



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 686 733 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den
Einspruch:

26.02.2003 Patentblatt 2003/09

(51) Int Cl.7: **E04B 1/98**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:

16.06.1999 Patentblatt 1999/24

(21) Anmeldenummer: **95105685.2**

(22) Anmeldetag: **14.04.1995**

(54) **Schwingungsdämpfer für schwingungsgefährdete Bauteile und Bauwerke**

Vibration absorber for vibration-endangered structural parts and structures

Amortisseur de vibrations pour éléments de construction et constructions mis en danger de vibrations

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **31.05.1994 DE 4418916**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.12.1995 Patentblatt 1995/50

(73) Patentinhaber: **Multicon Schwingungsdämpfer
und Planung GmbH
46499 Hamminkeln (DE)**

(72) Erfinder:

- **Ruscheweyh, Hans, Prof. Dr.-Ing.
D-52074 Aachen (DE)**
- **Verwiebe, Constantin, Dipl.-Ing.
D-52064 Aachen (DE)**

(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring Patentanwälte
Kaiser-Friedrich-Ring 70
40547 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**DE-A- 3 640 479 DE-A- 4 109 962
US-A- 4 783 937 US-A- 4 887 398**

- **SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED, Q Sektion,
Woche 8348, 18. Januar 1984 DERWENT
PUBLICATIONS LTD., London; & SU-A-992 683
(ORGTEKHSTROI)**
- **T. Miyata, H. Yamada, Y. Saitoh. "Feasibility
Study on Damping of Wind-induced Vibrations
of Structure By. Breaking of Sloshing Water"
Journal of Wind Engineering No. 32, May 1987
(in Japanese)**
- **K. Fujii, Y. Tamura, T. Wakahara: "Wind-induced
Vibration of Tower and Practical Applications of
Tuned Sloshing Damper", Journal of Wind
Engineering, No. 37, October 1988.**

EP 0 686 733 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schwingungsdämpfer für schwingungsgefährdete Bauteile und Bauwerke, vorzugsweise Schornsteine, Maste, Antennentragwerke und Industriebehälter mit einem quasi-rotationssymmetrischen Schwingungsverhalten, aus mindestens einem mit einer Flüssigkeit gefüllten Behälter, deren Masse, Schwappfrequenz und Eigendämpfungsverhalten auf eine zu dämpfende Eigenfrequenz des schwingungsgefährdeten Bauwerks abgestimmt sind.

[0002] Es ist bereits seit langem bekannt, schwingungsgefährdete, insbesondere schlanke Bauwerke mit Schwingungsdämpfern zu versehen, die zur Kategorie der dynamischen Schwingungsdämpfer gehören. Derartige Schwingungsdämpfer bestehen aus einer schwingfähig an der Hauptmasse des Bauwerkes angeordneten Zusatzmasse, die über ein Dämpfungsglied mit der Hauptmasse verbunden ist. Die Ausführungsformen dieser dynamischen Schwingungsdämpfer unterscheiden sich sehr stark voneinander.

[0003] Während die Mehrzahl der bekannten Ausführungsformen eine oder mehrere feste Massen benutzt, die pendelnd und/oder federnd aufgehängt sind und ein oder mehrere Dämpfungselemente aufweisen, sind Ausführungen bekannt, bei denen eine Flüssigkeit als Zusatzmasse verwendet wird. Die Feder- und Dämpfereigenschaften der mit dem Bauwerk schwingenden Flüssigkeit werden zur Erzeugung eines Dämpfereffektes ausgenutzt, wobei die Masse, die Schwappfrequenz und das Eigendämpfungsverhalten der Flüssigkeit auf eine zu dämpfende Eigenfrequenz des schwingungsgefährdeten Bauwerks abgestimmt werden.

[0004] Ein derartiger Schwingungsdämpfer der eingangs beschriebenen Art ist aus der US-A-4 951 441 bekannt. Er verwendet mindestens einen rechteckigen Behälter, wobei die Frequenzabstimmung der im Behälter befindlichen Flüssigkeit in Richtung der längeren Behälterseite erfolgt. Derartige Schwingungsdämpfer sind nur in einer Schwingungsrichtung wirksam. Sollen schlanke Bauwerke mit einem quasi-rotationssymmetrischen Schwingungsverhalten, wie beispielsweise Schornsteine, Maste und Antennentragwerke gedämpft werden, ist eine Vielzahl derartiger rechteckiger Behälter mit entsprechend vielfältiger Ausrichtung erforderlich, womit sich der konstruktive Aufwand und der Platzbedarf derart vergrößern, daß der bekannte Schwingungsdämpfer bei besonders schlanken Bauwerken nicht mehr eingesetzt werden kann.

[0005] Aus "Feasibility study on damping of wind-induced vibrations of structures by breaking of sloshing water" Journal of Wind Engineering No 32, May 1987 sind grundsätzliche Studien zu rechteckigen und auch quadratischen Behältern mit großer freier Flüssigkeitsoberfläche bekannt. Aus Wind-induced vibration of tower and practical applications of tuned sloshing damper journal of Wind Engineering, No. 37, October 1988, page 541/542 ist die Verwendung von Schwingungs-

dämpfern bekannt, die aus scheibenförmig übereinandergestapelten Schwingungsdämpfern mit kreisrunder Grundfläche gebildet und auf der obersten Ebene eines Leuchtturmes aufgestellt wurden. Aus den US-Patentschriften 4 783 937, 4 924 639, 4 875 313 und 4 922 671 sind insbesondere auf Hochhäusern aufgestellte Schwingungsdämpfer in Form von Becken, vorzugsweise zylindrischer Anordnung, aber auch rechteckiger Ausbildung in ein- oder mehrteiliger Ausführung bekannt.

[0006] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, Schwingungsdämpfer der eingangs beschriebenen Art derart weiterzuentwickeln, daß sich ein konstruktiv einfacher und wirkungsvoller sowie auf einfache Weise an den jeweiligen Einzelfall anzupassender Schwingungsdämpfer ergibt, der für schlanke Bauteile und Bauwerke eingesetzt werden kann.

[0007] Die **Lösung** dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ergibt sich durch einem Schwingungsdämpfer mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0008] Mit der Erfindung wird ein Schwingungsdämpfer geschaffen, dessen Dämpfungseffekt in allen horizontalen Schwingrichtungen des Bauteiles bzw. Bauwerkes in gleicher Weise und nur aufgrund der im Behälter befindlichen Flüssigkeitsmasse eintritt, so daß sich eine extrem kleine Bauweise und ein entsprechend geringes Gewicht des Dämpfers ergibt, womit insbesondere sein Einsatz im Schornstein- und Antennenbau möglich wird.

[0009] Die radialsymmetrische Dämpfungswirkung des erfindungsgemäßen Schwingungsdämpfers wird durch dessen radialsymmetrische oder quasi-radialsymmetrische Gestaltung erreicht. Zu diesem Zweck kann der Behälter erfindungsgemäß mit kreisförmiger Behältergrundfläche oder als ringförmiger Behälter ausgebildet sein, der durch etwa radial verlaufende Trennwände unterteilt ist. Der Behälter kann gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung aber auch mit einer durch ein gleichseitiges Dreieck, ein Quadrat oder ein Vieleck mit gleich langen Seiten gebildeten Behältergrundfläche ausgebildet sein. Bei diesen quasi-radialsymmetrischen Behältern werden die Reflexionseigenschaften der Flüssigkeitswelle ausgenutzt. Es entstehen in diesem Fall rechtwinklig von der jeweiligen Wand ausgehende Wellenfronten, die sich entlang der Winkelhalbierenden der benachbarten Behälterwände kreuzen, so daß auch in diesem Fall eine Dämpferwirkung in der jeweiligen Schwingrichtung entsteht. Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung werden derartige Behälter mit ihren Diagonalen in Hauptschwingungsrichtung des Bauteils bzw. Bauwerks ausgerichtet.

[0010] Um eine wirkungsvolle Schwingungsdämpfung bei gleichzeitiger Vermeidung mitschwingender toter Massen zu erreichen, kann gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung die Füllhöhe der Flüssigkeit im Behälter kleiner als der Abstand jeder die Flüssigkeitsoberfläche begrenzenden Behälterwand vom Mittelpunkt der Flüssigkeitsoberfläche, und zwar vorzugswei-

se kleiner als die Hälfte dieses Abstandes sein. Hierdurch wird erreicht, daß nahezu die gesamte Masse der Flüssigkeit zur Dämpfung auftretender Schwingungen herangezogen wird und die zu dämpfenden Bauteile bzw. Bauwerke nicht unnötig mit Zusatzgewichten belastet werden.

[0011] Die Seitenwände der erfindungsgemäßen Behälter können entweder rechtwinklig zur Behältergrundfläche verlaufen; sie können aber auch schräg nach innen geneigt sein, um beim Auftreffen der bei Schwingungen entstehenden Wellen eine Reflexion dieser Wellen in Richtung auf den Behälterboden zu bewirken.

[0012] Auf der Zeichnung sind verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Schwingungsdämpfers dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 einen senkrechten Schnitt durch einen Behälter,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Behälter nach Fig. 1, 20

Fig. 3 einen der Fig. 1 entsprechenden Schnitt mit Darstellung der sich bei Schwingung ausbildenden Welle,

Fig. 4 eine Draufsicht auf einen entsprechenden quadratischen Behälter bei einer Schwingung in diagonalen Richtung,

Fig. 5 einen senkrechten Schnitt entsprechend der Fig. 1 durch eine Ausführungsform eines Behälters mit quadratischer Grundfläche, jedoch nach innen geneigten Wänden, 30

Fig. 6 eine Draufsicht auf den Behälter nach Fig. 5, 35

Fig. 7 eine der Fig. 3 entsprechende Darstellung des Behälters nach den Fig. 5 und 6 unter Darstellung der sich bei Schwingungen ausbildenden Welle,

Fig. 8 eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform eines Behälters mit dreieckiger Grundfläche,

Fig. 9 eine Draufsicht auf einen Behälter mit kreisförmiger Grundfläche,

Fig. 10 eine Draufsicht auf einen Behälter mit sechseckiger Grundfläche,

Fig. 11 eine perspektivische Ansicht eines ringförmigen, auf der Außenfläche eines kreiszylindrischen Bauwerkes angeordneten Behälters, der durch radiale Trennwände in Einzelbehälter unterteilt ist, 55

Fig. 12 eine Draufsicht auf die Behälter nach Fig. 11,

Fig. 13 eine Draufsicht auf einen der durch radiale Trennwände innerhalb eines ringförmigen Behälters gebildeten Behälter gemäß den Fig. 11 und 12,

Fig. 14 eine Seitenansicht eines aus zwei Ringbehältern gemäß Fig. 11 und 12 bestehenden Schwingungsdämpfers,

10 Fig. 15 einen senkrechten Schnitt durch das obere Ende eines schlanken Bauwerkes in Form eines aus Tragrohr und rauchgasführendem Innenrohr bestehenden Schornsteines mit auf der Innenfläche des Tragrohres angeordnetem Schwingungsdämpfer, und 15

Fig. 16 eine Draufsicht auf einen Schwingungsdämpfer, der durch eine Mehrzahl von auf einem Kreisring angeordneten Behältern gemäß Fig. 9 gebildet ist.

[0013] Fig. 1 bis 3 zeigen einen Behälter mit einer quadratischen Grundfläche G, von der sich die Behälterwände W senkrecht nach oben erstrecken. Die Behälterhöhe H ist rechts neben dem Behälter in Fig. 1 angegeben. Der Behälter ist mit einer Flüssigkeit F gefüllt, deren Füllhöhe h ebenfalls in Fig. 1 angegeben ist; sie ist erheblich kleiner als die Behälterhöhe H. Auch die Flüssigkeitsoberfläche O ist in Fig. 1 eingezeichnet. 25

[0014] In Fig. 2 ist der Mittelpunkt M der Flüssigkeitsoberfläche O zu erkennen. Von diesem Mittelpunkt M hat jede die Flüssigkeitsoberfläche O begrenzende Behälterwand W auf der in der Ebene der Flüssigkeitsoberfläche O verlaufenden Mittelsenkrechten (d.h. die Senkrechte zur Schnittlinie S der Ebene der Flüssigkeitsoberfläche O mit der entsprechenden Behälterwand W) denselben Abstand A. Diese Abstände A sind in der Draufsicht in Fig. 2 eingezeichnet. 30

[0015] Beim zweiten Ausführungsbeispiel nach den Fig. 5 und 6 ist der ebenfalls mit einer quadratischen Grundfläche ausgeführte Behälter mit Behälterwänden W versehen, die schräg nach innen geneigt sind. In einem derartigen Fall ergibt sich der Abstand A jeder die Flüssigkeitsoberfläche O begrenzenden Behälterwand W zwischen dem Mittelpunkt M der Flüssigkeitsoberfläche O und der in der Ebene der Flüssigkeitsoberfläche O verlaufenden Mittelsenkrechten der Schnittlinie S der Ebene der Flüssigkeitsoberfläche O mit der entsprechenden Behälterwand W. 35

[0016] Durch eine derartige Ausbildung des Behälters, bei der der voranstehend definierte Abstand A jeder die Flüssigkeitsoberfläche O begrenzenden Behälterwand W vom Mittelpunkt M der Flüssigkeitsoberfläche O etwa gleich groß ist, ergibt sich ein quasi-rotationssymmetrisches Schwingungsverhalten der Flüssigkeit F. 40

[0017] Wenn wie in den Fig. 1 und 2 bzw. 5 und 6 dargestellte Behälter im oberen Bereich eines schwin-

gungsgefährdeten Bauteils oder Bauwerkes, beispielsweise eines Schornsteines oder eines Mastes angeordnet werden, beginnt die Flüssigkeit F im Behälter zu schwappen, sobald dieser Schwingungsbewegungen ausführt. Es bildet sich eine zwischen gegenüberliegenden Wänden verlaufende Flüssigkeitswelle aus, die in den Fig. 3 und 4 eingezeichnet ist. Durch die schwappende Flüssigkeit wird der größte Teil der Energie im Augenblick des Auftreffens der Welle auf die jeweilige Behälterwand W dissipiert. Dies geschieht zum einen durch die hydrodynamische Kraft der Welle als Gegenschwinger und zum anderen durch das Zerplatzen der Welle, wenn sich diese bricht. Die der Reibdämpfung ähnliche Dämpfungscharakteristik der schwappenden Flüssigkeit hat zur Folge, daß bei kleinen Amplituden das größte Dämpfungsdekrement auftritt. Für einen querschwingungsgefährdeten Schornstein oder ein anderes schlankes Bauteil oder Bauwerk ergibt sich hieraus, daß gerade zu Beginn des Aufschaukelvorganges die Dämpfung besonders groß ist, so daß das Bauteil bzw. Bauwerk gar nicht erst zu größeren Amplituden aufgeschaukelt wird. Dies ist insbesondere für gallopinggefährdete Strukturen von Bedeutung. Eine Neigung der Behälterwände W zur Mitte des Behälters hin hat hierbei den Vorteil, daß das Zerplatzen der Welle beim Auftreffen auf die Behälterwand W begünstigt wird.

[0018] In Fig. 4 ist dargestellt, daß sich bei einem Behälter mit quadratischer Grundfläche G zwischen jeweils gegenüberliegenden Behälterwänden W verlaufende Wellen a und b ausbilden, wenn der Behälter in diagonalen Richtung schwingt. Diese Schwingungsrichtung ist mit einem Doppelpfeil in Fig. 4 angedeutet. Die jeweils zur gegenüberliegenden Wand laufenden Wellen a und b schneiden sich im Bereich der Winkelhalbierenden zwischen den benachbarten, jeweils die Welle a bzw. b initiiierenden Behälterwänden W. Es ergibt sich somit trotz der Ausbildung des Behälters mit quadratischer Grundfläche G ein quasi-rotationssymmetrisches Schwingungsverhalten, das wegen der Interferenz der Wellen a und b eine stärkere Dämpfung hervorruft als bei einer Anordnung des Behälters mit parallel bzw. rechtwinklig zur Hauptschwingungsrichtung ausgerichteten Behälterwänden W.

[0019] Aufgrund dieses Schwingungsverhalten der Flüssigkeit F können nicht nur rotationssymmetrische Behälter eingesetzt werden, wie dies der Behälter mit kreisförmiger Grundfläche G in Fig. 9 zeigt, sondern gemäß Fig. 8 auch Behälter mit einem gleichseitigen Dreieck als Grundfläche G und gemäß Fig. 10 Behälter, deren Grundfläche G durch ein Vieleck mit gleich langen Seiten gebildet wird. In allen diesen Fällen ist der Abstand jeder die Flüssigkeitsoberfläche O begrenzenden Behälterwand W vom Mittelpunkt M der Flüssigkeitsoberfläche O auf der in der Ebene der Flüssigkeitsoberfläche O verlaufenden Mittelsenkrechten etwa gleich groß. Die Mittelsenkrechten sind auch in den Fig. 8 bis 10 strichpunktiert eingezeichnet.

[0020] Beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 11 bis 13 ist ein schlankes Bauwerk B als Abschnitt eines kreiszylindrischen Rohres dargestellt. Es kann sich hierbei um einen Schornstein, einen Mast, ein Antennen-tragwerk, einen Industriebehälter oder ein anderes Bauwerk bzw. Bauteil handeln, dessen Höhe im Verhältnis zu seiner Grundfläche sehr groß ist und das schwingungsgefährdet ist. Der Querschnitt des schlanken Bauwerkes B muß hierbei nicht kreisförmig sein; diese Querschnittsform wurde auf den Zeichnungen lediglich wegen der besseren Darstellungsmöglichkeit gewählt. Derartige schlanke Bauwerke B sind anfällig für insbesondere dynamische, d.h. instationär wirkende Windlasten.

[0021] Um das in den Fig. 11 und 12 dargestellte Bauwerk B wirkungsvoll zu dämpfen, ist es in seinem oberen Endbereich mit einem ringförmigen Behälter R versehen, der unmittelbar auf der Mantelfläche des schlanken Bauwerkes B darstellenden kreiszylindrischen Rohres angeordnet ist. Dieser kreisringförmige Behälter R ist durch radial verlaufende Trennwände T in eine Mehrzahl von Behältern unterteilt, von denen einer in Fig. 13 in einer Draufsicht dargestellt ist.

[0022] Auch bei dem in Fig. 13 dargestellten Behälter ist der Abstand A jeder die Flüssigkeitsoberfläche begrenzenden Behälterwand W vom Mittelpunkt M der Flüssigkeitsoberfläche auf der in der Ebene der Flüssigkeitsoberfläche verlaufenden Mittelsenkrechten jeder Behälterwand W etwa gleich groß. Es ergibt sich somit eine Mehrzahl von Behältern mit quasi-rotationssymmetrischem Schwingungsverhalten der jeweils eingefüllten Flüssigkeit, so daß das Bauwerk B in jeder Schwingungsrichtung gedämpft und vor Schwingungsproblemen geschützt ist.

[0023] Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 14 sind zwei kreisringförmige Behälter R im Abstand übereinanderliegend auf der Mantelfläche des kreiszylindrischen Bauwerkes B angeordnet. Selbstverständlich ist es auch möglich, anstelle zweier getrennter kreisringförmiger Behälter R einen derartigen Behälter zu verwenden, der zusätzlich zu den radialen Trennwänden T durch waagrecht verlaufende Trennwände in übereinanderliegende Teilbehälter unterteilt ist.

[0024] Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 15 ist der kreisringförmige Behälter R auf der Innenseite des schlanken Bauwerkes B symbolisierenden kreiszylindrischen Rohres angeordnet. Dieses Rohr stellt beispielsweise das außenliegende Tragrohr eines Schornsteines dar, der mit einem abgasführenden Innenrohr I versehen ist, das auf seiner Mantelfläche eine Isolierung i trägt und mit einer Abdeckhaube C versehen ist, die den Ringraum zwischen Isolierung i und äußerem Tragrohr B abdeckt.

[0025] Bei allen Ausführungsbeispielen in den Fig. 11 und 12, 14 und 15 ist die Gesamtmasse der als schwingungsdämpfende Zusatzmasse wirkende Flüssigkeit F auf die Teilbehälter verteilt, die wegen ihrer geringen Abmessungen und niedrigen Füllhöhe eine hohe

Schwappfrequenz haben, so daß sich eine hohe Dämpferwirkung mit vernachlässigbar kleiner tot Mitschwingender Masse ergibt. Das Eigendämpfungsverhalten der einzelnen Behälter hängt hierbei nicht nur von ihrer absoluten Größe, der Masse der Flüssigkeit F und dem jeweiligen Flüssigkeitsstand, sondern auch von ihrer Lage zur Schwingungsrichtung ab. Durch eine Variation dieser Parameter, insbesondere der Größe und Form der einzelnen Behälter und der Art und Menge der Flüssigkeit F lassen sich diese Schwingungsdämpfer auf besonders wirksame Weise auf mindestens eine zu dämpfende Eigenfrequenz des schlanken Bauwerkes B abstimmen.

[0026] Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 16 wird eine Mehrzahl von kreiszylinderförmigen Behältern ringförmig auf der Außenseite des das schlanke Bauwerk B symbolisierenden kreiszylindrischen Rohres angeordnet. Auch hier kann durch unterschiedliche Flüssigkeitsfüllungen eine unterschiedliche Dämpfungswirkung in verschiedenen Schwingungsrichtungen des Bauwerkes B erreicht werden.

Bezugszeichenliste:

[0027]

A	Abstand
a	Welle
B	Bauwerk
b	Welle
c	Abdeckhaube
F	Flüssigkeit
G	Grundfläche
H	Behälterhöhe
h	Füllhöhe
I	Innenrohr
M	Mittelpunkt
O	Flüssigkeitsoberfläche
R	Behälter
S	Schnittlinie
T	Trennwand
V	Verbindungsstrebe

W Behälterwand

Patentansprüche

1. Schwingungsdämpfer für schwingungsgefährdete schlanke Bauteile oder Bauwerke, wie Schornsteine, Maste, Antennentragwerke und Industriebehälter mit einem quasi-rotationssymmetrischen Schwingungsverhalten, aus mit einer Flüssigkeit gefüllten Behältern, die ringförmig in radialsymmetrischer bzw. quasi-radialsymmetrischer Anordnung am Bauwerk angeordnet sind, und deren Massen, Schwappfrequenz und Eigendämpfungsverhalten auf eine zu dämpfende Eigenfrequenz des schwingungsgefährdeten Bauwerks abgestimmt sind,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei jedem der Behälter der Abstand (A) jeder die Flüssigkeitsoberfläche (O) begrenzenden Behälterwand (W) vom Mittelpunkt (M) der Flüssigkeitsoberfläche (O) auf der in der Ebene der Flüssigkeitsoberfläche (O) verlaufenden Senkrechten zur Schnittlinie (S) der Ebene der Flüssigkeitsoberfläche (O) mit der entsprechenden Behälterwand (W) etwa gleich groß ist und die Behälter außen auf oder innerhalb der Mantelfläche des schlanken Bauteils oder Bauwerks (B) angeordnet sind.
2. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Füllhöhe (h) der Flüssigkeit in den Behältern kleiner als der Abstand (A) jeder der Flüssigkeitsoberfläche (O) begrenzenden Behälterwand (W) vom Mittelpunkt (M) der Flüssigkeitsoberfläche (O) ist.
3. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Füllhöhe (h) der Flüssigkeit (F) in den Behältern kleiner als die Hälfte des Abstandes (A) jeder die Flüssigkeitsoberfläche (O) begrenzenden Behälterwand (W) vom Mittelpunkt (M) der Flüssigkeitsoberfläche (O) ist.
4. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Behälter mit kreisförmiger Behältergrundfläche (G) ausgebildet sind.
5. Schwingungsdämpfer nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3 mit mehreren, untereinander etwa gleiche Form und Größe aufweisenden Behältern, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Behälter durch Unterteilung eines insgesamt ringförmigen Behälters (R) mittels etwa radial verlaufender Trennwände (T) gebildet sind.
6. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der ringförmige Behälter (R) außen auf der Mantelfläche des schlanken Bauteils

bzw. Bauwerks (B) angeordnet ist.

7. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der ringförmige Behälter (R) innerhalb der Mantelfläche des schlanken Bauteils bzw. Bauwerkes (B) angeordnet ist. 5
8. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Behälter mit einer durch ein gleichseitiges Dreieck, ein Quadrat oder ein Vieleck mit gleich langen Seiten gebildeten Behältergrundfläche (G) ausgebildet sind. 10
9. Schwingungsdämpfer nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** Behälter mit ihren Diagonalen in Hauptschwingungsrichtung des Bauteils bzw. Bauwerks (B) ausgerichtet sind. 15
10. Schwingungsdämpfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Behälterwände (W) etwa rechtwinklig zur Grundfläche (G) verlaufen. 20
11. Schwingungsdämpfer nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Behälterwände (W) schräg nach innen geneigt verlaufen. 25

Claims

1. Vibration absorber for vibration-endangered slender structural parts or structures, such as chimneys, masts, antenna supporting structures and industrial tanks with a virtually rotationally symmetrical vibrational behaviour, comprising liquid-filled tanks, which are arranged annularly with a radially symmetrical or virtually radially symmetrical arrangement on the structure and the masses, sloshing frequency and natural vibrational behaviour of which are adjusted to match a natural frequency of the vibration-endangered structure to be absorbed, **characterized in that** for each of the tanks the distance (A) of each tank wall (W) bounding the liquid surface (O) from the centre point (M) of the liquid surface (O) on the perpendicular running in the plane of the liquid surface (O) with respect to the line of intersection (S) of the plane of the liquid surface (O) with the corresponding tank wall (W) is approximately equal and the tanks are arranged externally on or inside the shell of the slender structural part or structure (B). 50
2. Vibration absorber according to Claim 1, **characterized in that** the filling level (h) of the liquid in the tanks is less than the distance (A) of each tank wall (W) bounding the liquid surface (O) from the centre point (M) of the liquid surface (O) 55

3. Vibration absorber according to Claim 2, **characterized in that** the filling level (h) of the liquid (F) in the tanks is less than half the distance (A) of each tank wall (W) bounding the liquid surface (O) from the centre point (M) of the liquid surface (O).
4. Vibration absorber according to Claim 1, **characterized in that** the tanks are designed with a circular tank base area (G).
5. Vibration absorber according to at least one of Claims 1 to 3, having a plurality of tanks of approximately the same shape and size as one another, **characterized in that** the tanks are formed by subdividing a tank (R) which is annular overall by means of approximately radially running separating walls (T).
6. Vibration absorber according to Claim 5, **characterized in that** the annular tank (R) is arranged externally on the shell of the slender structural part or structure (B).
7. Vibration absorber according to Claim 5, **characterized in that** the annular tank (R) is arranged inside the shell of the slender structural part or structure (B).
8. Vibration absorber according to Claim 1, **characterized in that** the tank is designed with a tank base area (G) formed by an equilateral triangle, a square or a polygon with sides of the same length.
9. Vibration absorber according to Claim 8, **characterized in that** the tanks are aligned which their diagonals in the principal direction of oscillation of the structural part or structure (B).
10. Vibration absorber according to one of the preceding claims, **characterized in that** the tank walls (W) run approximately at right angles with respect to the base area (G).
11. Vibration absorber according to at least one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the tank walls (W) run obliquely inclined inwards.

Revendications

1. Amortisseur d'oscillations destiné à des éléments de construction ou des ouvrages élancés exposés à un risque d'oscillations, par exemple des cheminées, des mâts, des structures de support d'antennes et des réservoirs industriels ayant un comportement d'oscillations de révolution quasi symétrique, constitué de réservoirs contenant un liquide, qui sont disposés de façon annulaire sur l'ouvrage

dans une disposition avec symétrie radiale ou avec quasi symétrie radiale et dont les masses, la fréquence de ballonnement et le comportement d'amortissement propre sont adaptés à une fréquence propre à amortir de l'ouvrage exposé à un risque d'oscillations,

caractérisé en ce que, pour chacun des récipients, l'écartement (A) entre chaque paroi (W) de réservoir délimitant la surface (O) du liquide et le centre (M) de la surface (O) du liquide est sensiblement identique sur la perpendiculaire, s'étendant dans le plan de la surface (O) du liquide, à la ligne de coupe (S) du plan de la surface (O) du liquide contenant la paroi (W) correspondante de réservoir et **en ce que** les récipients sont disposés extérieurement sur ou à l'intérieur de la surface d'enveloppe de l'élément de construction ou de l'ouvrage élancé (B).

2. Amortisseur d'oscillations selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le niveau de remplissage (h) du liquide dans les réservoirs est inférieur à l'écartement (A) de chaque paroi (W) de réservoir délimitant la surface (O) du liquide par rapport au centre (M) de la surface (O) du liquide. 20
3. Amortisseur d'oscillations selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le niveau de remplissage (h) du liquide (F) dans les réservoirs est inférieur à la moitié de l'écartement (A) de chaque paroi (W) de réservoir délimitant la surface (O) du liquide par rapport au centre (M) de la surface (O) du liquide. 30
4. Amortisseur d'oscillations selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les réservoirs sont réalisés avec une surface de base (G) circulaire. 35
5. Amortisseur d'oscillations selon l'une au moins des revendications 1 à 3, comportant plusieurs réservoirs ayant sensiblement la même forme et la même taille, **caractérisé en ce que** les réservoirs sont formés par subdivision d'un réservoir (R), qui est globalement annulaire, au moyen de cloisons de séparation (T) s'étendant pour l'essentiel radialement. 40
6. Amortisseur d'oscillations selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le réservoir annulaire (R) est disposé extérieurement sur la surface d'enveloppe de l'élément de construction ou de l'ouvrage élancé (B). 45
7. Amortisseur d'oscillations selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le réservoir annulaire (R) est disposé à l'intérieur de la surface d'enveloppe de l'élément de construction ou de l'ouvrage élancé (B). 50
8. Amortisseur d'oscillations selon la revendication 1, 55

caractérisé en ce que les réservoirs sont réalisés avec une surface de base (G) formée par un triangle équilatéral, un carré ou un polygone à côtés égaux.

9. Amortisseur d'oscillations selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les réservoirs sont orientés par leurs diagonales dans la direction d'oscillation principale de l'élément de construction ou de l'ouvrage (B). 10
10. Amortisseur d'oscillations selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les parois (W) de réservoir s'étendent sensiblement à angle droit par rapport à la surface de base (G). 15
11. Amortisseur d'oscillations selon l'une au moins des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les parois (W) de réservoir s'étendent en étant inclinées obliquement vers l'intérieur. 20

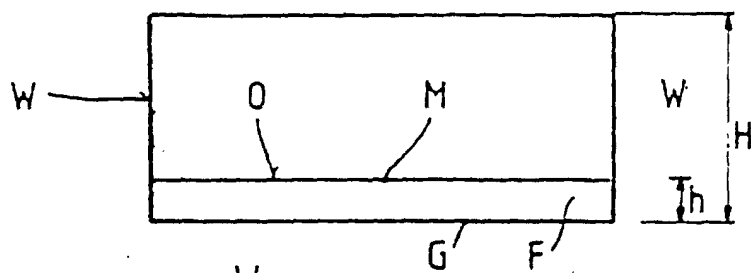


Fig. 1

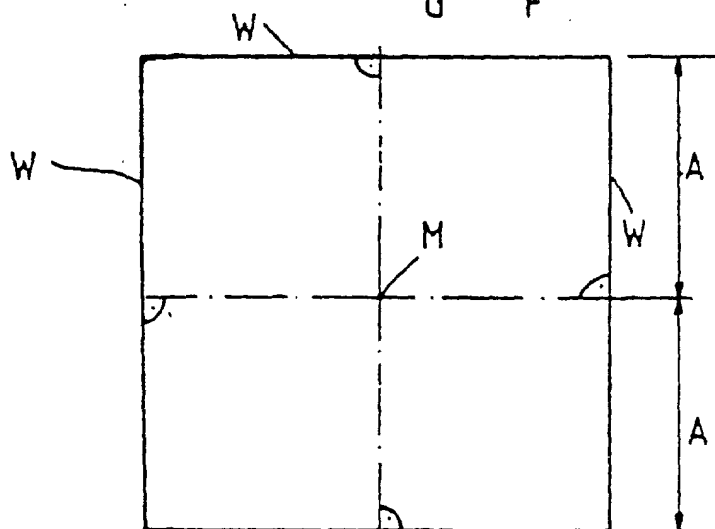


Fig. 2

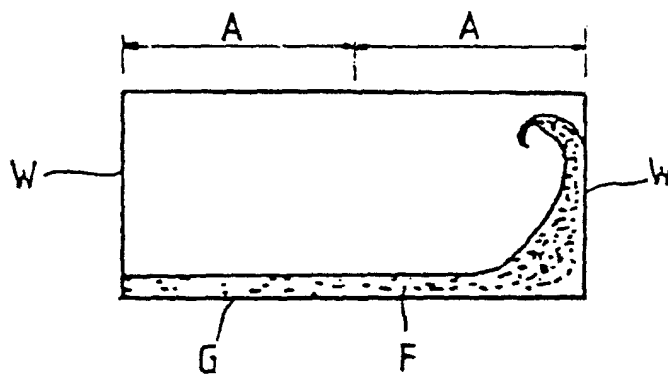


Fig. 3

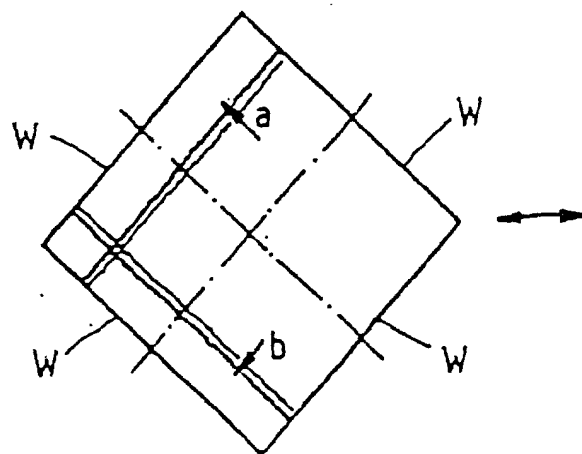
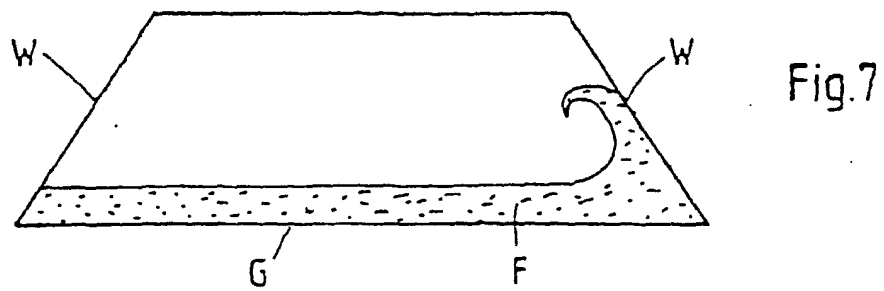
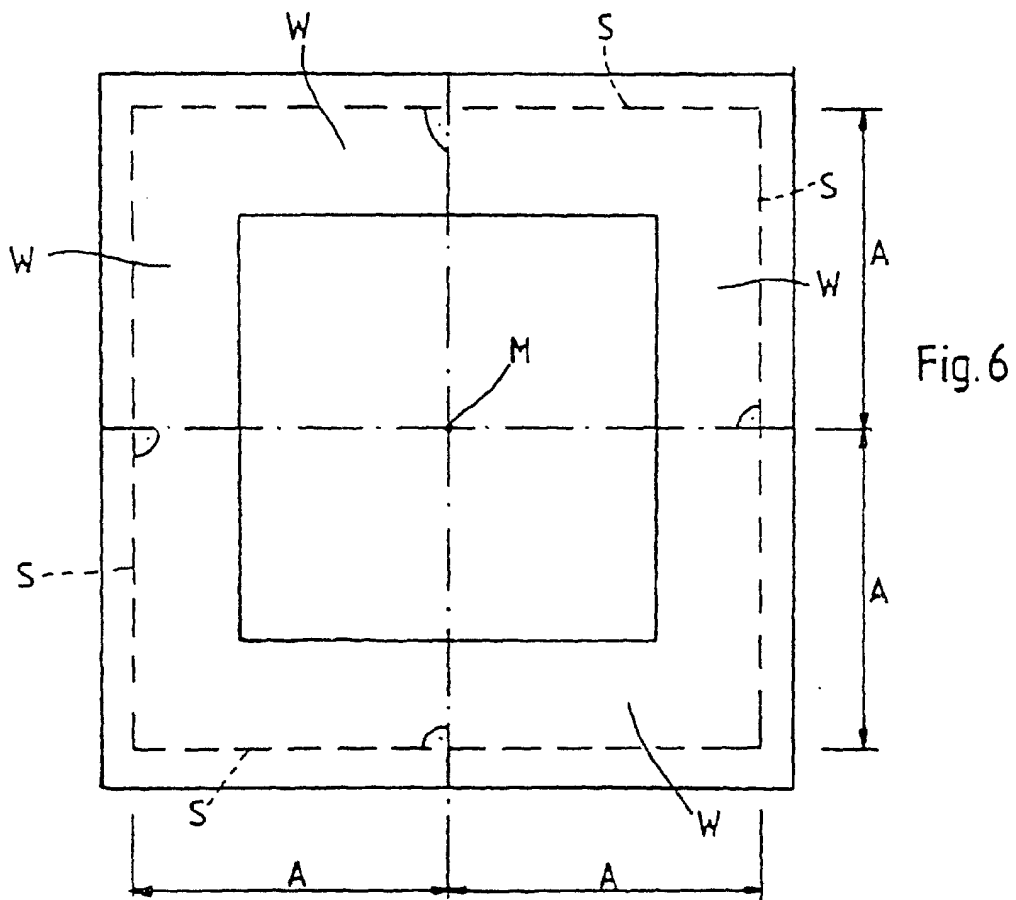
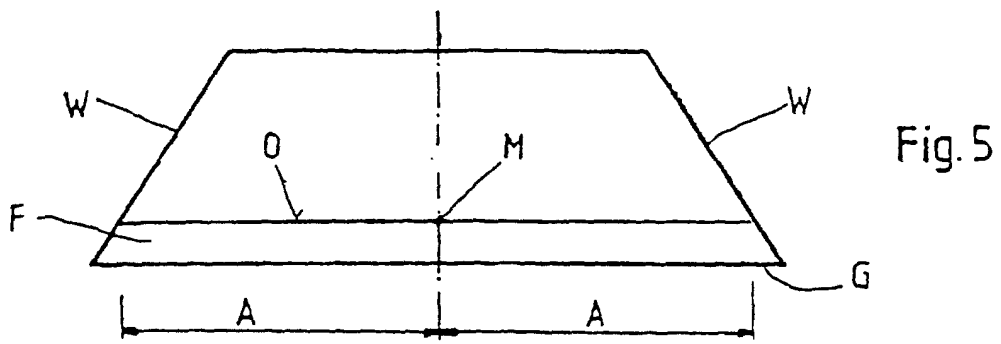
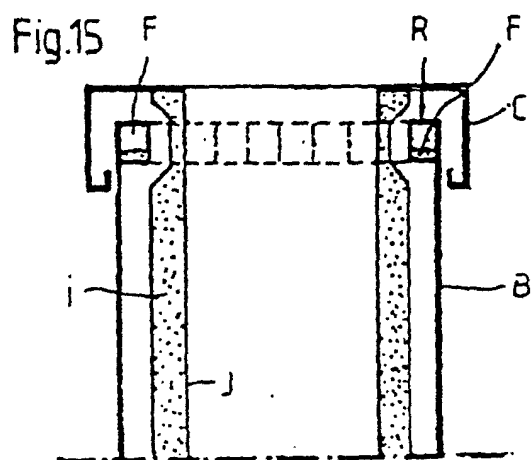
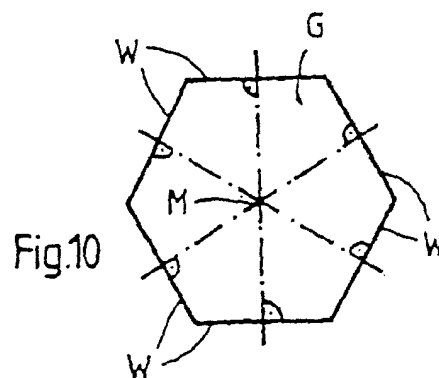
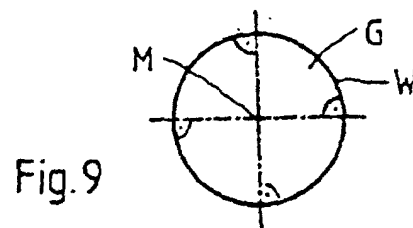
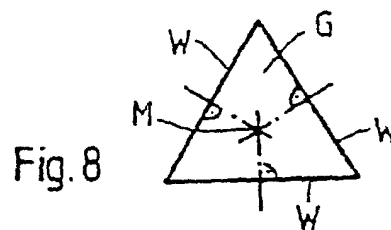
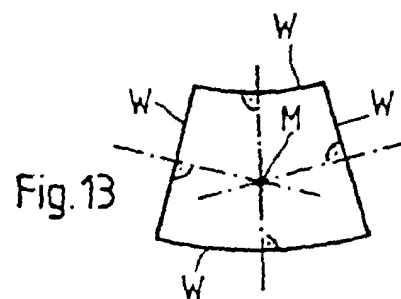
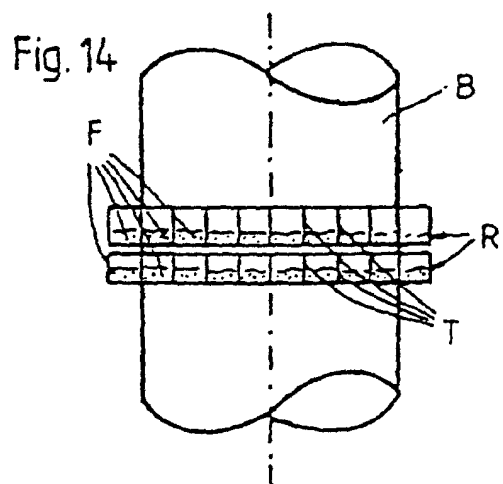
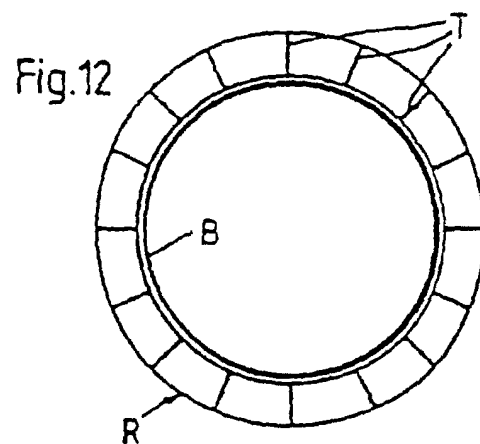
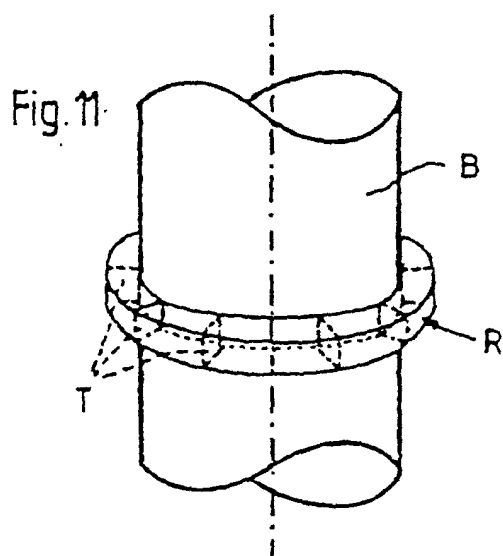


Fig. 4





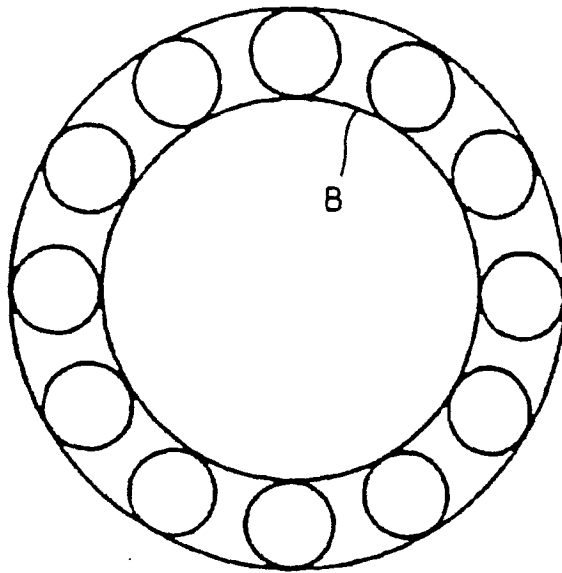


Fig.16