

Vyvažovacie stroje

Miroslav Antal

Nevyváženost', vyvažovanie a význam vyvažovania

Nevyváženost' je také rozloženie hmotnosti telesa, ktoré pri jeho rotácii okolo osi spôsobuje v ložiskách (miestach uloženia) rotujúce odstredivé sily.

Vyvažovanie je korekcia rozloženia hmotnosti telesa s danou osou rotácie s cieľom zníženia jeho nevyváženosti.

Je to jednoducho povedané, hoci norma to uvádza trochu inak.

Nevyváženost' má za následok zväčšené namáhanie, a tým aj opotrebovanie ložísk, mechanické namáhanie uloženia rotora, pri ktorom môže dôjsť k narušeniu jeho uloženia alebo aj k poškodeniu samotného rotora. Nevyváženost' môže spôsobiť aj výchyľky rotora, ktoré môžu byť vzhľadom na prevádzkové podmienky neprípustné.

Nevyváženost' meriame pomocou vyvažovacieho stroja (vyvažovačky).

Pre čitateľov so záujmom o fyzikálnu teóriu tu uvediem náznam princípu vyvažovania.

Nevyváženost' hmotného bodu je daná vzťahom:

$$U = m \cdot r \quad [\text{g} \cdot \text{mm}, \text{g}, \text{mm}]$$

kde m je jeho hmotnosť a
 r – polomer rotácie.

Vzhľadom na vyššie spomínané odstredivé sily pôsobiace v ložiskách, možno každý tuhý rotor nahradiť dvojicou hmotných bodov. Túto náhradu je možné vykonať nekonečne mnohými spôsobmi podľa toho, aké axiálne polohy (v smere osi rotácie) a aké polomery rotácie týchto bodov budú zvolené. Jedinou podmienkou je, aby body neboli v rovnakej axiálnej polohe.

Vyvažovanie v doprave

V každom odvetví dopravy sa nájde mnoho príkladov potreby vyvažovania, pretože dnešné dopravné prostriedky každého druhu obsahujú veľké množstvo rotujúcich častí.

Patrí k nim napríklad kľukový hriadeľ motorov, súčiastky spojky, súčiastky prevodovky, poloosi náprav, disky kolies a pneumatiky, železničné dvojkolia, turbíny a vrtule lietadiel, ako aj kotvy všetkých elektromotorčekov a alternátorov.

Tolerancia – hodnotenie kvality vyváženosti

Podľa normy STN ISO 1940 pri určení prípustnej zostatkovkej nevyváženosti U_p je potrebné brať do úvahy tieto tri veci:

1. potrebný stupeň kvality vyváženosti G [mm/s] vzhľadom na typ rotora,
2. maximálne pracovné otáčky rotora (resp. uhlovú rýchlosť pri týchto otáčkach ω [rad/s]),
3. hmotnosť vyvažovaného rotora m [g].

U_p potom možno vypočítať podľa vzťahu

$$U_p = G \cdot \frac{m}{\omega} \quad [\text{g} \cdot \text{mm}; \text{mm/s}, \text{g}, \text{rad/s}]$$

Stupeň kvality vyváženosti G je hodnota v rozsahu 0,4 – 4000 mm/s podľa toho, o aký typ rotora ide. Najvyššiu kvalitu vyváženosti (0,4 mm/s) vyžadujú napr. kotúče na presné brúsky, najnižšiu (4000 mm/s), napr. kľukové pohony pomalobežných lodných nafukovacích motorov.

Takto vypočítanú prípustnú nevyváženost' je pri vyvažovaní potrebné ešte rozdeliť medzi ložiská alebo vyvažovacie roviny niektorým z normou predpísaných spôsobov.

Typy vyvažovačiek

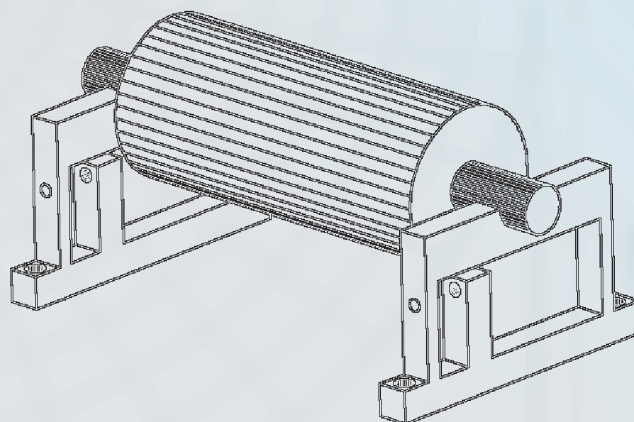
Existuje viacero konštrukcií vyvažovacích strojov, a tiež niekoľko delení týchto konštrukcií.

Za najdôležitejšie členenie vzhľadom na spôsob obsluhy by som označil delenie na vyvažovačky s permanentnou kalibráciou a vyvažovačky bez permanentnej kalibrácie. Rozdiel medzi nimi je, že vyvažovačku s permanentnou kalibráciou stačí nakalibrovať iba raz, kým vyvažovačku bez permanentnej kalibrácie treba kalibrovať pred vyvažovaním pre každý vyvažovaný rotor. Aby však vyvažovačka mohla byť permanentne nakalibrovaná, musia aj stojany a snímače kmitov spĺňať určité podmienky.

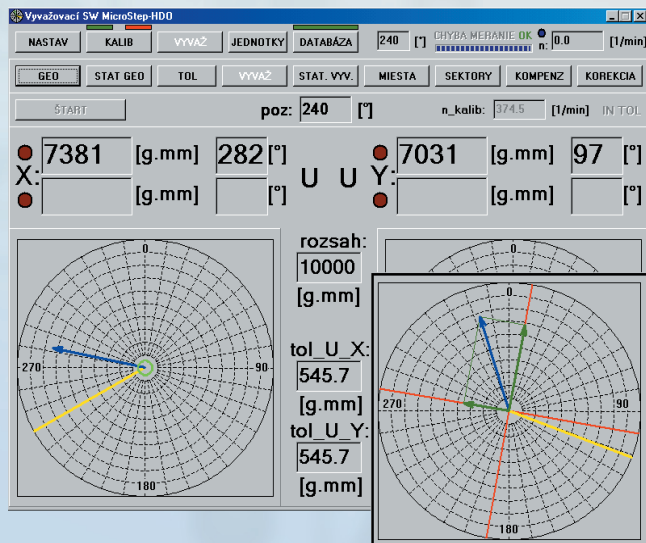
Z pohľadu algoritmu kalibrácie a určenia nevyváženosti je zas dôležité rozdelenie vyvažovačiek podľa geometrického umiestnenia snímačov kmitov.

Vyvažovačky možno deliť ešte na horizontálne a vertikálne, podľa smeru osi rotácie vyvažovaných rotorov.

Na obr. 1 je príklad konštrukcie vertikálnej vyvažovačky s dvomi stojanmi. Obidva stojany sú skonštruované tak, aby vplyvom



Obr.1 Príklad konštrukcie vertikálnej vyvažovačky



Obr.2 Záber vyvažovacieho programu MicroStep-HDO

odstredivých síl pôsobiacich v ložiskách mohli kmitať v horizontálnom smere. Parametre kmitania sa vyhodnocujú snímaním vzájomnej polohy alebo rýchlosti medzi podperami stojanov a stĺpkami na základni stojanov.

Vyvažovací program Microstep-HDO

Firma MicroStep-HDO vyvinula univerzálny program na obsluhu ľubovoľného typu vyvažovačky s ohľadom na uvedené členenie vyvažovačiek.

Algoritmy kalibrácie a určenia nevyváženosti pre rôzne typy vyvažovačiek majú niektoré črty spoločné, a preto ich bolo možné výhodne skombinovať do jedného programu.

Program je vytvorený pre OS Windows 2000 a umožňuje:

- Základné funkcie
 - nakalibrovať vyvažovačku rôznymi spôsobmi vzhľadom na jej typ,
 - určiť nevyváženost meraného rotora,
 - určiť aktuálnu polohu rotora.
- Doplnkové funkcie
 - zvoliť spôsob korekcie nevyváženosti, napr. výpočet potrebnej hĺbky pri odvrtávaní materiálu,
 - vypočítať toleranciu nevyváženosti podľa ISO 1940,
 - zadať miesta alebo sektory (v uhlovej miere), kde je možné a dovolené korigovať nevyváženost a rozložiť potrebnú korekciu nevyváženosti do týchto oblastí,
 - počítať s rôznymi druhmi kompenzácie nevyváženosti (napr. kompenzácia pera),
 - zobrazovať všetky tieto údaje v polárnych grafoch,
 - pracovať s databázou rotorov s uloženými údajmi o všetkých doplnkových funkciách pre daný rotor.

Na obr. 2 je záber tohto vyvažovacieho programu.

MicroStep-HDO

MicroStep-HDO, spol. s r. o.

Ing. Miroslav Antal
Tomášikova 28
821 01 Bratislava
Tel.: 02/4827 22 92
Fax: 02/4333 09 00
http://www.microstep-hdo.sk

30