



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

203262
(11) (B1)

(22) Přihlášeno 24 03 77
(21) {PV 1981-77}

(40) Zveřejněno 30 06 80

(45) Vydáno 15 12 82

(51) Int. Cl.³
G 01 H 3/10

(75)

Autor vynálezu

PĚTROVSKÝ VLADIMÍR ing. CSc., PLZEŇ

(54) Seismický snímač dráhy svislých kmitů

1

Vynález se týká seismického snímače dráhy svislých kmitů s nízkým vlastním kmitočtem.

Základní podmínkou pro správné měření chvění jakéhokoliv objektu seismickým snímačem je, aby vlastní kmitočet jeho kmitavého systému byl nižší než nejnižší kmitočet všech harmonických složek měřeného průběhu chvění. V technické i vědecké praxi je často třeba měřit chvění o kmitočtech 1 Hz i nižších, například při měření chvění a vyvažování nízkootáčkových vodních turbin nebo obráběcích strojů, komponentů primárního okruhu jaderných elektráren, potrubí, mostových konstrukcí, stožárů, výškových staveb, aktivních i pasivních nízkoladěných odpružení různých zařízení, otřesů půdy a jiné. Dostatečně nízkého vlastního kmitočtu systému snímače je dosahováno jednak velmi malou tuhostí jeho uložení, například na velmi měkkých pružinách, což je omezeno hledisky technologickými a stabilitními a jednak jeho velkou hmotností. Velká hmotnost systému si vynucuje i větší rozměry snímače. Např. snímače s vlastní frekvencí 0,7 až 1 Hz mívají hmotnost 3,5 až 20 kg i více a rozměry 190×170×260 mm nebo větší. Pro nižší vlastní frekvenci by hmotnost i rozměry byly ještě větší. Takové snímače lze

2

pak těžko používat jako přenosné přístroje a mohou ovlivňovat dynamické vlastnosti méně hmotných měřených objektů. Použije-li se za kmitavý systém kyvadlo, vychází jeho délka pro potřebný vlastní kmitočet značná, ale lze ji zmenšit ponořením kyvadla do kapaliny, jak je uvedeno v československém autorském osvědčení 172 492. Systém s ponořeným kyvadlem lze však použít jen pro snímače vodorovných kmitů, protože spojnice těžiště kyvadla s otočným bodem je svislá a moment setrvačných sil kyvadla při svislém kmitání vzhledem k otočnému bodu je proto nulový.

Tato omezení odstraňuje řešení podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že těžiště kyvadla, na jehož povrchu jsou uspořádány dutiny nebo žebra, leží na vodorovné přímce, procházející osou kývání.

Hlavním přínosem vynálezu je možnost dosažení velmi nízkého vlastního kmitočtu kyvadla při jeho malých rozměrech a hmotnosti. Maximální jeho buzení a tím i citlivost snímače je pro kmitání ve svislém směru. Tím je umožněno použití snímače v přenosných absolutních snímačích svislého chvění pro oblast nízkých kmitočtů i pod 1 Hz. Další výhodou řešení podle vynálezu je, že při kývavém pohybu kyvadla

se blízké částice kapaliny dostávají do kmitavého pohybu. To se projeví jako fiktivní zvětšení momentu setrvačnosti kyvadla při kývání a tedy snížení vlastního kmitočtu. Teoretické řešení pohybu kyvadla při kmitání snímače ukazuje určité zkreslení vyššími harmonickými v důsledku nelinearity systému, avšak numerické výpočty pro konkrétní provedení ukazují, že při amplitudách přicházejících v praxi v úvahu je toto zkreslení zanedbatelné.

Kapalina, v níž je systém ponořen, umožňuje použití tíhového kyvadla jako kmitavého systému ve snímačích svislých kmitů, snižuje vlastní kmitočet kyvadla a zajišťuje jeho optimální viskózní tlumení, takže není třeba dalšího tlumicího zařízení. Jako náplň snímače lze použít různé kapaliny; hlavním požadavkem je, aby kapalina nepůsobila agresivně na části snímače a použije-li se elektrického kapacitního čidla pro převod mechanického pohybu na elektrický signál, měla též dobré dielektrické vlastnosti. Se zřetelem na tlumicí funkci jsou vhodné kapaliny s malou změnou viskozity při změně teploty. Těmto požadavkům prozatím nejlépe vyhovuje silikonový olej.

Na připojeném obrázku je znázorněn nárys a půdorys příkladného provedení snímače, který využívá vynálezu s výhodným trojúhelníkovým tvarem kyvadla.

Kyvadlo 1, vyrobené z organického skla, sestává z nosné desky 11 tvaru rovnoramenného trojúhelníka s ocelovými břity 14, tvořícími osu kývání, připojenými v blízkosti vrcholu ostrého úhlu k desce 11. Souměrně k ose desky 11 jsou ve zbývajících jejích vrcholech připojeny dva duté stejně hmotné válce 12 a 13, takže těžiště kyvadla 1 leží na ose symetrie desky 11. Rozměry a rozložení hmoty kyvadla 1 je stanoveno tak, aby osa symetrie desky 11 byla ve stabilní rovnovážné poloze vodorovná. Kyvadlo 1 je ponořeno v kapalině 2, která zcela vyplňuje těleso snímače 3, opatřené úzkým nalévacím hrdlem 9, do něhož musí dosahovat hladina kapaliny 2. Relativní pohyb tělesa snímače 3 oproti kyvadlu 1 se měří pomocí elektronických přístrojů pomocí převodu mechanického pohybu na elektrický signál prostřednictvím kapacitního čidla, tvořeného elektrodami 4 spojenými s deskou kyvadla 11 a elektrodami 5, spojenými s tělesem snímače 3. V kapalině 2 je dále umístěno pružné duté těleso 6 hermeticky uzavřené, jehož pružné deformace snižují tlakové změny v oleji způsobené

bené rozdílnou tepelnou izolací a dilatací oleje a tělesa snímače při změnách teploty. Snímač 3 je opatřen aretačním a cejchovním zařízením 7, umožňujícím při každém měření statické oceňování celé měřicí aparatury. Žebra 15, umístěná na pláštích válců 12 a 13, slouží ke zvýšení množství unášené kapaliny 2. Stejně působí otvory 8 vyvrtané do čel válců 13 a 12, protože jsou vyplněny okolní kapalinou 2. Současně otvory 8 slouží k zašroubování malých závaží k dovyvážení osy kyvadla do vodorovné polohy. Vlastní frekvence netlumeného kyvadlového systému znázorněném na přiloženém obrázku je dána vztahem:

kde

$$p = \sqrt{\frac{g}{l}} \cdot H$$

$$H = \frac{(\rho V_1 - V_2) \sin \delta/2}{m_1 + m_2 + \left(\frac{r}{l}\right)^2 m_3}$$

g — tíhové zrychlení

l — vzdálenost středů válců od osy kývání

ρ — hustota kapaliny

V_1, V_2 — objem válců 12 a 13

m_1, m_2, m_3 — hmotnosti válců 12 a 13 nebo desky 11 včetně hmotnosti spoluunášené kapaliny 2

r — poloměr setrvačnosti desky 11 vzhledem k ose kývání

σ — úhel sevřený spojnicemi středů válců s bodem osy kývání v rovině kolmé na tuto osu.

Z uvedeného vzorce je vidět, že vlastní frekvenci lze snižovat teoreticky až k nulové hodnotě jednak zmenšováním rozdílu objemů obou válců — při zachování rovnosti hmot — a jednak zmenšováním úhlu σ . V praxi je snižování vlastní frekvence omezeno snižováním citlivosti, která s vlastní frekvencí také klesá.

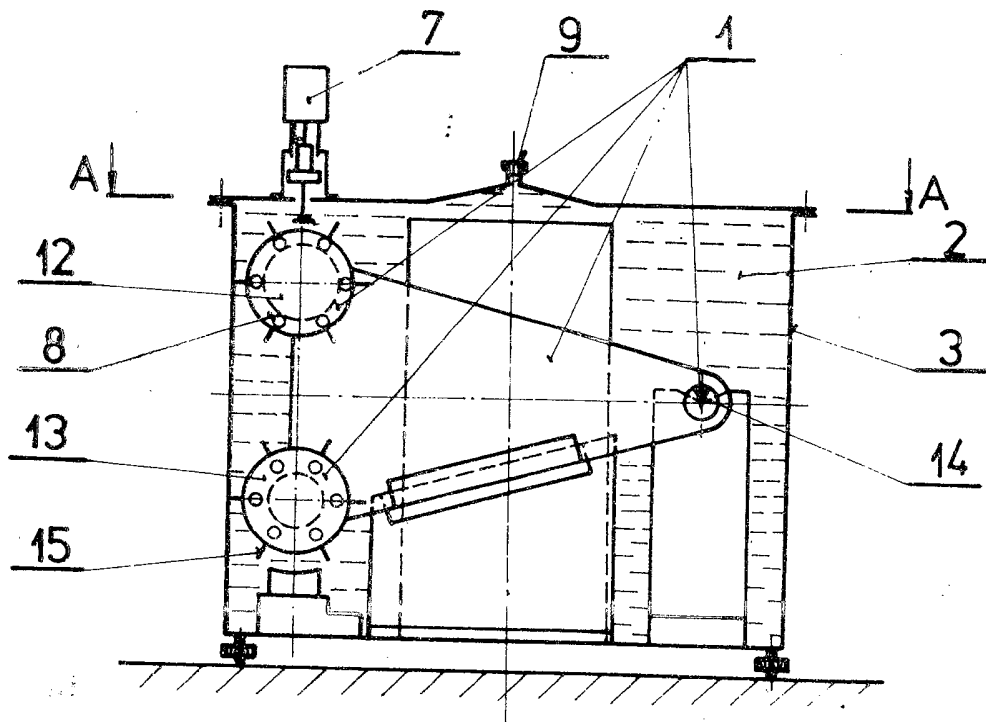
Seismický snímač podle přiloženého obrázku má průměr 186 mm a výšku 180 mm, hmotnost včetně náplně 3,8 kg a vlastní frekvence netlumeného kyvadlového systému podle uvedeného vzorce je $p = 0,14$ Hz při $l = 120$ mm, $\sigma = 30^\circ$, $\rho = 0,96$ g/cm³, $V_1 = 21,2$ cm³, $V_2 = 17,8$ cm³, poměr amplitudy kývání válců k amplitudě měřeného chvění při frekvenci 0,4 Hz a vyšších a amplitudách chvění do 5 mm byl vypočten 0,4 při zkreslení druhou harmonickou maximálně 0,06 promile.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Seismický snímač dráhy svislých kmitů s nízkým vlastním kmitočtem, tvořený tělesem snímače, uvnitř kterého je kyvně uspořádáno kyvadlo zcela ponořené v kapalině,

vyznačený tím, že těžiště kyvadla (1), na jehož povrchu jsou uspořádány dutiny (8) nebo žebra (15), leží na vodorovné přímce, procházející osou kývání.

1 list výkresů



A - A

