

## Výpočtová analýza litino-kompozitového smykadla obráběcího centra TM 2000

### *Inženýrská analýza a simulace*

**Autor:** Bc. Martin Zbožínek (martin.zbozinek@seznam.cz)

**Školitel:** prof. RNDr. Ing. Jan Vrbka, DrSc., dr. h. c.



### Formulace řešeného problému

TM 2000 je novým obráběcím centrem vyvíjeným společností Tajmac-ZPS, a.s. Stroje kategorie TURNMILL jsou koncipovány jako multifunkční obráběcí centra určená pro komplexní obrábění rozměrných, tvarově a technologicky náročných dílců, které vyžaduje kombinaci technologických operací z oblasti výkonového frézování a soustružení, případně broušení. Na vlastnosti stroje jsou kladeny extrémní, často protichůdné požadavky jako vysoký krouticí moment pro frézování a zároveň vysoké otáčky pro soustružení a to vše u dílců o hmotnosti až 2,5 tuny z těžce obrobitelných materiálů (titan, speciální druhy žáruvzdorných a korozivzdorných ocelí). Zvládnutí těchto požadavků vyžaduje vysokou statickou a dynamickou tuhost konstrukce. Těchto parametrů lze dosáhnout buď použitím dílců ze současných materiálů s vylepšeným designem (parametrická nebo topologická optimalizace), nebo dílců z nekonvenčních materiálů (kompozity, keramika), popř. užitím hybridní konstrukce. Při vývoji bylo zjištěno, že „nejslabším“ místem stroje je smykadlo z tvárné litiny, které při požadované dynamické tuhosti dosahuje svých fyzikálních limitů. Na základě zkušeností získaných se strojem MCV 1210 byla tedy navržena nová koncepce smykadla vyztuženého kompozitovou trubkou. Ve stavbě obráběcích strojů jde o světově unikátní řešení.

## Cíl práce

Cílem této diplomové práce byla analýza nového litino-kompozitového smykadla a posouzení možného přínosu v porovnání se standardním litinovým smykadlem. Od nové koncepce přitom bylo požadováno splnění následujících parametrů: snížení hmotnosti smykadla, zvýšení jeho statické tuhosti a vlastních frekvencí a především snížení dynamické poddajnosti.

Za účelem ověření těchto požadavků byly v programu MD Nastran 2010 pomocí metody konečných prvků provedeny 3 výpočtové analýzy – napětově-deformační analýza, modální analýza a analýza odezvy na vynucené harmonické buzení. Všechny analýzy byly provedeny pro obě koncepce (litinovou i hybridní) a pro 3 dílčí vyložení smykadla.

Na základě výsledků těchto analýz byly posléze stanoveny statické tuhosti smykadla ve všech osách, jeho vlastní frekvence a průběhy amplitudy a reálné složky dynamické poddajnosti. Získané výsledky byly ověřeny pomocí experimentu na zmenšeném modelu smykadla.

## Závěr

Užitím nové koncepce bylo docíleno snížení hmotnosti smykadla o 9,3 %. Výpočtová analýza ale dokázala, že aplikací kompozitové trubky nedochází ke zvýšení statické tuhosti ani vlastních frekvencí smykadla. Bylo však dosaženo výrazného snížení dynamické poddajnosti, což je v případě obráběcích strojů směrodatný parametr, jelikož slouží k určení mezní šířky třísky a vyhodnocení stability řezu. Nejlepších výsledků bylo dosaženo pro maximální vyložení, kde se největší záporná hodnota reálné složky dynamické poddajnosti i největší amplituda dynamické poddajnosti snížily o více než 70 %. Rovněž v případě minimálního vyložení bylo dosaženo poklesu největší záporné hodnoty o více než 20 %, resp. poklesu největší amplitudy o cca. 15 %. Pro střední vyložení se sice největší amplituda snížila „pouze“ o 5,9 %, největší záporná hodnota reálné složky ale poklesla o 21,1 %. Tyto závěry byly později potvrzeny experimentálními výsledky.

Na základě výsledků výpočtové analýzy a následného experimentálního ověření se společnost Tajmac-ZPS, a.s. rozhodla pokračovat ve vývoji nové koncepce zahrnující stavbu prototypu stroje s hybridním smykadla a rovněž zahájila přípravy na podání patentové přihlášky.

## Fotografická dokumentace

Patran 2010 18-Aug-10 12:10:56

Fringe: SC1; A1:Static Subcase, Displacements, Translational, X Component. (NON-LAYERED)

Deform: SC1; A1:Static Subcase, Displacements, Translational, X Component. (NON-LAYERED)

