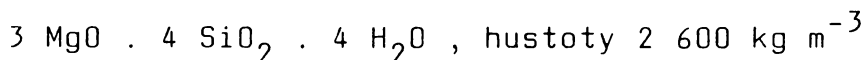


## ODSTRÁNENIE NADMERNÝCH VIBRÁCIÍ OCEĽOVEJ KONŠTRUKCIE VÝROBNÉHO OBJEKTU

Výrobný objekt (TALCUM Rudné bane Hnúšťa) tvorí oceľová konštrukcia v pôdoryse rozčlenená do modulov. Rozmer týchto modulov je 6,0 x 4,5 m resp. 4,5 x 4,5 m v závislosti na rozmiestnení technologického zariadenia objektu. Celkové rozmery objektu dĺžka x šírka x výška sú 34,4 x 27,0 x 22,35 m (podrobnejšie údaje sú v /3/). Technologické zariadenie na spracovanie mastenca



je umiestnené na plošinách uchytených na stojkách modulov oceľovej konštrukcie objektu. Technologické zariadenie pozostáva z mlynov, drvičov, ventilátorov, vibračných triedičov a ich príslušenstva. Stroje tohoto charakteru sa vyznačujú dynamickým režimom značnej intenzity vibrácií a rázov. Vibrácie spôsobujú najmä nevyváženosť rotujúcich častí relatívne veľkej hmotnosti a vysokej frekvencii otáčania. Podľa /1/ stroje tohoto charakteru patria do štvrtej triedy citlivosti ku kmitaniu a medzné hodnoty zrýchlenia (pre frekvencie do 10 Hz), resp. rýchlosti (pre frekvencie nad 10 Hz) sú väčšie ako

$$250 \text{ mm s}^{-2} \quad \text{resp.} \quad 4,0 \text{ mm s}^{-1}$$

Na druhej strane konštrukčné prvky pozostávajúce z oceľových nosníkov, stĺpov atď., všeobecne majú logaritmický dekrement útlmu značne malý (0,08 až 0,15). Všeobecne teda konštrukcia takýchto vlastností zaťažená statickými ale najmä dynamickými účinkami predstavuje mimoriadne zložitý model, ktorého exaktné riešenie je možné len za cenu istých zjednodušení.

Zjednodušený dynamický výpočet vychádzal z rovinného modelu nosníka a zo zadanej frekvencie budiacich síl. V práci /2/ ale najmä /3/ sa uvádza podrobnejšia analýza lokálnych problémov na jednotlivých plošinách pôvodného stavu. Po dobudovaní objektu a spustení skúšobnej prevádzky sa ukázalo, že vibrácie a hlučnosť sú mimoriadne vysoké a že ohrozujú bezpečnosť práce obsluhy a spoľahlivosť prevádzky. Na zmapovanie existujúceho stavu sa zrealizovali príslušné merania (použili sa piezoelektrické snímače KD 22, nábojový zosilňovač ZM 0060, nahrávač fy Brüel typu 7005, analyzátor frekvencie 2131, hladinový zapisovač 3207 a merací zosilňovač 2606). Merali sa hodnoty výchyliek, rýchlosti i zrýchlení vo vertikálnom a v niektorých prípadoch i v horizontálnom smere v charakteristických miestach oceľovej konštrukcie a technologického zariadenia. Výsledky meraní potvrdili, že veľkosti rýchlostí a zrýchlení prekračujú hodnoty predpísané normou ČSN 730032.

Ako sme už uviedli, problematika nadmerných vibrácií a hluku je v tomto prípade značne komplikovaná. Reálna sústava zložená z rôznych nosných prvkov a rôznorodého rozloženia hmotností a budiacich síl predstavuje priestorový

mnohoparametrický dynamický systém. Navyše viaceré parametre, ktoré majú na celkové chovanie konštrukcie základný vplyv nie je možné do výpočtu presne stanoviť. Ide najmä o dokonalosť (nedokonalosť) uloženia nosných prvkov, vplyv zábradlí, schodíšť, sklzov ako i interakcia zdrojov budenia medzi jednotlivými nosnými plošinami. Z tohoto pohľadu je akékoľvek zjednodušovanie resp. priblíženie výpočtového modelu k reálnej sústave problematické.

Návrh rekonštrukčných prác, ku ktorým napriek značným nákladom bolo nutné prikročiť, vychádzal práve z takýchto úvah. Doporučili sme zdroje maximálnych vibrácií odizolovať. Týkalo sa to najmä plošín na kótach 2,10 a 3,20 m, kde situácia bola najkritickejšia. Tieto plošiny sa od ostatnej oceľovej konštrukcii oddelili a postavili sa na samostatnú nosnú konštrukciu rámového typu. Základy týchto rámových konštrukcií sa vybuodovali na vibroizolačných doskách BA 1000x500x50 zabezpečených proti vlhkosti. Stojky rámových konštrukcií sa do základov kotvili cez pätky skrutkami.

Úspešnosť rekonštrukčných prác sa preverila novými meraniami. V tomto článku nie je možné poskytnúť širší obraz o dosiahnutých výsledkoch, uvedieme iba porovnanie pôvodného a zrekonštruovaného stavu v dvoch charakteristických prípadoch dokumentovaných údajmi podľa tab. 1 a 2 (horný údaj - pôvodný stav, dolný - stav po rekonštrukcii) a znázornených v grafoch na obr. 1 a 2.

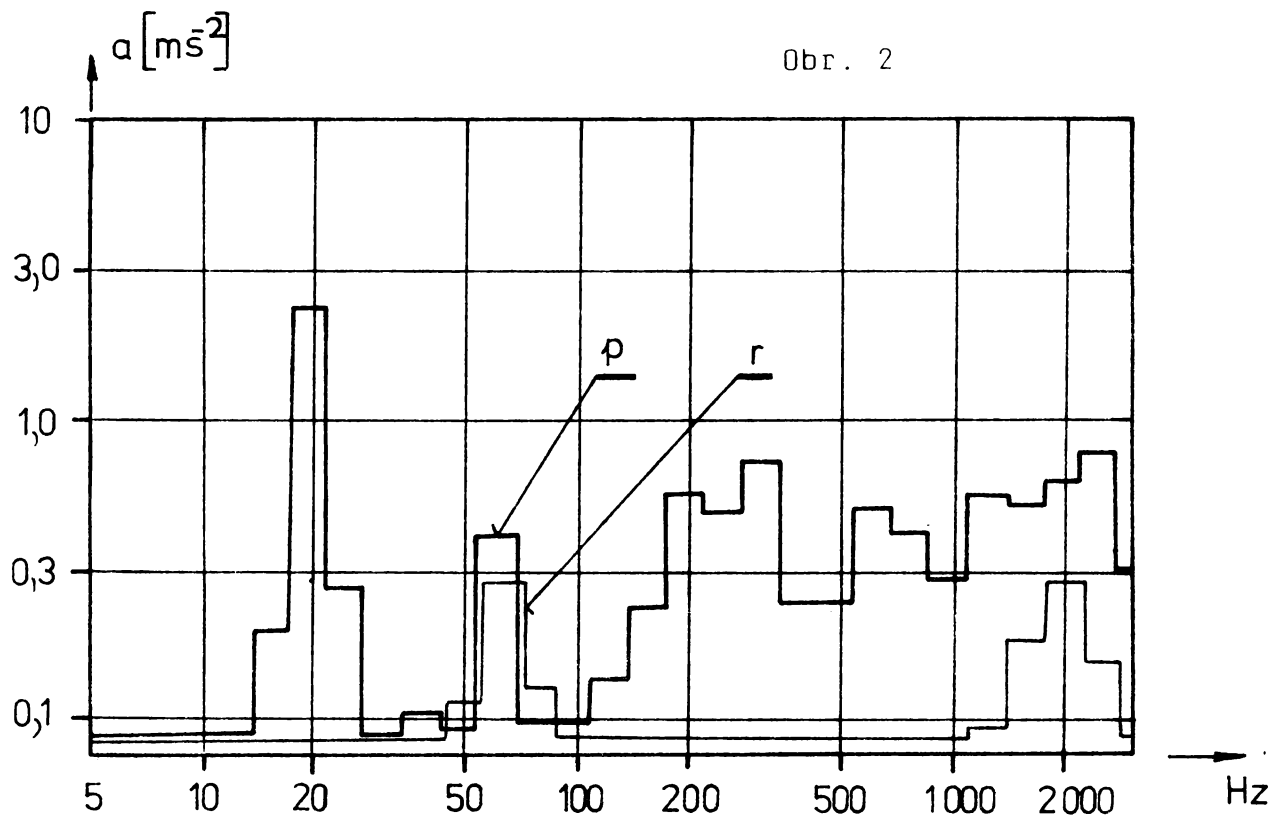
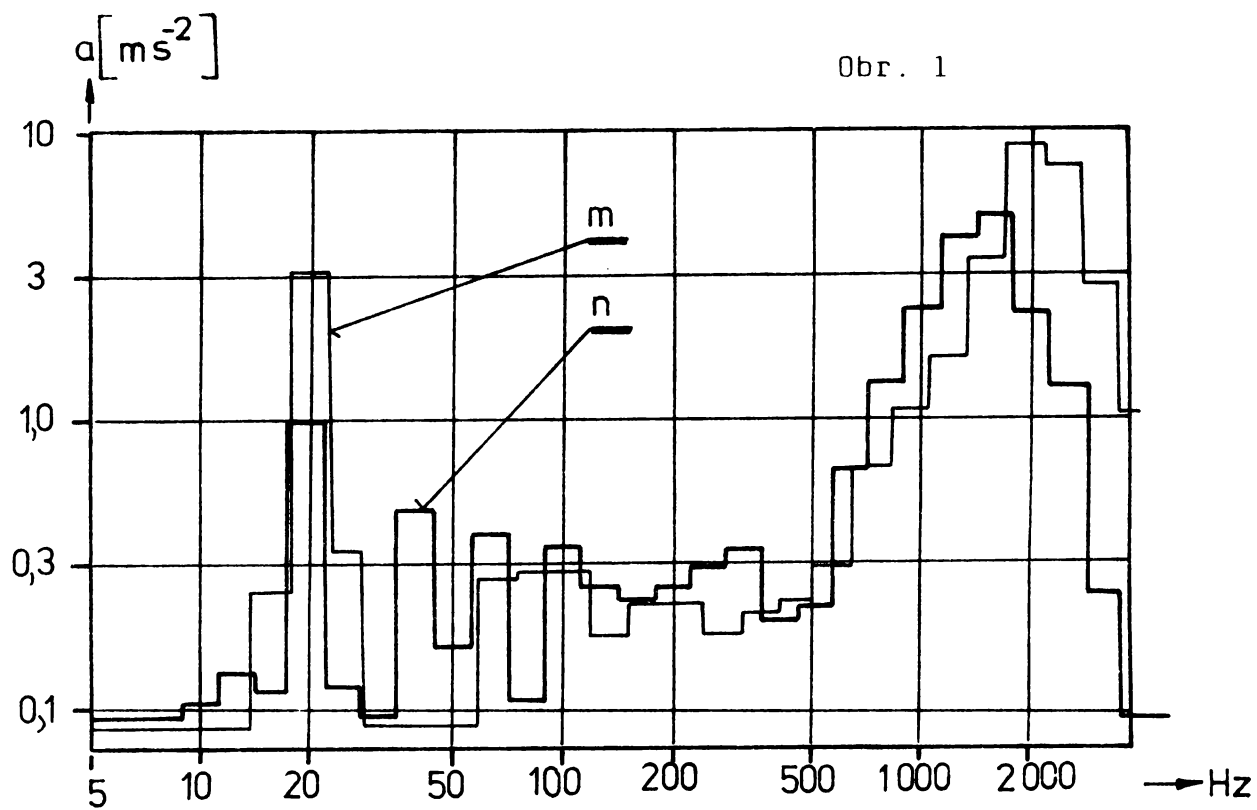
V prvom prípade ide o porovnanie stavu vibrácií pred a po rekonštrukcii v mieste na telese vnútorného ložiska kladivového mlyna (typu 2142). Meranie výchylky  $y$ , rýchlosti  $v$  a zrýchlenia  $a$  sa vykonalo v horizontálnom smere. Grafy  $m$  (pôvodný stav) a  $n$  (stav po rekonštrukcii) konvergujú k zhode (okrem úzkeho frekvenčného pásma od 25 do 55 Hz). Vyjadrujú totiž rovnaký fyzikálny jav, ktorý nebol a ani nemal byť rekonštrukciou odstránený - nevyváženosť rotujúcich častí kladivového mlyna. V grafe  $n$  sú extrémne veľkosti zrýchlení dokonca vyššie. To poukazuje iba na vyššiu opotrebovanosť kladív v čase merania po vykonanej rekonštrukcii.

Druhý prípad poukazuje na skutočnosť, ktorá už bezprostredne súvisí s rekonštrukciou. Ide tu o posúdenie horizontálnych vibrácií dvoch susedných nosných prvkov (nosníkov), ktoré sú od seba dodatočne oddelené izolačnou štrbinou. Podľa grafu  $p$  sa chová zrýchlenie nosníka plošiny v danom bode, ktoré by sa pôvodne prenieslo do susedného nosníka a tým do ostatných okolitých prvkov oceľovej konštrukcie. Graf  $r$  s podstatne nižšími hodnotami zrýchlenia ukazuje chovanie "odizolovaného" susedného nosníka v vhodnom bode, ktorý prakticky nie je ovplyvnený budiacimi silami pôsobiacimi na plošine. Študovali sa a porovnávali vibrácie v 31 bodoch charakteristického významu pred a po rekonštrukcii vo vertikálnom a podľa potreby aj v horizontálnom smere. Dospelo sa k záveru, že hodnoty rýchlostí a zrýchlení neprekračujú prípustné medze dané normou ČSN 73 00 32 a objekt možno spustiť do prevádzky.

TAB. 1

TAB. 2

Frekvenčné pásmo (Hz)	$a$	$v$	$y$	$a$	$v$	$y$
	$[\text{mm s}^{-2}]$	$[\text{mm s}^{-1}]$	$[10^{-3} \text{mm}]$	$[\text{mm s}^{-2}]$	$[\text{mm s}^{-1}]$	$[10^{-3} \text{mm}]$
5	<0,1	3,2	100	0,03	0,89	28
	0,03	1,0	32	0,01	0,5	14
6,3	<0,1	2,5	64	0,02	0,45	11,5
	0,03	0,8	20	0,01	0,23	5,7
8	<0,1	2	40	0,02	0,32	6,3
	0,05	0,9	17,8	0,006	0,11	2,2
10	0,11	1,7	27	0,01	0,2	3,2
	0,03	0,5	8	0,004	0,06	1,0
12	0,05	1,9	24	0,03	0,36	4,5
	0,03	0,6	7,3	0,005	0,06	0,8
16	0,12	1,2	12	0,2	2,0	20,0
	0,3	2,5	25	0,008	0,08	0,7
20	1	8	63	2,24	18,0	140
	2,8	22	180	0,04	0,2	2,5
25	0,12	0,7	4,8	0,25	1,6	10
	0,3	1,9	12	0,06	0,4	2,6
31	<0,1	0,5	2,6	0,03	0,13	0,66
	0,07	0,3	1,9	0,03	0,1	0,7
40	0,5	2	7,9	0,1	0,4	1,6
	0,08	0,3	1,3	0,07	2,8	1,1
50	0,17	0,5	1,7	0,08	0,25	0,8
	0,07	0,2	0,7	0,11	0,36	1,1
63	0,4	1	2,6	0,4	1,0	2,6
	0,3	0,7	1,8	0,3	0,71	1,8
80	0,11	0,2	0,4	0,09	0,18	0,4
	0,3	0,5	1,1	0,11	0,22	0,4
100	0,38	1,2	1,9	0,09	0,14	0,23
	0,3	0,4	0,7	0,04	0,06	<0,09
125	0,27	0,3	0,4	0,13	0,16	0,2
	0,2	0,2	0,2	0,03	0,06	<0,09
160	0,24	0,2	0,2	0,22	0,22	0,2
	0,2	0,2	0,2	0,04	<0,06	<0,09
200	0,25	0,2	0,1	0,6	0,45	0,4
	0,2	0,2	0,1	0,07	<0,06	<0,09
250	0,3	0,1	0,1	0,5	0,3	0,2
	0,2	0,1	0,07	0,05	<0,06	<0,09
315	0,36	0,18	0,09	0,7	0,4	0,2
	0,2	0,07	0,07	0,08	<0,06	<0,09
400	0,2	0,08	0,03	0,22	<0,09	<0,04
	0,2	0,1	0,07	0,05	<0,06	<0,09
500	0,22	0,07	0,02	0,22	<0,09	<0,04
	0,3	0,1	0,07	0,07	<0,06	<0,09
1000	2,5	0,4	0,06	0,25	<0,09	<0,04
	1,6	0,1	0,07	0,07	<0,06	<0,09



Zoznam literatúry : /1/ ČSN 73 00 32 - Výpočet stavebných konštrukcií zaťažených dynamickými účinkami strojov./2/Hörmann, J., Lipková, J., Mrva, Š.- Analýza nadmerných vibrácií oceľovej konštrukcie. Zborník prác celoštátnej konferencie EAN, Nitra, 1989. /3/ Hörmann, J., Lipková, J., Mrva, Š.- Analýza nadmerných vibrácií OK objektu TALCUM. Výskumná správa HZ č. 19/88. Bratislava 1988.

Doc. Ing. Jozef Hörmann, CSc.- EF SVŠT 812 19 Bratislava