

KOMERČNÍ PREZENTACE

# AURA předala zařízení laboratoře rotační laserové vibrometrie

V loňském roce vypsal Ústav termomechaniky AV ČR výběrové řízení na dodavatele technologie nově budovaného výzkumného pracoviště, Laboratoře rotační laserové vibrometrie. **Cílem projektu bylo vytvořit komplexní experimentální bázi pro základní výzkum dynamických charakteristik rotačních částí strojů, základní výzkum měřících a snímacích metod a prvků bezkontaktních vibrodiagnostických systémů.**

Základní vlastnost spočívá v možnosti budít vlastní kmity lopatek elektromagnetickým systémem při rotujícím kole a výsledky sledovat jak vibrodiagnostickými systémy, tak i opticky, laserovým interferometrem. Jedním z výstupů může být určování zbytkové životnosti lopatek turbín a možnost preventivní výměny lopatek při plánované odstávce. Výsledky činnosti laboratoře jsou určeny pro aplikovaný a průmyslový výzkum a budou sloužit k urychlení přenosu výsledků základního výzkumu do praxe.

Technologii laboratoře tvoří vlastní rotační systém, kterým je modelové oběžné kolo s lopatkami, přenosem síly od motoru a nosná, resp. upínací část, nesoucí elektromagnetický budicí systém a měřící senzory. Vzhledem k požadavkům na vysokou obvodovou rychlost systému (při 7000 ot/min a průměru kola 1m se blíží rychlosti zvuku) je důležitou součástí pohonný systém a především vřetená, přenáší sílu motoru na kolo.

Důležitou součástí celého systému je **laserový interferometr s optickým derotátorem**, ten umožňuje sledovat pohyb lopatek na běžícím stroji.

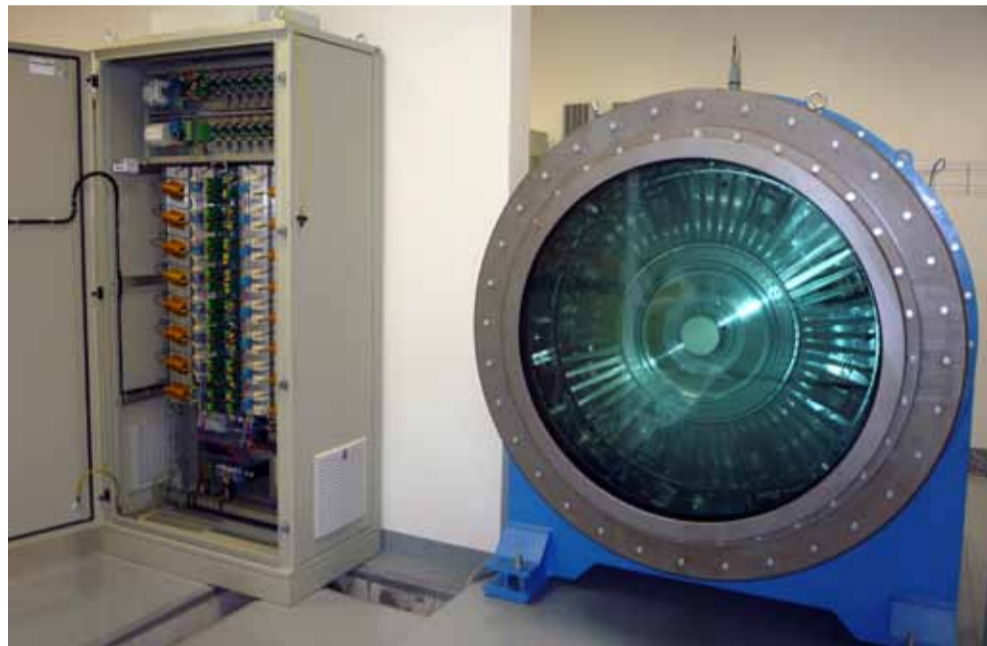
Na systém jsou kladeny značné protichůdné požadavky. Vysoké otáčky vyžadují speciální ložiska a chlazení systému vřetená, z důvodu měření je ale třeba při vysokých otáčkách prostor oběžného kola uzavřít a vyčerpávat z něj vzduch, což odvodit tepla výrazně zhoršuje. Vakuování rovněž

vyžaduje speciálně provedené těsnění pohonného systému, zároveň se musejí z vakuovaného prostoru, z rotující části stroje, vyvést elektrické signály z měření. Proto byly nutné úpravy mechanické rotační části i měřícího systému. Především šlo o vyvedení kabeláže dutým středem vř-

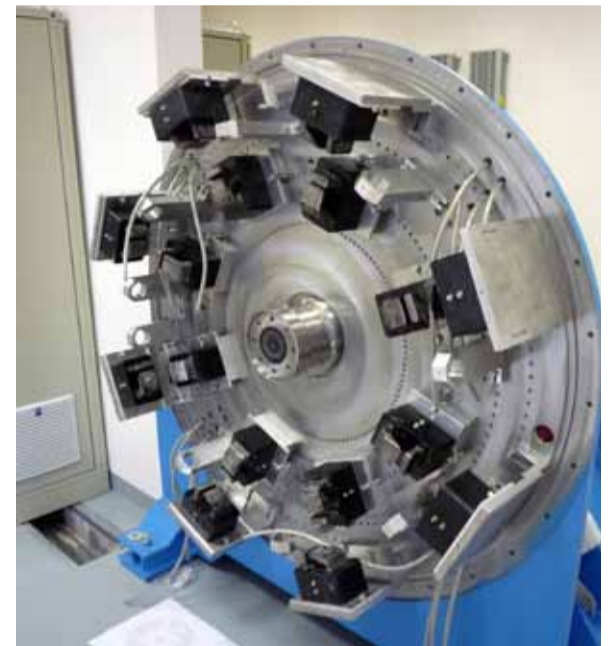
mu, synchronizovaných s přesností menší než 10  $\mu$ s. Pro dosažení síly min. 10 N na každém elektromagnetu bylo zapotřebí budicí napětí až 700 V. Cílem systému je vybudit rotující magnetické pole synchronizované tenzometrickým signálem z průhybu lopatky tak, aby docházelo k maximální

Relativně nejméně problematickou částí bylo řešení vibrodiagnostického systému. Zde bylo možné navázat na předchozí práce v Ústavu termomechaniky. Systém je jedinečný především svým rozlišením, umožňujícím sledovat impulzní signály vzniklé při průchodu lopatky oběžného kola ko-

šenostmi s jednotlivými specifickými částmi stroje. Sešli se tak specialisté na oběžná kola turbín, vysokootáčková vřetená, elektromagnety, konstrukci a výrobu rotačních strojů, vysokootáčkové pohony, měření na turbíně a další. Důležitou roli sehrály zkušenosti pracovníků AURA a.s. s organi-



Oběžné kolo s lopatkami, vlevo systém buzení magnetů



Detail uspořádání budících magnetů a měřících prvků statoru

tene a prvky přenosu z rotující části. Protichůdné požadavky se projevily i zde. Mechanický přenos komplikuje provoz ve vysokých otáčkách, extrémní časové požadavky však vylučují možnost použití bezdrátového přenosu.

Vzhledem k extrémním požadavkům na vlastnosti vřetená bylo nutné je pro daný účel navrhnout a vyrobit. Těžkým oříškem byl i systém těsnění vnitřní části stroje ve vřeteně. S ohledem na vysoké otáčky nebylo možné používat běžné ucpávky, ale bylo nutné zkonstruovat labyrintové těsnění v kombinaci se speciálním mazacím tukem.

Pro vybudění kmitů lopatek se navrhl systém 8 radiálních a 8 axiálních magnetů, buzených elektronickým systémem s proudem až 30 A, v impulzech délky kolem 100

budicí síle. Složitou byla také otázka synchronizace celého systému. Vzhledem k požadavku buzení stejnosměrným, harmonickým i impulzním signálem, musí být pro každý magnet připravena ovládací úloha a jednotlivé magnety navzájem synchronizovány s odezvou menší než 10  $\mu$ s.

Přes počáteční optimismus s možnou aplikací běžně dostupných simulačních systémů, se nakonec ukázalo nutné navrhnout speciální multiprocessorový systém, zajišťující samostatné ovládání každého z magnetů procesorovou jednotkou s externí synchronizací hlavním řídicím procesorem. Systém je propojen počítačovou sítí s ostatními měřícími a záznamovými zařízeními.

lem bezkontaktních senzorů. Relativní časové hodnoty jsou převedeny na výchylky lopatek v obvodovém směru a následně na ohybové výchylky lopatek. Za použití algoritmu diskrétní Fourierovy transformace (DFT) je provedena spektrální analýza vibrací všech lopatek a jsou stanoveny amplitudy i frekvence jednotlivých složek amplitudové spektrální funkce.

Důležitou součástí celého systému je laserový interferometr s optickým derotátorem, ten umožňuje sledovat pohyb lopatek na běžícím stroji. Vzhledem ke své mobilní konstrukci lze laserový interferometr použít i mimo laboratoř.

Hlavním přínosem společnosti AURA a.s. při řešení projektu bylo propojení řady výrobců a odborných pracovišť se zku-

zací komplexních dodávek, vlastnostmi točivých strojů a vývojem i výrobou měřících elektroniky. To se projevilo zejména tam, kde se při pečlivém konstrukčním prověření běžně dostupných výrobků ukázalo, že nevyhovují požadavkům a nakonec nezbylo, než zajistit zařízení odpovídajících vlastností urychleným vlastním vývojem.

S navrženou koncepcí řešení AURA a.s. zvítězila a byla vybrána jako generální dodavatel technologie. V průběhu rekordních 6 měsíců se podařilo projekt úspěšně zrealizovat. Po důkladném seznámení s možnostmi dodaných zařízení bude zanedlouho k dispozici výzkumné pracoviště, které bude jistě přitahovat pozornost firem, vyrábějících turbíny, kompresory a další typy točivých strojů. ➔

## Hovoříme s Ing. Petrem Bašíkem ze společnosti AURA a. s.

➔ **Co bylo pro vaši společnost největší událostí roku 2015?**

V roce 2015 jsme oslavili 20 let trvání v podobě akciové společnosti. To je samo o sobě jistě dobrou příležitostí k ohlédnutí. Zakládali jsme ji již s mnohými zkušenostmi jak z oblasti výzkumu a vývoje, tak i praktických aplikací pro průmyslové dodávky. Někdy mám pocit, že nejen státy, ale i podniky jsou udržovány idejemi, z nichž se zrodily. Propojení výzkumu a vývoje s potřebami průmyslové praxe je pro nás hlavní osou rozvoje společnosti dodnes. Je to zvláště důležité pro malý podnik, který musí v ostré konkurenci hledat nová inovativní řešení a dobře chápat problémy a potřeby zákazníků, jinak není šance na přežití. Podniky z kategorie MSP mají jednu důležitou výhodu - při kvalifikované a technologicky kvalitní výrobě dokáží vyrábět i menší série „šitá na míru“ konkrétní aplikací. Propojení znalostí nejnovějších výsledků výzkumu a vývoje s důslednou orientací na uspokojování konkrétních potřeb zákazníků je naší trvalou hodnotou.

➔ **Dvacet let je dlouhá doba, jak vnímáte vývoj oboru, ve kterém pracujete?**

Historie je ještě delší. Někdy před 30 lety jsme začínali s aplikací plánování oprav a údržby na základě měření a posuzování skutečného stavu strojů. Tehdy to vypadalo jako čirá utopie. Nebyly k dispozici technické prostředky v cenové hladině, umožňující masové rozšíření, nebylo ekonomické myšlení, chápající ztráty z výpadků výroby. Dnes jde o rozvinutý obor, zasahující řadu odvětví průmyslu a „šturmuji“ i brány natolik konzervativní oblasti, jakou je letecký průmysl. Jde o impozantní vývoj techniky. Nesmíme ale zapomenout, že šlo především o práci a zkušenosti řady lidí, které by se neměly ztratit. I v době superpočítačů platí, že lidská zkušenost a schopnost propojovat znalosti z více oborů, je nenahraditelná.

➔ **Co vás osobně v roce 2015 potěšilo?**

Úspěšné dokončení Laboratoře laserové interferometrie pro Ústav termomechaniky AV ČR. Jedná se o unikátní projekt především rozsahem a širokým, víceoborovým pohledem. Počínaje řešením

točivého stroje přes elektronické systémy řízení experimentu až k systémům měření a sběru dat, představoval projekt řadu specifických problémů, mnohdy dosud neřešených. Unikátní byla i naše pozice hlavního dodavatele, odpovídajícího za všechny složky dodávky.

Jak už to bývá u podobných projektů s grantovou podporou spíše pravidlem než výjimkou, skutečný začátek realizace je velmi pohyblivý, ale termín pro dokončení má absolutní a neměnnou povahu. Takže než se proberete administrativou a formální částí přípravy realizace, obvykle zjistíte, že na vlastní realizaci už moc času nezbyvá.

➔ **Jak se vám podařilo projekt zvládnout?**

Vsadili jsme na dva klíčové faktory, se kterými jsme mohli počítat. Za prvé, na vlastní tým zkušených pracovníků, kteří projekty srovnatelné obtížnosti již v minulosti realizovali. A za druhé se nám podařilo sestavit skvělý tým externích spolupracovníků s hlubokými zkušenostmi z jednotlivých oborů. V takové situaci si člověk uvědomí,



jaké bohatství se skrývá v hloubi našich průmyslových podniků a výzkumných pracovišť.

Návrh točivého stroje byl dílem konstruktérů se zkušenostmi s vývojem obráběcích strojů, o oběžné kolo se postarali výrobci turbín, a vřetená, které je srdcem každého točivého stroje, zajistili návrháři špičkových řešení. Relativně snazší bylo řešení problémů v oblasti elektroniky, které je nám profesně práce jen bližší. Navíc jsme tady navazovali na výsledky dlouholetého výzkumu pracovníků Ústavu termomechaniky.

➔ **Slavíte 20 let - jak byste chtěl, aby vaše společnost vypadala za dalších 20 let?**

Zabýváme se diagnostikou strojů, měřící elektronikou a systémy řízení technologií. To jsou obory, pro které je 20 let tak dlouhá doba, že je obtížné si představit, co bude. Ať už však bude realita budoucnosti jakákoliv, byl bych rád, kdyby náš zakladatelský étos úplně nezmizel. Propojovat výsledky výzkumu s aplikací bude jistě i za 20 let nutností. Byl bych rád, kdyby se nadále dařilo na tomto poli i menším subjektům se schopností pružně se přizpůsobovat potřebám tržního trhu. Především pro menší hráče na záhradu bude vždy platit, že systém, který ztrácí schopnost tvořivé komunikace se svým okolím, degeneruje. Inovovat a pozorně naslouchat potřebám svých odběratelů bude, jak věřím, mottem naší práce i v budoucnu.

➔ **Jste v závěru roku. Co byste popřál svým spolupracovníkům a obchodním partnerům?**

Především zdraví a osobní spokojenost, klid na práci, úspěšné výsledky společného úsilí, a aby nás práce nejen živila, ale také bavila. ➔