N A P J A T O S T V Ž E L E Z N I Č N Í Z A R Á Ž C E

Josef Vísner

Abstrakt - Pro podrobné zjištění průběhu napětí v konstrukci železniční zarážky byla zvolena metoda prostorové zmrazovací fotoelasticimetrie. Zjištěné průběhy napětí a lokalizace nebezpečných míst umožnily navrhnout změny konstrukce, které vedly k podstatnému snížení napětí, t.j. k prodloužení životnosti a zvýšení spolehlivosti při nižší váze. Příklad dokumentuje, jak je možné i v současném období výkonné výpočetní techniky experimentálně vyřešit složitý případ rychle a bez vysokých finančních nákladů.

1. Úvod

Železniční zarážka podle obr. 1 je prostorová složitá konstrukce zatěžovaná statickými a dynamickými účinky a navíc vlivem tření v ní dochází ke vzniku teplotních napětí. Teoretický výpočet je principiálně možný metodou konečných prvků. Pro vyřešení této prostorové úlohy však nejsou k dispozici počítače potřebné kapacity a také sestavení a odladění programu by bylo velice nákladné.

Z experimentálních metod je možné využít tenzometrie nebo prostorovou zmrazovací fotoelasticimetrii. Tenzometrie sice poskytne nejhodnotnější údaje o provozním namáhání konstrukce, je však k tomu v daném případě potřebná speciální technika, t.j. dynamická aparatura a teplotní samokompenzační tenzometry do teploty 400°C, které lze získat pouze dovozem ze Západu. Touto metodou nelze také ověřovat konstrukční úpravy.

V daném případě se jevilo jako optimální využít pro řešení metodu prostorové fotoelasticimetrie, která poskytuje potřebné údaje rychle a umožňuje správně navrhnout úpravy konstrukce a také je ověřit.

2. Popis experimentu

Podle zadání byl nejprve vyšetřován tvar 1, který byl vyroben ve zmenšeném měřítku 1:2 a byl poněkud zjednodušen jak je patrné z obr. 2. Po získání dílčích výsledů byly zadavatelem navrže-

ny další tři varianty označené na obr. 2 jako varianty 2, 3 a 4.

Modely byly vyrobeny frézováním z odlitých bloků modelového materiálu. Výchozími surovinami pro odlitky byla epoxidová pryskyřice ChS Epoxy 110 a tvrdidla anhydridy kyseliny maleinové a ftalové. Při teplotě zmrazování $T_Z = 121^{\circ}C$ měl modelový materiál optickou konstantu $k_{\sigma} = 0,359\ kNm^{-1}$ a modul pružnosti $E_Z = 16,359$ MPa.

Pro zatížení modelů byla zvolena ekvivalentní staticky působící síla ve směru kolmo na horní pásnici pro uvažovanou nájezdovou rychlost a hmotnost brzděného vagonu. Zatěžovací síla o velikosti 101,9 N působila na model prostřednictvím lan a bubnu, který imitoval kolo vagonu.

Zmrazené modely byly zařezány na výřezy podél podélné osy a na těchto výřezech byl zjišťován průběh izochromat a dále velikosti napětí podél obrysů. Pro registraci obrazu izochromat byl použit polariskop fy Vishay, který poskytuje vysoce kvalitní snímky s možností zvýšení citlivosti násobením prvků.

3. Výsledky měření

Izochromaty základní varianty jsou na obr. 3 a 4. Je zřejmé, že nebezpečná maximální tahová napětí jsou v místech M (180 MPa) a N (160 MPa) přičemž místo M je kritické odkud se šíří porucha. Konstrukční úpravy variant 2, 3 a 4 byly proto zaměřeny na toto kritické místo a u varianty č. 4 se podařilo snížit napětí na hodnotu 117 MPa, t.j. o 35%. Ve druhém kritickém průřezu N se však napětí nezměnilo. Podrobným rozborem napětí bylo dále zjištěno, že příčná žebra nejsou prakticky zatížena a také převislé konce horní pásnice za těmito žebry jsou bez napětí.

Na základě získaných výsledků o rozdělení napětí a v souladu s požadavkem na minimální váhu zarážky při zvýšení její spolehlivosti byla navržena nová konstrukce zarážky podle obr. 5. Profil "H" byl nahrazen profilem " + " jehož osa je umístěna do působiště síly. Tímto řešením byla z profilu odstraněna dvě málo zatížená žebra a nahrazena jediným tlačeným. Odstraněna byla také ohýbaná pásnice a snížena celková hmotnost o 15% oproti původní konstrukci. Průběh napětí lze určit na základě obrazu izochromat, který je uveden na obr. 6 a 7. Je zřejmé, že celá nosná konstruk-

ce zarážky ja namáhána tlakovým napětím kromě místa M, kde je maximum tahového napětí 110 MPa, které je nepatrně nižší než u varianty 4. Rovněž je zřejmé, že je konstrukce tužší a tím přenos síly do kolejnice bezprostřednější, což povede ke zvýšení brzdného účinku.

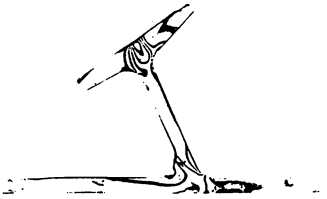
4. Závěr

Fotoelasticimetrickým měřením prostorového modelu konstrukce zarážky byl získán podrobný průběh napětí na jehož základě byly provedeny konstrukční úpravy vedoucí ke snížení, resp. k odstranění špiček napětí. Změnou konstrukce nosného průřezu zarážky byl zcela změněn charakter napětí, takže se zvýšila její spolehlivost i bezpečnost.

Uvedený příklad ukazuje, jak fotoelasticimetrie může v současnosti rychle a bez vysokých finančních nároků přispět k vyřešoní ekonomicky vyvážené a spolehlivé konstrukce složitého tvaru.

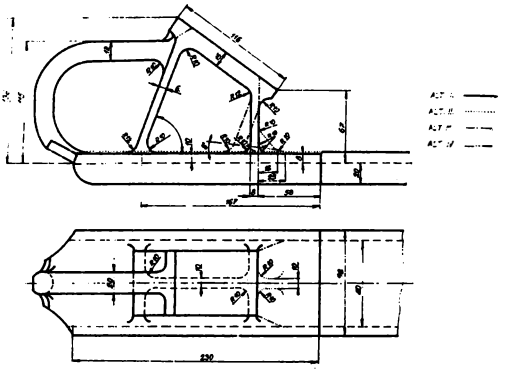
Obr. 3

Obr. 4

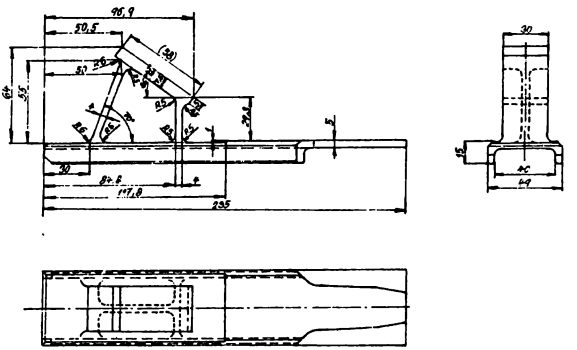


Obr. 6

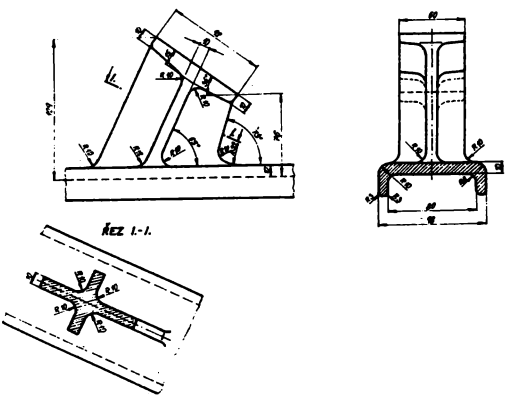
Obr. 7



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 5