



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

(11) DD 293 164 A5

5(51) E 04 B 1/98
E 04 H 12/28

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD E 04 B / 339 176 1	(22)	29.03.90	(44)	22.08.91
(71)	siehe (73)				
(72)	Trätner, Arnulf, Dr.-Ing., DE				
(73)	Bauakademie der DDR, Institut für Heizung, Lüftung und Grundlagen der Bautechnik, Plauener Straße 163-165, O - 1092 Berlin, DE				

(54) Schwingungstilger zur Verminderung von Schwingungen an Bauwerken

(55) Schwingungstilger; Gehäuse; Bauwerk; Kugel; Kugelkalotte; Dämpfungsring; Dämpferflüssigkeit;
Dämpfungswirkung; Zykloid

(57) Die Erfindung betrifft einen Schwingungstilger zur Verminderung von Schwingungen an Bauwerken. Die Erfindung bezieht sich auf die Tilgung horizontaler winderregter Schwingungen an schwingungsgefährdeten Bauteilen und Baukonstruktionen, wie z. B. Schornsteine, Fernseh-, Funk- oder Aussichtstürme. Ziel und Aufgabe der Erfindung bestehen darin, einen Schwingungstilger mit einer dauerhaften Funktionstüchtigkeit, einer weitgehenden Witterungsunabhängigkeit und Wartungsfreiheit zu entwickeln. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Vorrichtung gelöst, die aus einem kreiszylindrischen Gehäuse besteht, das fest mit dem Bauwerk verbunden ist. Auf der Grundplatte des Gehäuses ist eine Kugelkalotte angeordnet, die die Form eines Kreisbogens oder einer Zykloide besitzt und auf der sich eine Kugel in jeder beliebigen Richtung bewegt. Die Dämpfungswirkung wird dadurch erreicht, daß das Gehäuse teilweise mit einer Dämpfungsflüssigkeit, vorzugsweise hochviskoses Silikonöl, gefüllt ist.

Patentansprüche:

1. Schwingungstilger zur Verminderung von Schwingungen an Bauwerken, bestehend aus starr am Bauwerk befestigten kreiszylindrischen Gehäusen, die mit einer Dämpferflüssigkeit teilweise gefüllt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf der Grundplatte des Gehäuses (1) eine auswechselbare Kugelkalotte (3) angeordnet ist, auf der sich eine Kugel (2) befindet und auf der ein Dämpfungsring (7) angeordnet ist.
2. Schwingungstilger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kugelkalotte (3) die Form eines Kreisbogens oder einer Zykloide besitzt.
3. Schwingungstilger nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Schwingungstilger mit unterschiedlichen Tilgermassen und -frequenzen angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf die Tilgung horizontaler widerregter Schwingungen an schwingungsgefährdeten Bauteilen und Baukonstruktionen, wie z. B. Schornsteine, Fernseh-, Funk- oder Aussichtstürme.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die Methode der passiven Schwingungskontrolle am Hauptsystem angekoppelter Zusatzsysteme gehört zum Stand der Technik. Es ist eine Vielzahl von Schwingungstilgern entwickelt worden, die insbesondere widerregte Schwingungen bei hohen schlanken Bauwerken, wie z. B. Schornsteine, Fernseh-, Funk- oder Aussichtstürme, abmildern.

- D'D-PS 69191 (angependelte Masse mit verstellbarer Pendellänge und räumlich angeordneten Dämpfungselementen)
- DE-OS 2806757 (Drahtseil-Schraubenfedern dienen als Feder-Dämpfer-Elemente)
- DE-OS 2509001 (Federelement ist ein elastisches Trageglied)
- DE-AS 1559243 (Dämpfung erfolgt in einem mit Öl gefüllten Gefäß, das mit einer einstellbaren Heizung versehen ist)
- DE-AS 1275759 (Gefäß, das mit einer als Dämpfmasse vorhandenen viskosen Flüssigkeit teilweise gefüllt ist)
- DE-AS 1227633 (Dämpfermasse wird auf einem fest mit dem Bauwerk verbundenen Bauteil gegenüber diesem verschiebbar aufgelegt. Kopplung erfolgt im Bewegungszustand nur durch Reibungskräfte)
- DE-OS 2718962 (Gasfeder-Anordnung)

Über den erstmaligen erfolgreichen Einsatz eines passiven Zusatzsystems zur Abminderung der Rollbewegung eines Schiffes wurde von P. Watts berichtet (On a method of reducing the rolling of ships at Trans. Inst. Nav. Architekt, 1883). Dynamische Schwingungsdämpfer wurden zunächst vor allem im Maschinenbau eingesetzt. Im Bauwesen fanden passive bzw. semiaktive Schwingungskontrollen unter Zuhilfenahme von Zusatzsystemen in den Fällen CN-Tower, Toronto (Isyumov u. a. Full-scale and wind tunnel model wind-induced response of the CN tower, Toronto, Canada, 1985), Citicorp-Center New York (Petersen: Design of large scale tuned mass dampers) sowie im John Hancock Building, Boston (Tuned mass dampers steady sway of skyscrapers in wind. Ing. New Record, August 1977) Anwendung.

In der Bundesrepublik wurden Zusatzsysteme u. a. zur Beruhigung von Fußgängerbrücken eingesetzt (Hirsch: Kontrolle d. wind- und erdbebenerregten Schwingungen weitgespannter Schrägseilbrücken. VDI-Berichte 419, 1981).

In zunehmendem Maße werden dynamische Schwingungstilger zur Beherrschung wirbelerregter Querschwingungen an hohen schlanken Bauwerken eingesetzt.

In der DDR stehen zur Dämpfung wirbelerregter Querschwingungen vier dynamische Pendel-Schwingungsdämpfer zur Verfügung (Ein- und Mehrstangenaufhängung für granulat- und hydraulisch gedämpfte Tilger).

Über Erfahrungen vom praktischen Einsatz von Dämpfersystemen berichteten:

- | | |
|----------------|---|
| Langer, W.: | Querschwingungen hoher schlanker Bauwerke mit kreisförmigem Querschnitt
IfL-Mitteilungen 8 (1969), Heft 5 |
| Hirsch, G.: | Kritischer Vergleich von aktiven und passiven Dämpfungssystemen zur Unterdrückung widerregter Schwingungen schlanker Strukturen.
Beiträge zur Anwendung der Aeroelastik im Bauwesen, TU München, 1980, H. 11 |
| Adler, P.; | Dämpfung widerregter Schwingungen von Stahlschornsteinen in Gruppenanordnung. |
| Hirsch, G.: | Bautechnik 7/1986 |
| Petersen, C.: | Windinduzierte Schwingungen und ihre Verhütung durch Dämpfer
Der Stahlbau 11/1982 |
| Hagedorn, P.: | Tanzschwingungen in Freileitungen und ihre Unterdrückung
VDI-Verlag 1986 |
| Pacht, H.: | Schwingungsuntersuchungen an stählernen Turmbauwerken wie Maste und Schornsteine aus der Sicht der Praxis
In: VDI-Berichte 221 |
| Narnse, T.; | Entwicklung eines passiven dynamischen Schwingungsdämpfers |
| Hirashima, Y.: | Stahlbau 7/1987 |

Die gebräuchlichste konstruktive Ausbildung von Schwingungsdämpfern besteht in einer angependelten Masse und einem Dämpferelement. Die Rückstellkraft wird dabei nicht aus einer Feder, sondern aus der Gravitation bezogen. Als Dämpferelemente dienen zum Beispiel Stoßdämpfer oder Reibelemente. Die konstruktive Beschränkung ergibt sich aus der erforderlichen Pendellänge. Für $f \geq 0,8$ bis $0,3\text{Hz}$ wird die Pendellänge zu kurz, für $f \leq 0,4$ bis $0,5\text{Hz}$ wird sie zu lang. Neben dem Pendeldämpfersystem existieren noch weitere Systeme wie Flüssigkeitstanks mit viskosem Fluid. Die Dimensionierung dieser Systeme ist schwieriger und unsicherer.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen Schwingungstilger mit einer dauerhaften Funktionstüchtigkeit, einer weitgehenden Witterungsunabhängigkeit und Wartungsfreiheit zu entwickeln.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen Schwingungstilger mit einer bestimmten Tilgermasse in eine gegenüber der Schwingung des Bauwerkes phasenverschobene Bewegung zu bringen, sobald die durch Schwingungen ausgeübte Beschleunigung einen bestimmten Wert übersteigt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Vorrichtung gelöst, die aus einem kreiszylindrischen Gehäuse besteht, das fest mit dem Bauwerk verbunden ist. Auf der Grundplatte des Gehäuses ist eine Kugelkalotte angeordnet, auf der sich eine Kugel in jeder beliebigen Richtung bewegt. Erfindungswesentlich ist hierbei, daß, wenn die Kugelkalotte die Form einer Zykloide besitzt, eine konstante Tilgerfrequenz vorhanden ist. Die Rückstellkraft wird durch das Rollen der Kugel in der Kugelkalotte erzeugt. Erfindungswesentlich ist weiterhin, daß die Dämpfungswirkung dadurch erreicht wird, daß das Gehäuse teilweise mit einer viskosen Flüssigkeit, vorzugsweise hochviskosem Silikonöl, gefüllt ist. Durch Anordnung eines zusätzlichen Dämpfungsringes auf der Kugelkalotte tritt bei größeren Tilgerbewegungen eine verstärkte Dämpfung auf.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.
In der dazugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1: die Draufsicht auf das Bauwerk mit drei angeordneten Schwingungstilgern

Fig. 2: den Vertikalschnitt durch einen Schwingungstilger.

Wie in Fig. 1 dargestellt, ist das Gehäuse 1 des Schwingungstilgers durch eine Befestigung 4 mit dem Bauwerk 5 außen verbunden. Eine Innenanordnung der Schwingungstilger besteht aus einer auswechselbaren Kugelkalotte 3, die die Form eines Kreisbogens oder einer Zykloide besitzt, der Kugel 2 und der Dämpferflüssigkeit 6, die vorzugsweise aus hochviskosem Silikonöl besteht. Zusätzlich ist auf der Kugelkalotte 3 ein Dämpfungsring 7 (Fig. 2) angeordnet.

Die Anzahl der erforderlichen Schwingungstilger kann in Abhängigkeit von der erforderlichen Tilgermasse m_T und der Kugelmasse m beliebig gewählt werden.

Sind nicht nur Schwingungen in der Grundfrequenz des Bauwerkes zu dämpfen, sondern auch Schwingungen in höheren Eigenfrequenzen, können auch mehrere Schwingungstilger mit unterschiedlichen optimalen Abstimmungen und Dämpfereinstellungen angeordnet werden.

Die Eigenfrequenz des Schwingungstilgers f_0 beträgt:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot (1-D^2)}{m \left(1 + \frac{i^2}{r^2}\right) \cdot (R-r)}} \quad [\text{Hz}]$$

$$g = 981 \text{ cm/s}^2 \quad \text{Erdbeschleunigung}$$

$$i = \sqrt{\frac{2}{5} \cdot r^2}$$

$$D = \text{Dämpfungsmaß}$$

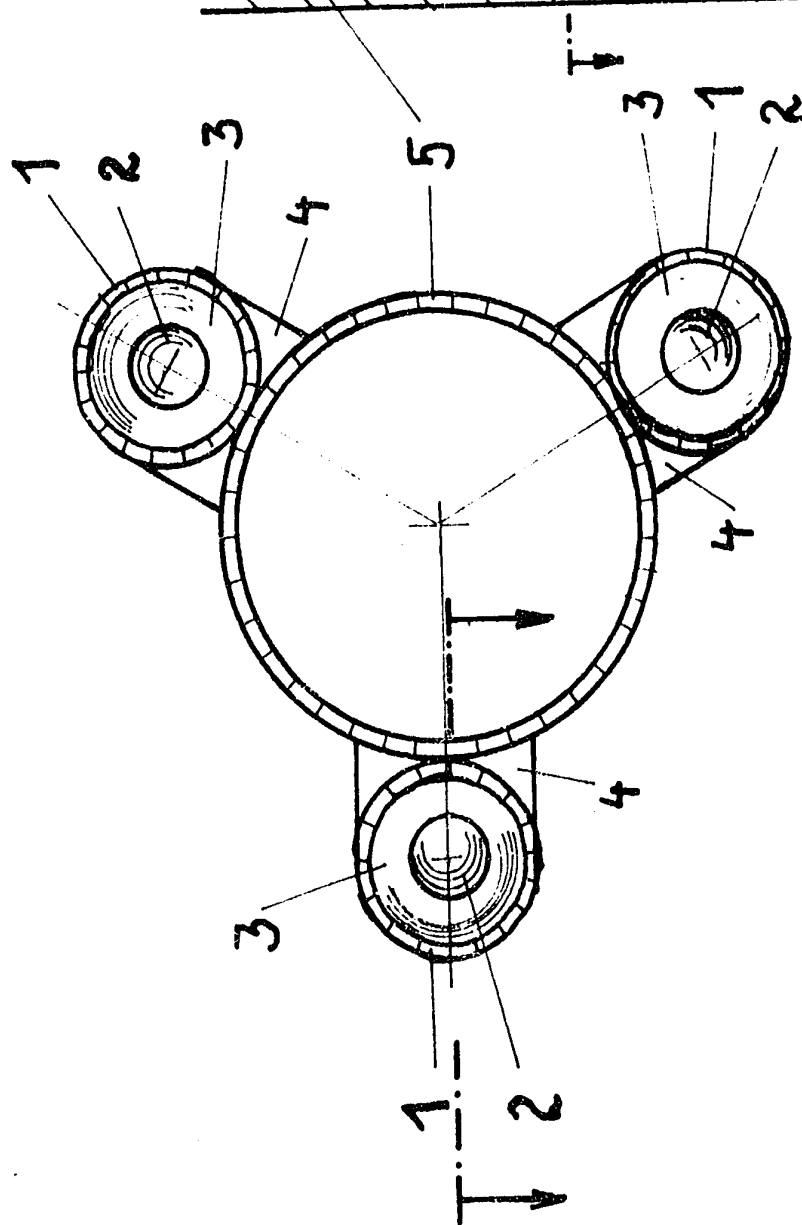


Fig. 1

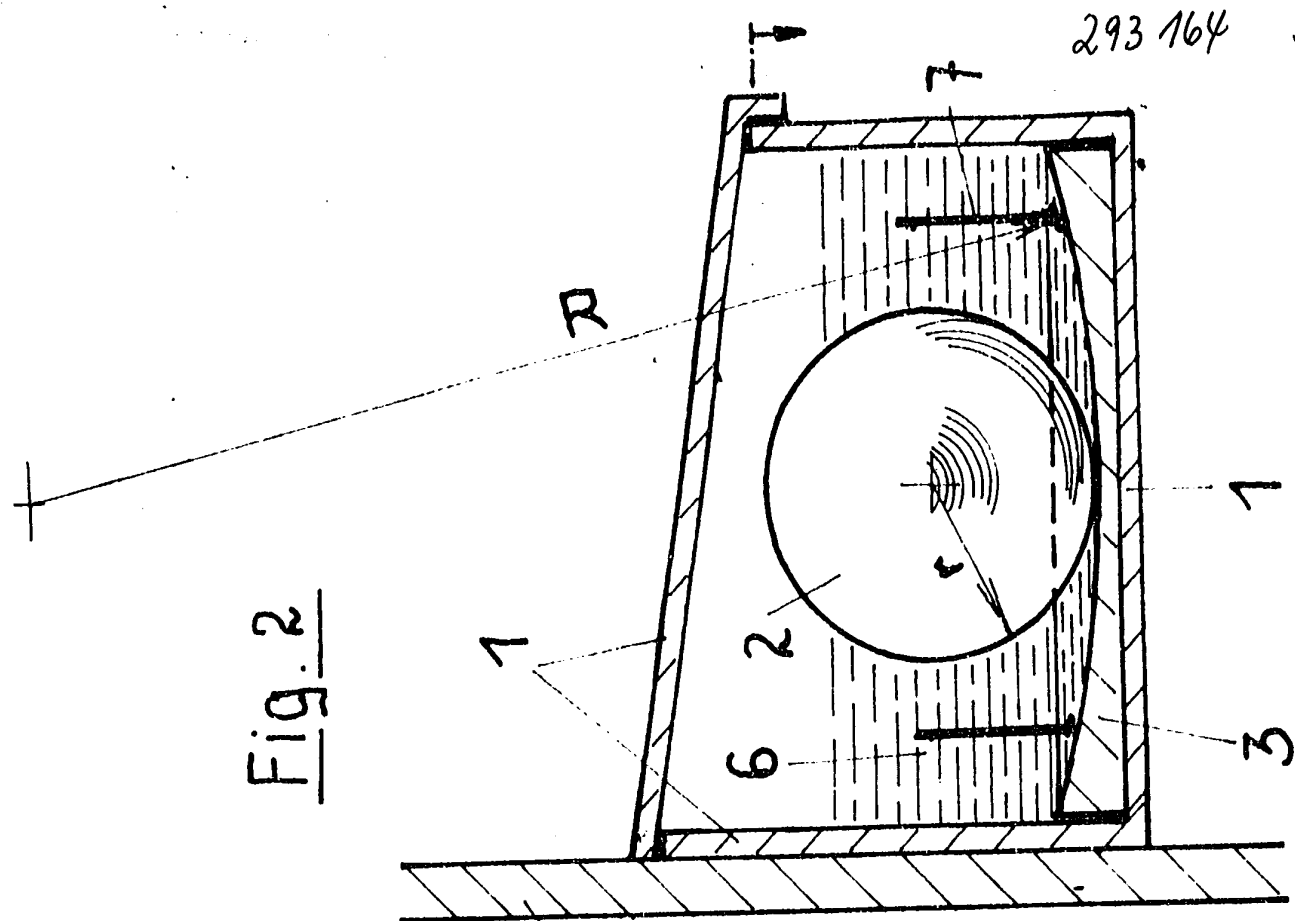


Fig. 2