



Finálna kontrola zmontovaného systému riadenia prostredníctvom automatizovaného merania vibrácií

Automobilový priemysel je úzko spätý s využitím moderných technológií, či už vo fáze vývoja, výroby vozidiel ako aj ich prevádzky a servisu. Vo všetkých týchto oblastiach sa v čoraz väčšej miere využívajú i rôzne metódy technickej diagnostiky.

Tú možno členíť podľa rôznych kritérií. Napríklad z hľadiska potreby demontáže na demontážnu a bezdemontážnu, z hľadiska spôsobu vykonávania analýz na subjektívnu a objektívnu, podľa druhu analyzovaných parametrov, príp. meraných veličín, na vibrodiagnostiku, akustickú diagnostiku, termodiagnostiku, elektrodiagnostiku, tribodiagnostiku a pod.

Medzi moderné metódy technickej diagnostiky stále patrí najmä vibroakustická diagnostika. Hluk a vibrácie spojené s funkciou strojových zariadení mohol človek vnímať svojimi zmyslami už v dávnej minulosti a subjektívne tak hodnotiť technický stav príslušného stroja i bez náročného technického vybavenia. Neskôr, i v súvislosti s tech-

nickým pokrokom v tejto oblasti, získala vibroakustická diagnostika, a to najmä vibrodiagnostika, dominantné postavenie v rámci technickej diagnostiky využívanej v rôznych odvetviach priemyslu.

Vibrodiagnostika je metóda na určovanie stavu sledovaného zariadenia na základe merania a analýzy vibrácií (kmitania). Kmitanie je možné definovať ako dynamický jav, pri ktorom hmotné body alebo jednotlivé tuhé telesá systému vykonávajú vratný pohyb okolo svojich rovnovážnych polôh.

ROZDELENIE VIBRODIAGNOSTICKÝCH METÓD:

- štruktúrne analýzy (experimentálna modálna analýza, analýza prevádzkových tvarov kmitania, analýza prenosových ciest a iné),
- diagnostika a monitorovanie prevádzkového stavu strojových zariadení.

Štruktúrne analýzy prostredníctvom merania vibrácií a využitím rôznych výpočtových a experimentálnych metód umožňujú popísať dynamické správanie sa štruktúr. Najviac využívanou je experimentálna modálna analýza, ktorá je založená na analýze prenosu buďaceho signálu skúmanou štruktúrou. Priebeh buďacej sily je snímaný snímačom sily, odozva konštrukcie je obvykle meraná využitím snímačov

zrýchlenia, tzv. akcelometrov. Výsledkom sú najmä vlastné frekvencie a tvary kmitania sledovaných štruktúr. Poznanie modálnych vlastností je nevyhnutné pri návrhu rôznych konštrukcií. Dnes sa v širokom rozsahu využíva najmä ladenie systémov, kedy sa rôznymi modifikáciami konštrukcie odstraňujú rezonancie z prevádzkového režimu strojov. To je spojené so zmenšením hluku, vibrácií, prídavných dynamických zaťažení a pod. Vizualizácia tvarov kmitania môže pomôcť pri odhalení miest spojených so vznikom veľkých lokálnych deformácií (obvyčajne miesta uloženia konštrukcie), určení vhodných miest pre spájanie rôznych komponentov (uzly kmitania), optimálnom umiestnení tlmičov alebo tlmiacich materiálov (kmitne) a pod. Modálny model je možné použiť pre simulácie a dizajnové štúdie (napr. štruktúrne modifikácie systému). Ďáta z experimentálnej modálnej analýzy sú tiež často využívané pri overovaní MKP modelov atď. Operačná modálna analýza sa využíva i pri monitorovaní modálnych vlastností rôznych zariadení (napr. v leteckej technike, ocelových konštrukciách, rôznych technologických zariadeniach a pod.) z hľadiskačasnej detekcie lomov, trhlin a pod. Najlepším indikátorom je zmena, najmä vyšších, vlastných frekvencií. Dochádza však i ku zmenám v tlení ako i tvarov kmitania.

Vibrácie strojových zariadení poskytujú množstvo informácií o ich technickom stave a funkcii. Na meraní vibrácií je založené i monitorovanie stavu strojov a ich diagnostika. Pri najjednoduchšom spôsobe je meraná celková úroveň vibrácií v určitom frekvenčnom rozsahu, definovanom v príslušných normách platných pre daný druh zariadenia, tzv. mohutnosť kmitania. Týmto spôsobom však nie je možné identifikovať príčiny alebo stupeň poškodenia komponentov zariadení. Tieto informácie je možné získať napríklad využitím metód frekvenčnej analýzy. Pri tomto spôsobe sa analyzuje úzkopásmové spektrum vibrácií z vhodne zvolených meracích bodov. Pri diagnostike porúch sa vychádza z charakteristických frekvencií chvenia pre rôzne druhy chýb (nevýváženosť, nesúosovosť, rôzne poškodenia ložísk, ozubených kolies a pod.). Takto sa analyzujú jednotlivé, najmä dominantné zložky spektra vibrácií strojov. Analýza signálov vo frekvenčnej oblasti

umožňuje, na základe porovnania s referenčným spektrom vibrácií, identifikovať zmeny technického stavu zariadení, ako napr. poškodenie, či opotrebenie ložísk, nevyváženosť, uvoľnenie a pod. Spracovaním časového priebehu amplitúd určitých frekvenčných zložiek, typických pre určité poškodenie, je možné hodnotiť tiež trendy postupného zhoršovania technického stavu a pod.

V určitých prípadoch sa využívajú aj analýzy signálov v časovej doméne, ale i ďalšie nástroje ako napr. analýza obálky, cepstrum, wavelet transformácia a pod.

Meranie vibrácií je využívané napríklad i pri vyvažovaní rotačných dielcov. Ich statická a najmä dynamická nevyváženosť je spojená aj so skrátením životnosti rôznych komponentov strojových zariadení, a to najmä ložísk.

Mnohé z vyššie uvedených vibrodiagnostických metód sa v minulosti využívali najmä pri vývoji nových strojov, zmenšovaní hluku a vibrácií rôznych zariadení, monitorovaní prevádzkového stavu strojových zariadení a pod. Postupne však prenikajú i do oblasti priemyselnej výroby, napríklad vo forme výstupnej kontroly vyrábaných komponentov, agregátov, či rôznych systémov. Dnes sú rozšírené napríklad v oblasti kontroly a triedenia valivých ložísk, finálnej kontroly elektromotorov, prevodoviek a pod. Spolu s rastúcou úrovňou automatizácie aj implementovanie rôznych inteligentných riešení z oblasti technickej diagnostiky prispieva k zlepšovaniu efektívnosti výrobných procesov ako i ďalšiemu zlepšovaniu kvality a konkurencieschopnosti produktov. Takéto kvalitatívne zmeny, spolu s ďalšími opatreniami, sú aj v súlade s realizáciou zásad Industry 4. 0. Do tejto transformácie je zapojený už aj značný počet slovenských podnikov, najmä z oblasti automobilového priemyslu, čo vytvára predpoklady pre ich úspešné fungovanie i z hľadiska dlhodobej perspektívy.

Ing. Ján HAŠKO, PhD. (autor článku pracuje ako špecialista v oblasti technickej diagnostiky u jedného z významných dodávateľov automobilového priemyslu)



Detail snímača zrýchlenia v kontakte s povrchom kontrolovaného systému