

# M Ě Ř E N Í A V Y H O D N O C E N Í D Y N A M I C K É N A P J A T O S T I J A K O P O D K L A D H O D N O C E N Í Ž I V O T N O S T I K O V A C Í H O L ' I S U

J. Beneš, J. Heřt, H. Šabková, E. Veselý ÚT ČSAV; S. Holý ČVUT Praha

V referátu se popisuje měření některých dynamických veličin při provozu bucharu. Jde o napětí ve vybraných exponovaných částech bucharu, rychlost a zrychlení bucharu. Je popsáno vyhodnocení naměřených údajů a využití zjištěných hodnot pro posouzení namáhání a provozních podmínek bucharu. Cílem práce je přispět ke zvýšení provozní spolehlivosti a životnosti zařízení.

Během dlouhodobého provozu bucharu MPM 31500 B v zápusťkové kovárně Poldi-Kladno došlo k několika vážným poruchám. Šlo o vznik trhlin a k takovému jejich šíření, že některé hlavní funkční části bucharu musely být vyměněny (beran, šabota). Pro objasnění příčin vzniku takovýchto poruch, které je nezbytné pro návrh opatření vedoucích ke zvýšení životnosti bucharu, se uskutečnilo měření napjatosti jeho hlavních částí při vybraných režimech provozu. Naším úkolem bylo zjistit dynamickou napjatost v hlavních částech bucharu.

V první fázi jsme se zaměřili na určení některých dynamických veličin ve vybraných místech beranu, který se z hlediska možnosti vzniku poruch jeví nejdůležitějším. Postupně jsme v místech, jejichž poloha je odpovídajícími číslicemi vyznačena na obr.1, měřili tyto veličiny:

1. Napětí v blízkosti kořene rybinové drážky při zatloukání klínu spojovacího zápusťku s beranem,
2. Rychlost beranu před jeho dopadem na výkovek,
3. Napětí na čelní straně beranu v blízkosti hrany, omezující přechod do jeho válcové části,
4. Zrychlení beranu po jeho dopadu na výkovek.

Popíšeme podrobněji problematiku jednotlivých měření a dosažené výsledky.

Pro měření napětí jsme použili elektrické odporové tenzometry - jednak foliové, jednak polovodičové, s odporem  $R$  a konstantou  $K$ . Při všech měřeních nás zajímala pouze dynamická slož-

ka napětí. Pro toto měření byla v ÚT ČSAV vyvinuta aparatura sestávající ze zdroje konstantního proudu  $J_0$  a zesilovačů se zesílením  $Z=100$ . Změny napětí vznikající deformacemi tenzometrů  $\epsilon$  jsou po zesílení registrovány na osciloskopu. Měřicí rozsah této aparatury je 2 Hz- $5 \cdot 10^4$  Hz. Pro zjišťovanou deformaci tenzometru platí :

$$\epsilon = \frac{\Delta U}{K.R.Z.J_0}$$

kde  $\Delta U$  je změna napětí zaznamenávaná osciloskopem.

#### Měření napjatosti v blízkosti kořene rybinové drážky

Použili jsme dva foliové tenzometry (orientované horizontálně a vertikálně) nalepené ve vzdálenosti 25 mm od kořene rybinové drážky. Na základě výsledků opakovaných měření lze souhrnně říci, že oba tenzometry vykazují při každém úderu na klín dvě výrazné napěťové špičky charakterizované prodloužením úrovně (0,1-0,2) % s dobou trvání (0,2-2) ms. Porovnáním s výsledky měření statického napětí se ukazuje, že velikost dynamických napětí je srovnatelná se statickým předpětím (na konci utahování klínů), avšak smysl napětí dynamického a statického je u svisle orientovaného tenzometru opačný. Při vytloukání klínů byl charakter signálů z tenzometrů méně pravidelný a napěťové špičky dosahovaly nejvýše třetinových hodnot měřených při zatloukání klínů.

#### Měření dopadové rychlosti beranu

Pro její zjišťování jsme použili optickoelektrickou metodu. Světelný paprsek jdoucí horizontálně ze zdroje do fotoelektrického snímače byl těsně před dopadem přerušován průchodem křídélka připraveného na čelní ploše beranu. Křídélko i fotoelement byly uspořádány tak, aby bylo možno odečíst čas průchodu dvou hran (vždy ze světla do tmy) vzdálených od sebe 50 mm. Tak byly vykompenzovány parazitní vlivy při náběžích signálu, dané jednak frekvenčními vlastnostmi snímací aparatury, jednak konečným průměrem stopy světelného paprsku.

#### Měření napětí na čelní stěně beranu při kování

Pro měření tohoto dynamického napětí byl použit polovodičo-

vý tenzometr nalepený vodorovně na čelní ploše v blízkosti hrany omezující přechod do válcové části beranu. Byly posouzeny poměry při zpracování výkovku - klikového hřídele motoru AVIA - čtyřmi anebo pěti úderý. V obr.2 je nakreslena poloha měřicího tenzometru. V obr.3 je znázorněno typické časové rozložení jednotlivých úderů pro různé způsoby zpracování a v obr.4 průběhy pro jednotlivé úderý. Je patrný diametrální rozdíl charakteru signálu při prvním úderu a dalších. Prvý úder vytváří velmi povlnný náběh signálu, další pak vykazují silně kmitavý charakter se třemi až pěti výraznými špičkami srovnatelné úrovně. Z detailního rozboru těchto průběhů je možné vyhodnotit nosný puls (tečkovaně) odpovídající odporu při kování a superponované kmitání. Dále je možné vyhodnotit parametry cyklického způsobu namáhání tj. střední hodnotu  $\bar{\sigma}_m = 39$  MPa a amplitudu  $\sigma_a = 83$  MPa. Tyto hodnoty jsou značně vysoké a mohou ohrozit životnost beranu.

#### Měření zrychlení při dopadu beranu

Pro měření zrychlení byla použita standardní aparatura fy. Brüel-Kjær s krystalovým snímačem zrychlení, která je vhodná především pro měření stacionárních kmitů s frekvenčním rozsahem 20 Hz - 20 kHz a s max. zrychlením 10 000 g. Měření zrychlení při rázu na beranu bucharu představovalo pro její použití extrémní podmínky, zvláště proto, že i teplota v některých měřených místech (např.4, viz obr.1) byla dosti vysoká  $\approx 70^\circ$  C.

Prakticky všechny záznamy průběhu zrychlení jsou zatíženy superponovanými vysokofrekvenčními oscilacemi, které patrně odpovídají vlastním kmitům snímače. Vyhodnocení průběhů zrychlení při dopadu beranu mohlo být proto jen orientační. Bylo možné určit celkovou dobu brzdění beranu.

Z charakteru signálů získaných při měření zrychlení na ostatních částech bucharu, tj. na stojanech a šabotě, se ukázalo, že při kování dochází k odskoku stojanu od šaboty. Stahovací svorníky s pružnými podložkami nezaručují stálý kontakt.

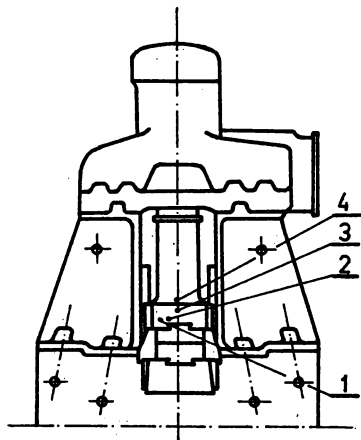
#### Závěr

Přestože měření dynamických veličin na bucharu MPM 31500 B proběhlo v omezeném rozsahu (byly použity poměrně jednoduché měřicí aparatury, měření nemohlo výrazněji omezit běžný technolo-

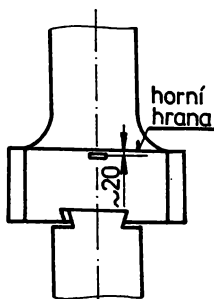
gický proces výroby v kovárně, a proto i měřících míst bylo málo), poskytly jeho výsledky podklady pro některé závěry, které mohou být významné pro další provoz bucharu. Z nich za nejvýznamnější pokládáme tyto :

- a) dynamická napětí vznikající v blízkosti kořene rybinové drážky při zatloukání klínu spojovacího beran se zápusťou jsou poměrně nízké úrovně, srovnatelné se statickým předpětím. Pokud byl výběr měřeného místa vhodný a postup zatloukání klínu při našem měření dostatečně reprezentativní (odpověď na tyto otázky byl měl poskytnout rozbor výsledků daleko podrobnějších měření statické napjatosti), neměla by dynamická napětí vznikající při zatloukání klínu ohrožovat životnost spojovacích částí. Tytéž závěry by zřejmě platily i pro zatloukání klínů mezi spodní díl zápusťky a šabotovou vložku;
- b) dopadová rychlost beranu byla při prvních úderech výrazně nižší než při dalších a nebyla stejná při práci dopolední a odpolední směny. Pokud tomu nebrání jiné, především technologické důvody, bylo by z hlediska namáhání stroje výhodnější volit takový postup, aby při prvních úderech byla přetvárná práce vnesená do výkovku co největší, a omezila se při úderech posleďních;
- c) dynamická napětí vznikající při kovacíh rázech v tělese beranu dosahují dosti vysokých hodnot, zvláště ve směru osovém, kdy napětí dosahuje hodnot asi 260 MPa. Současně však v příčném směru působí napětí s výrazně vyšší frekvencí (odpovídá zřejmě příčným vlastním kmitům hlavy beranu), jehož účinek lze nahradit napětím pulzujícím o střední hodnotě 39 MPa a amplitudě střídavé složky 83 MPa. I když beran je zhotoven z materiálu 16341.1, jehož mez pevnosti je 800 MPa a mez kluzu vyšší než 600 MPa, mohou napětí vznikající při rázu vést k jeho porušení. Nutno totiž uvážit, že měřený ráz beranu nemusel být nejtvrděší (intenzita rázu může být poněkud ovlivněna i druhem výkovku), že v jiných místech blízko přechodu do pístnice beranu může docházet i k vyšší koncentraci napětí a dále, že k tomuto dynamickému napětí přistupují ještě napětí teplotní a případně též vlastní prnutí. Složitá napjatost s výraznými střídavými složkami napětí již může ležet v oblasti časové pevnosti materiálu beranu.

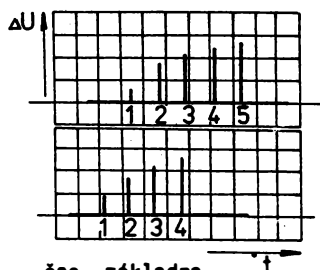
Z uvedeného rozboru vyplývá, že snahou provozovatelů by mělo být snížit jak intenzitu, tak i četnost dynamických napětí. Znamená to, že je třeba vyloučit především tvrdé rázy, které mohou vzniknout vysokou dopadovou rychlostí beranu při dokování výkovku zvláště tehdy, kdy jeho teplota výrazněji poklesla. Rovněž je třeba pracovat na bucharu při ustálených teplotních stavech jeho hlavních částí, aby k napětí mechanickým nepřistupovala ještě výrazněji napětí teplotní.



obr. 1

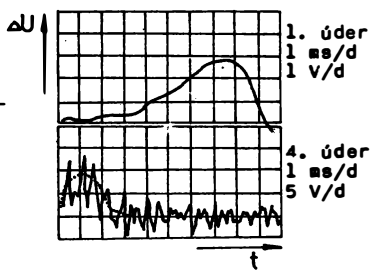


obr. 2



čas. základna  
1 s/d  
vert. citlivost  
5 V/d

obr. 3



1. úder  
1 ms/d  
1 V/d  
4. úder  
1 ms/d  
5 V/d

obr. 4