

VYUŽITÍ FOTOELASTICIMETRIE PRO
OPTIMALIZACI SVARŮ A VERIFIKA-
CI VÝPOČTŮ POMOCÍ M.K.P.

Ing. Jaroslav Truhlář
SVUŠS Praha 9, Běchovice

V letech 1982-83 byl v SVUŠS v oddělení Experimentální výzkum únosnosti a životnosti, řešen rozsáhlý úkol pro ČKD-Praha, závod Kompresory - napjatost svarových spojů s neprůvarem [1]. Hlavním cílem této práce bylo

- zjistit koncentrace napětí v typických svarech při různých způsobech zatížení (využití výsledků při výpočtech oběžných kol radiálních turbokompresorů, které z důvodů složitosti tvaru koncentrace napětí neuvažují),
- zjistit vliv různě velkých neprůvarů, jakožto typických vad těchto spojů,
- shromáždit podklady pro možnost náhrady současného způsobu přivařování lopatek k diskům rotorů pomocí svaru a dvou svarů koutových ekonomicky méně náročným způsobem dvěma svary koutovými.

Modely svarů, které se navzájem lišily velikostí, tvarem a délkou neprůvaru, byly zatěžovány silou kolmou k disku kola, silou v rovině disku kola a ohybovým momentem v lopatce. Úloha byla řešena metodou rovinné fotoelasticimetrie.

Vlastní práce byla z velké části rutinní, důraz byl kladen zejména na rozplánování zkoušek tak, aby bylo možno ekonomicky pokrýt co nejširší pole možných případů. Vada způsobená u skutečných svarů neprůvarem na hranici disku a lopatky byla imitována v reálných tvarech i rozměrech. Na modelech byl neprůvar vytvořen slepením modelu ze dvou částí epoxidovou pryskyřicí Epoxy ChS 1200 v přípravku, který umožňoval jejich správné sesazení. "Neprůvar" vyfrézovaný do jedné části byl před lepením zaplněn silikonovým tmelem Lukopren T 190C. Tmel byl v neprůvaru ponechán během celého měření, čímž zabráňoval zvyšování okrajového efektu v těchto oblastech.

Modely byly navrženy tak, že pro jednu délku neprůvaru byl tvar postupně upravován podle kovových šablon na speciální frézce s ručním vedením modelu [2]. Konečné jemné opracování bylo prováděno ručním zaškrabáváním v profilprojektoru Somet 2. Tak bylo ze základních pěti modelů připraveno 45 tvarových variant. Měření bylo provedeno ve fotoelastocimetru s neusměrněným světlem Mecopta FMB-53, maximální hodnoty dvojlomu potřebné pro stanovení koeficientů koncentrace napětí ve třech nebezpečných místech svarů byly odečítány telemikroskopem fy Vishay typu 137.

Zjištěné hodnoty koeficientů α byly přehledně zobrazeny pro různé typy zatížení a tvary svarů v diagramech s bezrozměrnými parametry tak, že je zřejmý jednak vliv zvětšujícího se tvaru, jednak zvětšující se délky neprůvaru.

Problémem svarů a vad způsobených neprůvarem se zabýval také úkol řešený v SVŮSS v roce 1982 [3]. Numericky, metodou konečných prvků, bylo provedeno řešení napjatosti v okolí trhlin ve svaru mezi nosným kotoučem a lopatkou oběžného kola radiálního turbokompresoru. Řešení bylo provedeno s ohledem na geometrii součásti jak rovinný problém za podmínek rovinné deformace na počítači IBM 704C pomocí programu TROV 2. Zároveň byly u všech čtyř řešených alternativ (lišících se délkou trhliny) stanoveny faktory intenzity napětí, které byly v ČKD využity pro odhad životnosti konstrukce.

Jelikož podle zkušeností zabírají fáze přípravy výpočtu (včetně vykreslení sítě) a vyhodnocení výsledků až 90% celkových vynaložených nákladů, byly tyto práce provedeny na vykreslovacím zařízení Kongsberg programem SIT 2D a programem ISO 2D, jejichž funkce je podrobně popsána v [4]. Tento způsob umožnil radikální snížení času (na 3 + 5%). Výsledky byly jednak vypsaný, jednak vykresleny ve formě isostress.

Mimo rámec plánovaných prací bylo v našem oddělení přistoupeno k experimentální verifikaci výpočtu jedné alternativy. Byl vyroben rovinný model s trhlinou (obdobně

jako v hlavní části úkolu), fotograficky zaznamenaný izochromat celých a polovičních řádů a mikroskopem odečten maximální dvojlom na čele trhliny a v přechodu svaru do lopatky.

Obrazem izochromat je určen po celé ploše modelu rozdíel hlavních napětí. Pro verifikaci výpočtu, sítě a pod. byl výpočet opakován pro zatížení a mechanické konstanty modelu - tentokrát v podmínkách rovinné napjatosti. Výstup z počítače byl upraven tak, že jedním z výsledků byla hodnota početně zjištěného "dvojlomu". Výsledky byly vloženy do počítače EC 1030, kde byly s použitím programu MKE-2V připraveny podklady pro grafické znázornění výsledků kreslicím strojem. Porovnáním vypočtených a experimentálně získaných izochromat byla zjištěna poměrně dobrá shoda, zároveň byly získány podklady pro zpřesnění sítě výpočtu. Výhodou tohoto způsobu verifikace jsou poměrně nízké náklady, možnost porovnání výsledků v celém rozsahu modelu, přičemž experimentální výsledek není ovlivněn chybami vznikajícími při separaci napětí.

Hodnota vypočteného faktoru intenzity napětí K_t přímo kontrolována nebyla, protože v SVÚSS v současné době ještě není zařízení, ve kterém by byl možno provádět měření v těsné blízkosti trhliny.

Literatura:

- [1] Truhlář Napjatost svarů s neprůvarem
Výzkumná zpráva SVÚSS 83-02028
- [2] J. Truhlář Doplnující zařízení pro racionalizaci
prací v lab. exp. pružnosti
Výzkumná zpráva SVÚSS 72-03041
- [3] I. Plundrová Výpočet trhliny ve svarovém spoji lo-
patky s oběžným kolem turbokompresoru
Technický záznam SVÚSS 82-02106
- [4] A. Kanócz Racionalizace elastomechanické analýzy
konstrukcí pomocí grafického výzkumu
Kandidátská dizertační práce, Praha, 1981.