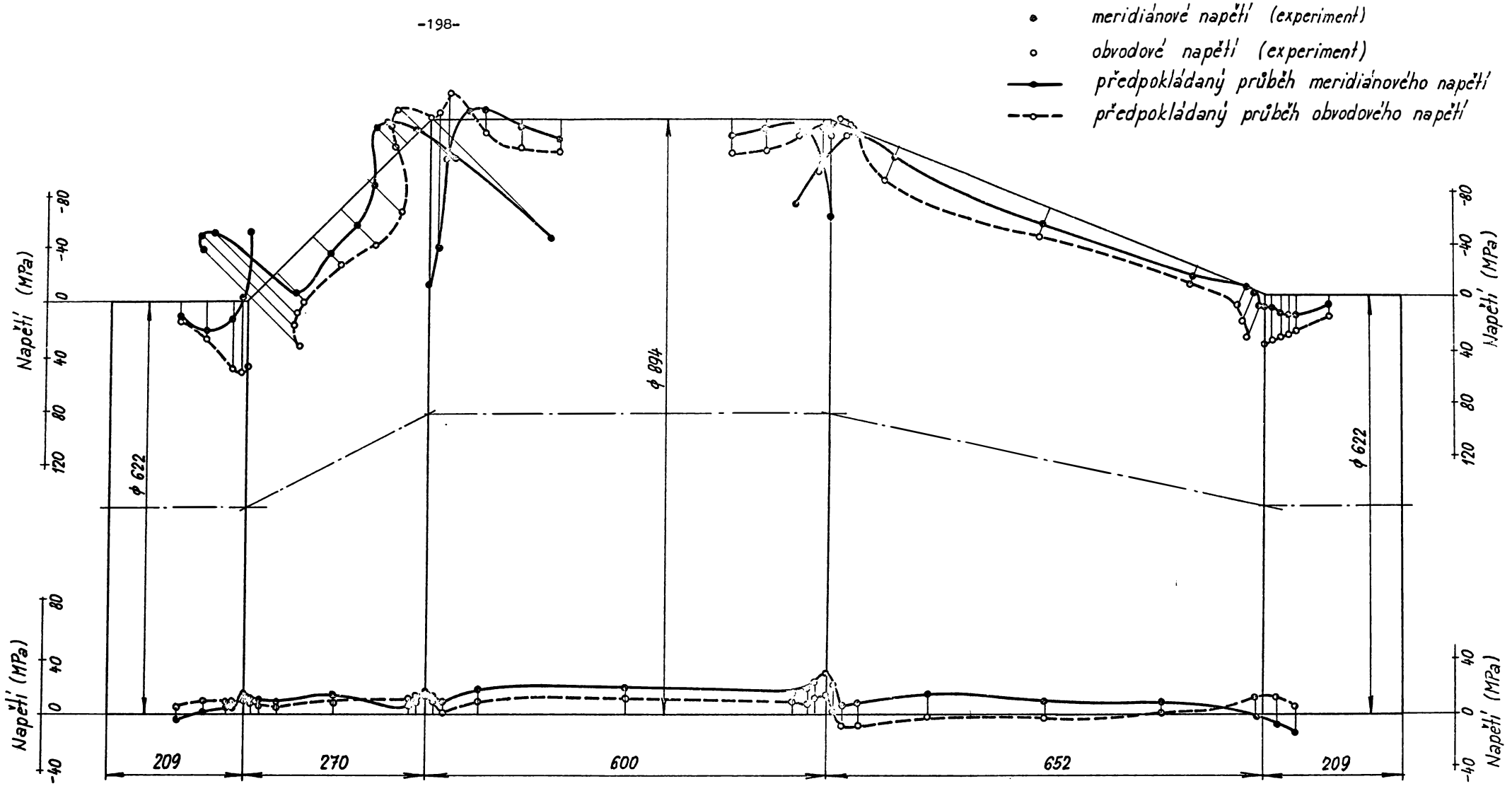
Kotlant, B.: Experimentální ověření napjatosti funkčního modelu asymetrického kuželového přechodu. [Výzkumná zpráva.] EZ 449-82-431, VÚPCHT, Hradec Králové.

Tab. 1. Porovnání vypočtených a naměřených hodnot napětí při tlaku p = 0,4 MPa

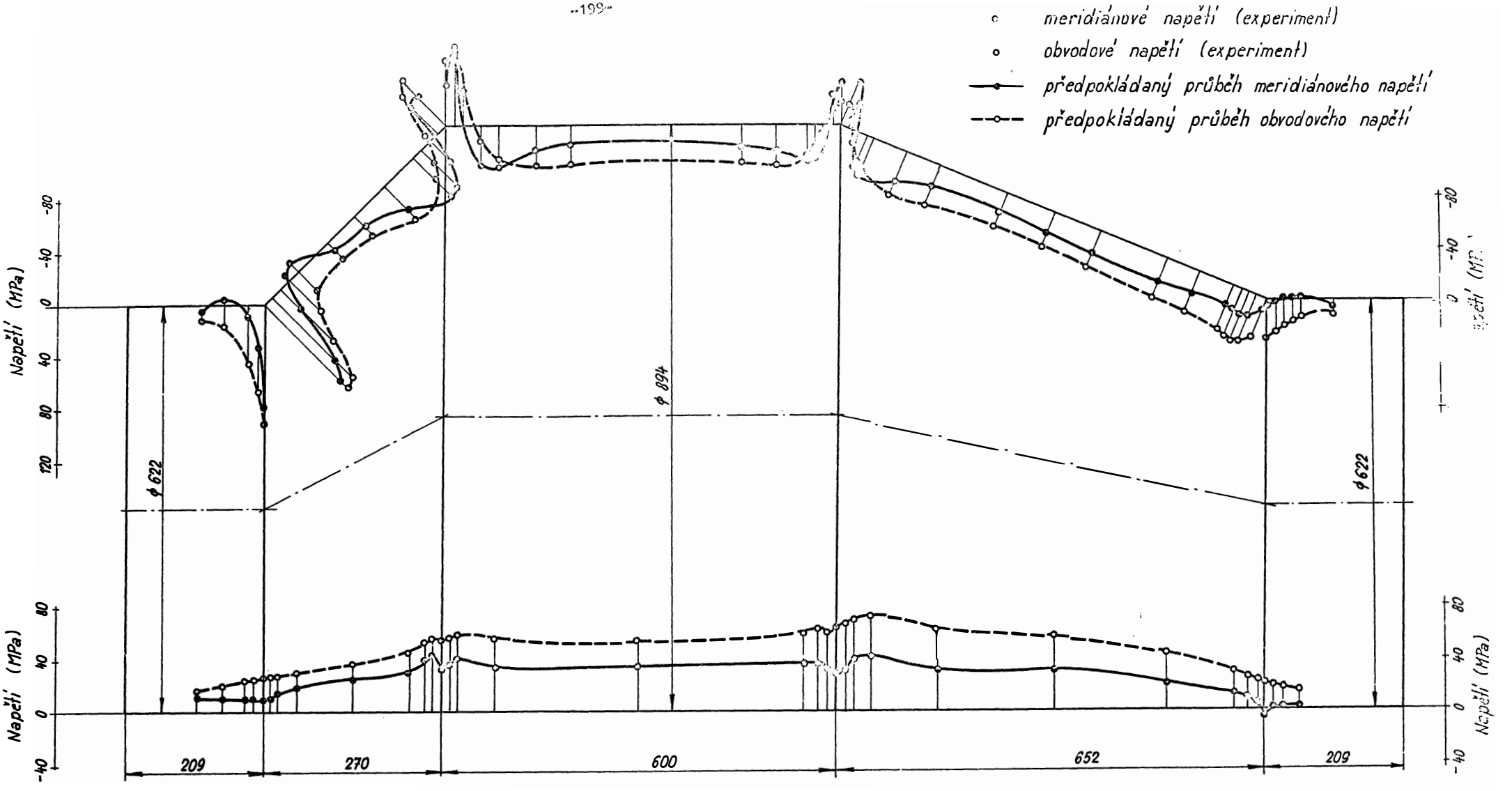
Porovnávané místo	Druh napětí (MPa)	MKP čtyřúhelníkové prvky	Tenzometrické měření
	meridiánové napětí na vnějším povrchu	-74,2	-30,4
	obvodové napětí na vnějším povrchu	-51,1	-48,2
	meridiánové napětí na vnitřním povrchu	137,49	129,8
	obvodové napětí na vnitřním povrchu	1,8	2,2
	meridiánové napětí na vnějším povrchu	-46,7	-34,5
	obvodové napětí na vnějším povrchu	-29,2	-16,1
	meridiánové napětí na vnitřním povrchu	77,8	76,5
	obvodové napětí na vnitřním povrchu	14,8	13,2



ODR. 3. SÍŤ ČTYŘÚHELNÍKOVÝCH ELEMENTŮ PRO VÝPOČET MKP



OBR. 1. PRŮBĚH TENZOMETRICKY NAMĚŘENÝCH HODNOT NAPĚTÍ NA VNITŘNÍM POVRCHU PŘI TLAKU $p = 0{,}4$ MPa



OBR. 2. PRŮBĚH TENZOMETRICKY NAMĚŘENÝCH HODNOT NAPĚTÍ NA VNĚJŠÍM POVRCHU PŘI TLAKU $p = 0{,}4$ MPa