

ANALÝZA NADMERNÝCH VIBRÁCIÍ OCEĽOVEJ KONŠTRUKCIE OBJEKTU TALCUM RUDNÉ BANE HNUŠŤA

Doc. Ing. Jozef Hörmann, CSc., Ing. Jarmila Lipková, CSc.,
Ing. Štefan Mrva, Elektrotechnická fakulta SVŠT

1 Úvod

Vybudovanie výrobného objektu 002 TALCUM, Rudné bane Hnúšťa si vyžiadala potreba spracovania mastenca (chemické zloženie $3 \text{ MgO} \cdot 4 \text{ SiO}_2 \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$, hustota $2,6 \text{ t m}^{-3}$) z domácich zdrojov (Hnúšťa) i zo zahraničia (Čína, Južná Korea). Objekt tvorí oceľová konštrukcia s obvodovými stenami vyplnenými murivom. Po dobudovaní objektu a spustení výroby sa zistilo, že vibrácie oceľovej konštrukcie lokalizované v priestore uloženia strojnej technológie sú tak vysoké že nedovoľujú výrobu podľa plánovaných parametrov. V týchto fázach nebolo jasné do akej miery na negatívnych dôsledkoch sa podieľajú nevyvážky rotujúcich častí strojov, nedostatočný výpočet a návrh oceľovej konštrukcie ako i rezonančné javy pri kmitaní nosných prvkov.

2 Súčasný stav

Základné rozmery oceľovej konštrukcie sú:

- dĺžka 34 500 mm
- šírka 27 000 mm
- výška 22 350 mm

Kotvenie oceľovej konštrukcie podľa úsekov v smere :

dĺžky		šírky		
(1 - 2)	} s modulom	(A - B)	} s modulom	6 500 mm
(2 - 3)		(B - C)		6 500 mm
(3 - 4)		(C - D)		6 500 mm
(4 - 5)		(D - E)		6 500 mm
(5 - 6)		(E - F)		6 500 mm
(6 - 7)		(F - G)		6 500 mm

V kotviacom poli [(3-4) x (B-C)] sa na kóte + 2 100 mm (od úrovni podlahy) nachádza nosná plošina na ktorej je uložený kladivový mlyn (typ 21 42) s príslušenstvom a na úrovni + 4 600 mm nosná plošina na ktorej je uložený dynamický vibračný triedič (typ EDT 800 x 2 000). V kotviacom poli [(3-4) x (E-F)] sa na kóte + 3 200 mm nachádza nosná plošina na ktorej je uložený kladivový drvič (typ 11 13) s náhonom a ostatným príslušenstvom.

Skutočné hodnoty parametrov nadmerných vibrácií sa zistili meraním v kritických miestach na technologickom zariadení i na nosných prvkoch ocelevej konštrukcie. Merali sa hodnoty výchyliek, rýchlostí a zrýchlení vo vertikálnom smere a v niektorých bodoch súčasne aj v horizontálnom smere. Miesta merania sú vyznačené v schémach na obrázku 1 (nosná plošina + 2 100 mm) a na obrázku 2 (nosná plošina + 3 200mm). Merania sa realizovali vo frekvenčných pásmach (Hz) :

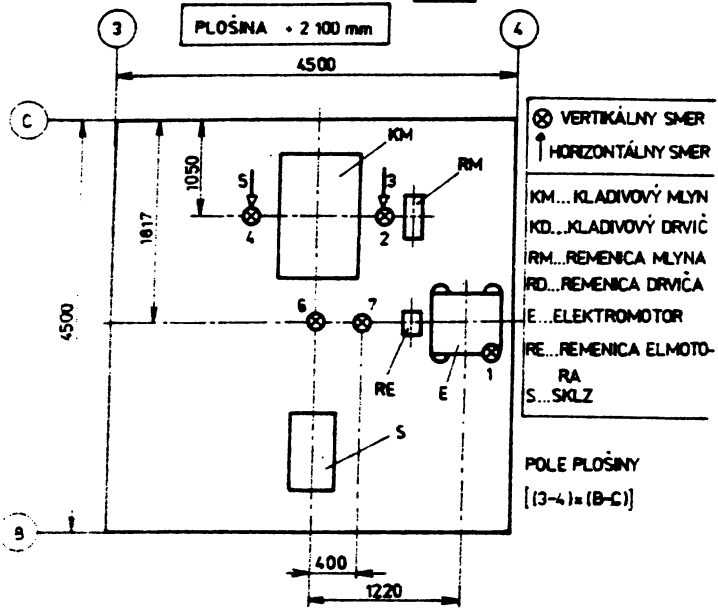
5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31	40	50
	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
	630	800	1000							

3 Výsledky meraní a analýza príčin nadmerných vibrácií

V tomto krátkom príspevku nieje možné uviesť všetky súvislosti, matematické formulácie a potrebné podklady na základe ktorých sa doporučil ďalší postup pri odstraňovaní nedostatkov. V tabuľke 1 uvádzame hodnoty zrýchlenia a ($m s^{-2}$) rýchlostí v ($m s^{-1}$). 10^{-3} a výchylky y (mm). 10^{-3} namerané iba v bode 2 na plošine + 3 200 mm, tj. vo vertikálnom smere na vnútornom ložisku kladivového drviča v závislosti na hore uvedených frekvenčných pásmach.

Na obrázku 3 sú znázornené hodnoty zrýchlení snímané na tom istom ložisku vo vertikálnom smere (2) ale aj v horizontálnom smere (3). Z tohoto obrázku vidieť, že v intervale cca 600 až 1 700 Hz sú veľkosti zrýchlení väčšie v horizontálnom smere. V ostatných frekvenčných pásmach prevažujú veľkosti zrýchlení vo vertikálnom smere.

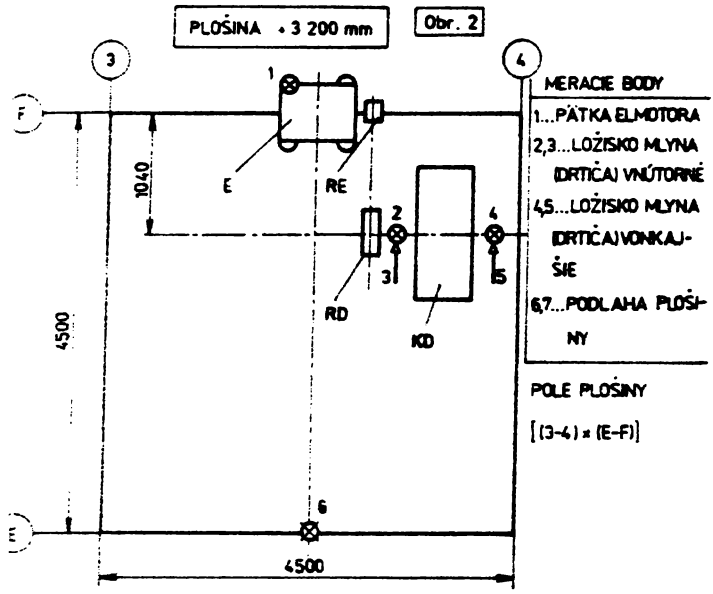
Obr. 1



- ⊗ VERTIKÁLNY SMER
- ↑ HORIZONTÁLNY SMER
- KM... KLADIVOVÝ MLYN
- KD... KLADIVOVÝ DRVIČ
- RM... REMENICA MLYNA
- RD... REMENICA DRVIČA
- E... ELEKTROMOTOR
- RE... REMENICA ELMOTO-
RA
- S... SKLZ

POLE PLOŠINY
[(3-4) = (B-C)]

Obr. 2



- MERACIE BODY
- 1... PÁTKA ELMOTORA
- 2,3... LOŽISKO MLYNA
(DRVIČA) VNÚTORNÉ
- 4,5... LOŽISKO MLYNA
(DRVIČA) VNKAJ-
ŠIE
- 6,7... PODLAHA PLOŠI-
NY

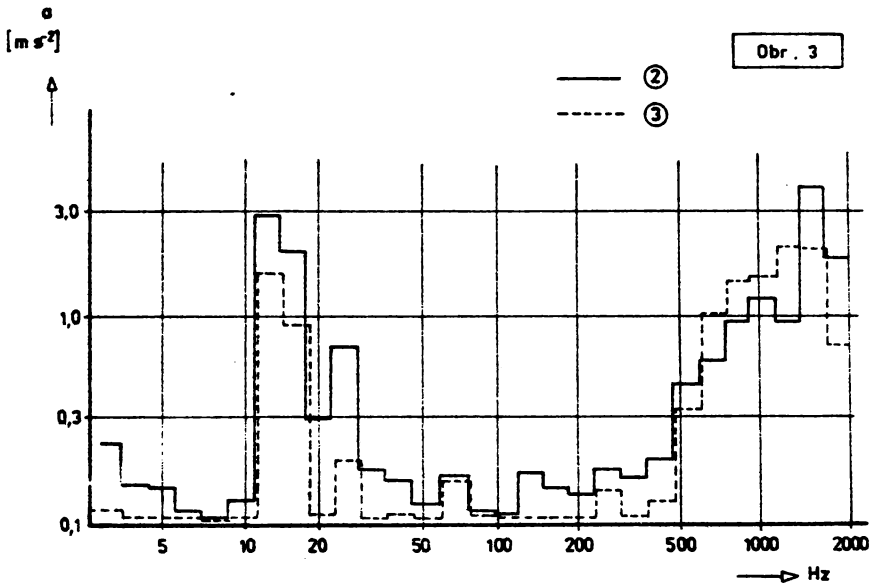
POLE PLOŠINY
[(3-4) = (E-F)]

Tabuľka 1

		5	6,3	8	10	12,5	16	20
2	$a \text{ m s}^{-2}$	0,15	0,11	0,1	0,13	3	2	0,32
	$v \text{ m s}^{-1} \cdot 10^{-3}$	4,6	2,8	2	2	38	20	2,5
	$y \text{ mm} \cdot 10^{-3}$	150	70	40	30	490	200	20

25	31	40	50	63	80	100
0,71	0,18	0,13	0,13	0,17	0,11	0,11
4,5	0,9	0,64	0,4	0,43	0,22	0,18
30	4,7	2,5	1,3	1,1	0,44	0,28

125	160	200	250	315	400	500 ...
0,18	0,14	0,14	0,18	0,16	0,19	0,45...
0,23	0,14	0,11	0,12	0,08	0,08	0,14...
0,29	0,14	0,09	0,07	0,04	0,03	0,05...



Podrobnou analýzou sa zistilo, že hodnoty zrýchlení, rýchlostí a výchylek nadobúdajú extrémne veľkosti v dvoch pre každú plošinu rozdielnych frekvenčných pásmach prakticky vo

všetkých bodoch merania na technologickom zariadení i na nosných prvkoch. Prvé frekvenčné pásmo s extrémnymi hodnotami je zhodné s budiacou frekvenciou nevyvážkov rotora mlyna resp. drviča. Druhé súvisí s rezonančnými javmi, ktoré ovplyvňuje tuhosť nosných prvkov, spôsob uloženia agregátov a konfigurácia hmotností na plošine. Kladivový mlyn (drvič) vykazuje vplyvom opotrebenia kladív rastúcu nevyváženosť a tým aj rast extrémnych hodnôt charakteristík vibrácií. Na plošine + 4 600 mm na ktorej je uložený dynamický vibračný triedič je situácia odlišná. Pracovný kmitočet triediča je 16 Hz a maximálna amplitúda 3,1 mm. Tento triedič je uložený na pružnom podklade (na systéme pružín, ktoré dodáva výrobca spolu s triedičom). Meraním sa zistilo, že vlastný triedič nie je príčinou nadmerných vibrácií. Základný vplyv má kladivový mlyn, ktorý je uložený o jedno podlažie nižšie (na kóte + 2 100 mm). Merania súčasne potvrdili, že pôvodný výpočet nosných plošín nevychádzal všeobecne zo správneho matematického modelu. Rýchlosti a zrýchlenia vibrácií takmer vo všetkých meraných bodoch v pásmach frekvencií s extrémnymi hodnotami vysoko prekračovali hodnoty ktoré pripúšťa norma ČSN 73 0032.

4 Záver

Dynamicke účinky strojného technologického zariadenia použitého na spracovanie mastenca mali za následok extrémne hodnoty vibrácií pôvodnej ocelevej konštrukcie, ktoré vysoko prekračovali prípustné hodnoty určené ČSN 73 0032. Na požiadanie investora sme spracovali podrobnú analýzu príčin tohto stavu a navrhli sme rekonštrukciu uloženia technológie na samostatné nosné konštrukcie zakotvené do samostatných základov s použitím vibroizolačných dosiek. Doporučili sme ďalej aby nadväzná technologická zariadenia (sklzy, potrubia atď.) sa pripojili prostredníctvom pružných podložiek, ktoré majú zabrániť šíreniu vibrácií. V súčasnosti (február 1989) sú už spracované výpočty a nové projekty podľa tejto koncepcie a na objekte sa začali rekonštrukčné práce.

LITERATÚRA

- [1] HÖrmann, J. a kol.: Analýza nadmerných vibrácií ocelevej konštrukcie výrobného objektu TALCUM. Výskumná správa č.HŽ 19/88, EF SVST Bratislava 1988.
- [2] ČSN 73 0032 : Výpočet stavebných konštrukcií zaťažených dynamickými účinkami strojov.