

FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

273 906

(21) PV 2037-89.E
(22) Přihlášeno 03 04 89

(40) Zveřejněno 14 08 90
(45) Vydáno 25 05 92

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁵
B 65 G 27/20

(75) Autor vynálezu KUBÍN SÁVA, RYCHVALD

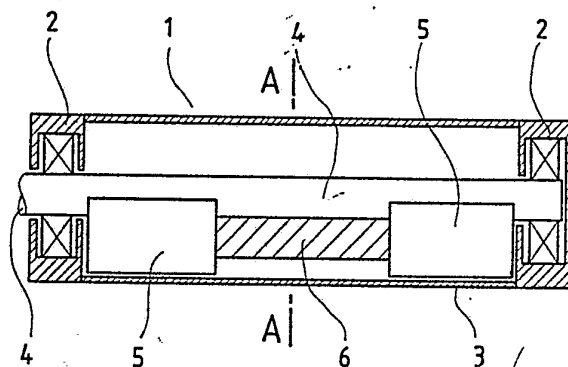
(54) Vibrátor s rotujícími nevyvažky

(57) Podstatou řešení je, že ke střední části hřídele /4/ je připevněno podélné výztužné žebro /6/, zejména čtyřhranného průřezu, které svými konci je připevněno k oběma vnitřním čelům nevyvažků /5/a kde výška podélného výztužného žebra /6/ je 0,25 až 1,25 násobkem průměru hřídele /4/, přičemž poměr ohybových modulů průřezu hřídele /4/ s podélným výztužným žebrem /6/a samotného hřídele /4/ je dán vztahem

$$\frac{W_0}{W_0} = \frac{1 + \frac{Q \cdot b}{4 \cdot (Pl + Q) \cdot (l - b)}}{A \cdot \gamma}$$

kde značí

- W₀₁ - ohybový modul průřezu hřídele s podélným výztužným žebrem/m³/;
- W₀ - ohybový modul průřezu hřídele/m³/;
- Q - odstředivá síla podélného výztužného žebra /N/;
- b - délka podélného výztužného žebra/m/;
- Pl - odstředivá síla jednoho nevyvažku /N/;
- l - délka hřídele mezi podporami v ložiskách /m/;
- A γ - poměr úbytku maximálního ohybového napětí hřídele.



OBR.1

Vynález se týká vibrátoru s rotujícími, poměrně dlouhými nevyvážky, který je určen pro uvádění rozměrnějších vibračních zařízení do kmitavého pohybu a řeší zvýšení tuhosti poháněného hřídele, a tím i zmenšení jeho průhybu a dále výrobní jednoduchost a sníženou hmotnost tohoto vibrátoru při současném zvýšení životnosti ložisek.

Jsou známy vibrátory s rotujícími nevyvážky, které sestávají ze dvou ložiskových těles, upevněných ke skříni vibračního zařízení, které jsou spojeny ochranným krytem a v nichž je otočně uložen hřídel, na který se z elektromotoru přenáší kroučící moment, například buď pružnou spojkou, nebo pomocí převodu s klínovými řemeny, přičemž mezi ložiskovými tělesy je k hřídeli připevněna soustava nevyvážek. Odstředivé síly, vznikající při rotaci těchto nevyvážek, jsou sice podstatou vzniku požadovaného kmitavého pohybu vibračního zařízení, avšak jejich negativním důsledkem je průhyb hřídele, čímž dochází k cyklickému namáhání ložisek, která jsou dále namáhána jednak i setrvačnými silami, vznikajícími z kmitavého pohybu jednotlivých dílů ložisek a jednak axiálními cyklickými setrvačnými silami, vznikajícími při naklápění vnitřních dílů ložisek při průhybu hřídele, v jejichž důsledku dochází k havariím těchto ložisek, a tím i vyřazení celého vibračního zařízení z provozu.

Pro eliminaci tohoto namáhání je proto žádoucí dosáhnout maximálně možného snížení průhybu hřídele vibrátoru, což se například provádí předehtutím tohoto hřídele již při jeho výrobě, a to v takové velikosti a směru, aby průhyb při jeho rotaci s nevyvážky se vyrovnal s provedeným předehtutím, aby při nominálních provozních otáčkách byla podélná osa hřídele přímá. Nevýhodou tohoto řešení je však výrobní složitost, protože hřídel se musí vyrobit s relativně malým, avšak přesným a trvanlivým průhybem. Další nevýhodou je, že provozní průhyb hřídele je eliminován až při dosažení nominálních otáček, čímž v rozběhové a doběhové fázi tohoto vibrátoru dochází opět k cyklickému namáhání ložisek.

U dalších známých vibrátorů jdou pro eliminaci výše uvedeného namáhání připevněny k hřídeli vibrátoru dva systémy nevyvážek, kde hlavní nevyvážky pro vznik kmitavého pohybu jsou umístěny v co nejbližší možné vzdálenosti od obou ložiskových těles a vedlejší nevyvážky jsou umístěny jednak blíže ke střední části hřídele a jednak na jeho protilehlé straně, a to vůči nevyvážkům hlavním. Výsledná odstředivá síla je zde tedy dána rozdílem působení hlavních a vedlejších nevyvážek, přičemž vedlejší nevyvážky o menší hmotnosti mohou vlivem jejich umístění zcela nebo ve značné části eliminovat průhyb hřídele.

Nevýhodou tohoto řešení je jednak nutnost poměrně složitého výpočtu pro určení dimenzí hřídele a všech nevyvážek, včetně jejich situování na hřídeli, který tímto představuje nosník o značně proměnném průřezu. Další jeho nevýhodou je, že dochází ke zvýšení jak hmotnosti vibrátoru, tak i hodnoty odstředivé síly rotujících hmot, čímž s ohledem na únosné rozběhové podmínky je nutno zvýšit dimenzi hnacího motoru.

Uvedené nevýhody odstraňuje vibrátor s rotujícími nevyvážky, podle vynálezu, sestávající ze skříně, opatřené ložisky, v nichž je otočně uložen hřídel, ke kterému jsou připevněny nejméně dva nevyvážky, a kde hřídel, procházející svou jednou stranou touto skříní, je napojen na hnací jednotku.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že ke střední části hřídele je připevněno podélné výztužné žebro, zejména čtyřhranného průřezu, které svými konci je připevněno k oběma vnitřním čelům nevyvážek a kde výška podélného výztužného žebra je 0,25 až 1,25 násobkem průměru hřídele, přičemž poměr ohybových modulů průřezu hřídele s podélným výztužným žebrem a samotného hřídele je dán vztahem

$$\frac{W_{o1}}{W_o} = \frac{1 + \frac{Q \cdot b}{4 \cdot Pl + \frac{Q}{2} \cdot l - b}}{A \gamma}$$

kde značí

W_{o1} - ohybový modul průřezu hřídele s podélným výztužným žebrem / m^3 /;

W_o - ohybový modul průřezu hřídele / m^3 /;

Q - odstředivá síla podélného výztužného žebra / N /;

b - délka podélného výztužného žebra / m /;

Pl - odstředivá síla jednoho nevyvážky / N /;

l - délka hřídele mezi podporami v ložiskách / m /;

$A \gamma$ - poměr úbytku maximálního ohybového napětí hřídele.

Výhodou vibrátoru podle vynálezu je, že výztužné žebro vytváří důležitý výztužný prvek, zvyšující několikanásobně tuhost hřídele s nevyvážky v jeho kritické střední části, kde je největší ohybový moment a současně i nejmenší průřezový modul, čímž se podstatně zmenší jeho průhyb a zvýší se životnost ložisek. Protože toto výztužné podélné žebro současně i vytváří další nevyvážek, zvětšuje se jím sice maximální ohybový moment, ale toto zvětšení je poměrně malé, protože hmotnost hlavních nevyvážek může být naopak o nevyváženou hmotu tohoto žebra zmenšena, čímž uvedené malé zvýšení maximálního ohybového momentu je v násobcích vykompenzováno zvýšením tuhosti hřídele a z ní rezultujícího snížení jeho ohybového napětí. Toho je možno s výhodou využít jednak pro zvětšení délky hřídele, a tím i vytvoření delšího vibrátoru a jednak pro zmenšení průměru hřídele. Další výhodou je, že vlivem možného zmenšení velikosti hlavních nevyvážek může být zmenšen i příčný průřez vibrátoru, který je limitován právě velikostí těchto nevyvážek, čímž současně dochází ke snížení jeho hmotnosti. Také je výhodou výrobní jednoduchost, protože oproti hlavním nevyvážkám o průřezu ve tvaru poloviny válce, je možno pro podélné výztužné žebro použít válcovanou tyč o čtyřhranném průřezu, kterou lze snadno připevnit svařením, a to jak k hřídeli, tak i k přílehlým čelům obou nevyvážek.

Na připojeném výkrese je příkladně schematicky znázorněn vibrátor podle vynálezu, kde na obr. 1 je jeho podélný řez a na obr. 2 příčný řez, vedený řeznou rovinou A-A z obr. 1.

Vibrátor s rotujícími nevyvážky podle příkladného provedení sestává ze skříně 1, tvořené ložiskovými tělesy 2, vzájemně spojenými troubou 3, která jsou upevněna nenaznačenými šrouby ke skříní vibračního zařízení. V naklápěcích ložiskách ložiskových těles 2 je otočně uložen hřídel 4, procházející svou jednou stranou skříní 1, který je napojen přes nenaznačenou pružnou spojku na hnací jednotku, tvořenou elektromotorem. Ve skříní 1 jsou u obou ložiskových těles 2 připevněny k hřídeli 4 nevyvážky 5 v průřezu ve tvaru poloviny válce, k jejichž vnitřním čelům je svými konci připevněno podélné výztužné žebro 6 čtvercového průřezu, které po celé délce mezi oběma nevyvážky 5 je také i připevněno ke střední části hřídele 4, přičemž při výšce podélného výztužného žebra 6 shodné s průměrem hřídele 4 je poměr ohybového modulu průřezu hřídele 4 s podélným výztužným žebrem 6 a ohybového modulu průřezu samotného hřídele 4 5,8 : 1.

U vibrátoru vznikají při rotaci hřídele s nevyvážky odstředivé síly, uvádějící vibrační zařízení, napojené na tento vibrátor, do kmitavého pohybu, přičemž současně způsobují i nežádoucí průhyb hřídele 4. Z důvodu snížení tohoto průhybu je vibrátor podle vynálezu proveden tak, že k hřídeli 4 a současně i k vnitřním čelům nevyvážek

5 se připevní podélné výztužné žebro 6, které tímto vytváří další přidavný nevyvážek a současně plní i výztužnou funkci, čímž dochází k snížení maximálního ohybového napětí hřídele.

Při stanovení dimenzí tohoto vibrátoru se postupuje tak, že při ohybovém modulu průřezu hřídele $W_0 = 0,1 D^3$ s rozměru použité čtvercové tyče pro podélné výztužné žebro, jejíž strana čtverce je rovna průměru tohoto hřídele, potom při zjednodušeném předpokladu, že neutrální osa průřezu prochází rozhraním mezi kruhovým a čtvercovým průřezem, bude statický moment setrvačnosti "I":

$$I_c = I_0 + I_D$$

$$I_c = \frac{D^4}{20} + \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{D^2}{2} + \frac{D^4}{12} + D^2 \cdot \frac{D^2}{2}$$

$$I_c = 0,58 D^4$$

$$W_{0c} = 0,58 D^3$$

Ohybový modul průřezu W_{0c} je tedy 5,8 krát větší, než u samotného hřídele s průměrem "D". Přitom maximální ohybový moment hřídele s podélným výztužným žebrem předstávajícím rovnoměrné zatížení "Q" uprostřed hřídele mezi oběma nevyvážky bude X krát větší.

Výpočet tohoto zvětšení se provádí za předpokladu, že jednak celková odstředivá síla dosavadního provedení bez podélného výztužného žebra a provedení s tímto žebrem zůstane shodná dle vztahu

$$P_1 = P - \frac{Q}{2}$$

a jednak, že rozložení břemen na nosníku, volně uloženém na dvou podporách, v našem případě hřídele s nevyvážky a s podélným výztužným žebrem, uloženým v naklápěcích ložiskách je v poměru

$$l = 2a + b,$$

kde platí vztah

$$P_1 \cdot a + \frac{Q}{8} \cdot \frac{4a + b}{2} = X \cdot P \cdot a,$$

kde značí

- P - odstředivá síla dosavadního nevyvážku /N/;
- P₁ - odstředivá síla nového nevyvážku /N/;
- Q - odstředivá síla podélného výztužného žebra /N/;
- l - délka hřídele mezi podporami v ložiskách /m/;
- a - vzdálenost sil P, P₁ od podpor v ložiskách /m/;
- b - délka podélného výztužného žebra /m/;
- X - zvětšení maximálního ohybového momentu u provedení s podélným výztužným žebrem,

přičemž úpravou výše uvedeného vztahu se obdrží:

$$X = 1 + \frac{Q \cdot b}{4(P_1 + Q) \cdot \frac{1-b}{2}}$$

Dále porovnáním ohybových momentů a modulů průřezu hřídelů dosavadního provedení a provedení s podélným výztužným žebrem se obdrží poměrné snížení výsledného maximálního ohybového napětí hřídele A_{γ} podle vztahu:

$$A_{\gamma} = \frac{1 + \frac{Q \cdot b}{4 \cdot \frac{P_1 + Q}{2} \cdot (1 - b)}}{\frac{W_{o1}}{W_o}}$$

kde hodnoty pro stanovení A_{γ} v příkladném řešení pro případ $h = D$ jsou tyto:

$$P = 23\,000 \text{ N}$$

$$\gamma = 8\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$$

$$b = 0,5 \text{ m}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

$$D = 0,5 \text{ m}$$

$$n = 1\,450 \text{ ot/min}$$

$$z \text{ čehož } Q = 11\,500 \text{ N}$$

Dosazením těchto hodnot do výše uvedeného vzorce bude poměr úbytku maximálního ohybového napětí hřídele s nevývažky a s podélným výztužným žebrem ve srovnání s dosavadním provedením bez podélného výztužného žebra roven 0,194.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Vibrátor s rotujícími nevývažky, sestávající ze skříně, opatřené ložisky, v nichž je otočně uložen hřídel, ke kterému jsou připevněny nejméně dva nevývažky, a kde hřídel, procházející svou jednou stranou touto skříní, je napojen na hnací jednotku, vyznačující se tím, že ke střední části hřídele /4/ je připevněno podélné výztužné žebro /6/, zejména čtyřhranného průřezu, které svými konci je připevněno k oběma vnitřním čelům nevývažků /5/ a kde výška podélného výztužného žebra /6/ je 0,25 až 1,25 násobkem průměru hřídele /4/, přičemž poměr ohybových modulů průřezu hřídele /4/ s podélným výztužným žebrem /6/ a samotného hřídele /4/ je dán vztahem

$$\frac{W_{o1}}{W_o} = \frac{1 + \frac{Q \cdot b}{4 \cdot \frac{P_1 + Q}{2} \cdot (1 - b)}}{A_{\gamma}}$$

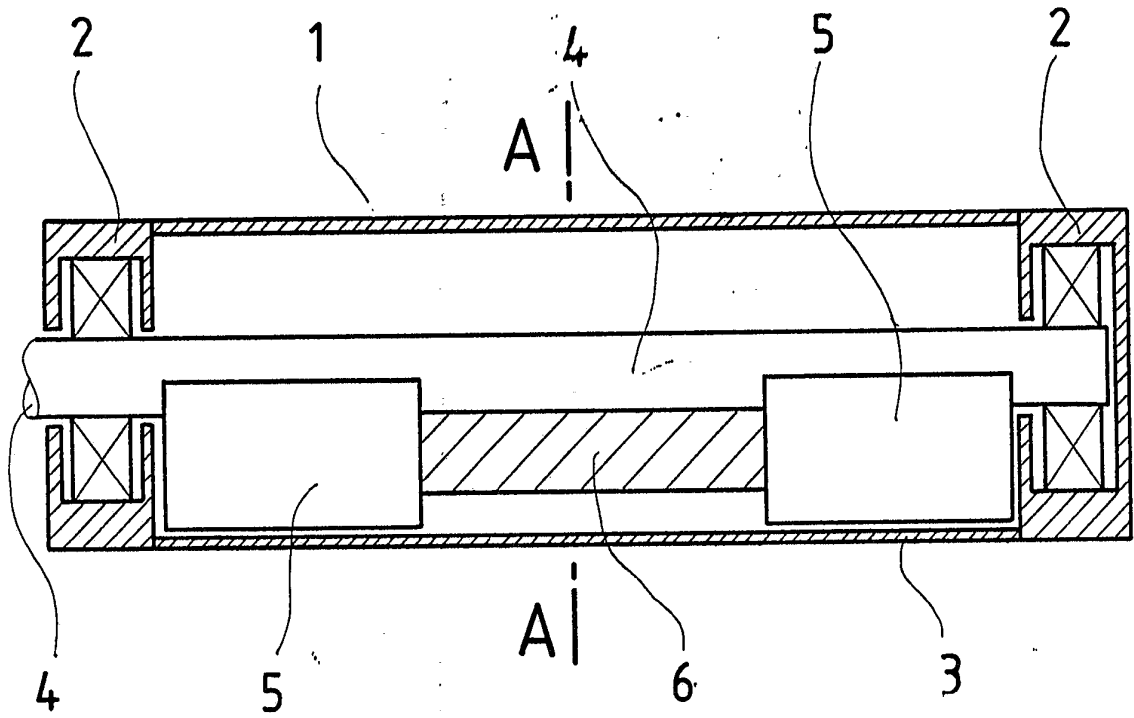
kde značí

W_{o1} - ohybový modul průřezu hřídele s podélným výztužným žebrem / m^3 /;

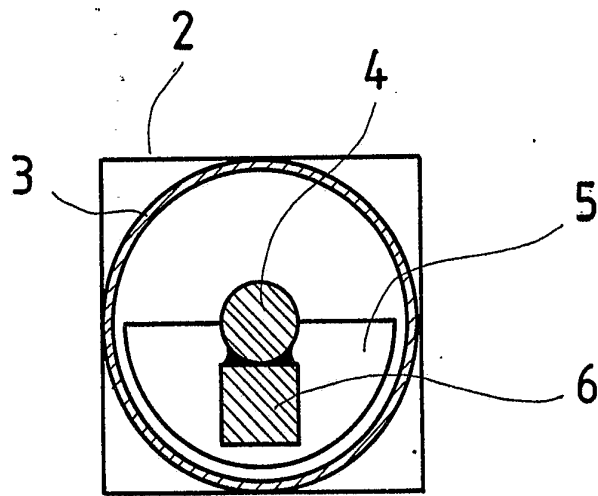
W_o - ohybový modul průřezu hřídele / m^3 /;

Q - odstředivá síla podélného výztužného žebra / N /;

b - délka podélného výztužného žebra / m /;



OBR.1



OBR.2