

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 86117769.9

51 Int. Cl.4: B66C 13/02

22 Anmeldetag: 19.12.86

30 Priorität: 28.12.85 DE 3546277

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.07.87 Patentblatt 87/28

84 Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT NL SE

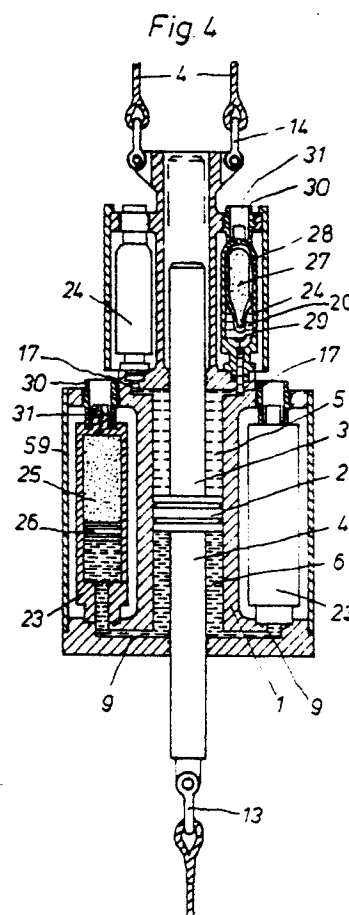
71 Anmelder: **Bomag-Menck GmbH**
Industriegebiet Hellerwald
D-5407 Boppard(DE)

72 Erfinder: **Kühn, Hans, Ing.-grad.**
Tierparkallee 27
D-2000 Hamburg 54(DE)

74 Vertreter: **Stach, Harald, Dr. Dipl.-Chem.**
Adenauerallee 30
D-2000 Hamburg 1(DE)

94 **Kompensatorvorrichtung.**

57 Die Erfindung betrifft eine Kompensatorvorrichtung zur Verminderung seegangsbedingter Relativbewegungen zwischen einer an einem Kran (A) hängenden Last (L) und einer Absatzfläche bzw. dem Kranhaken (4) und einer aufzunehmenden Last (L), mit einem Hydraulikzylinder (1), einem darin verschiebbaren, dessen Innenraum in eine im Betrieb flüssigkeitsgefüllte Lasttragkammer (6) und eine flüssigkeitsgefüllte zweite Kammer (5) unterteilenden Kolben (2) mit einer durch beide Endflächen des Zylinders (1) abgedichtet herausragenden Kolbenstange (3), an dieser angeordneten Vorrichtungen - (13) zum Verbinden mit der Last (L) bzw. dem Kranhaken (4), wobei sowohl die Lasttragkammer - (6), als auch die zweite Kammer (5) jeweils mit mindestens einem Hydrospeicher (8, 23 bzw. 16, 24) zur Aufnahme eines vorgespannten Gaspolsters - (11, 25 bzw. 19, 27) verbunden ist.



Kompensatorvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Kompensatorvorrichtung zur Verminderung von durch Seegang oder dergleichen bewirkten Relativbewegungen zwischen einer an einem Überwasser-Kran hängenden Last und einer Lastabsetzfläche bzw. dem Kranhaken und einer aufzunehmenden Last, mit einem zugfest mit dem Kranhaken oder der Last zu verbindenden Hydraulikzylinder, einem darin dichtend verschiebbaren, dessen Innenraum in eine im Betrieb mit Hydraulikflüssigkeit gefüllte Lasttragkammer und eine zweite Kammer unterteilenden Kolben, dessen mit der Last bzw. dem Kranhaken zu verbindende Kolbenstange aus der Lasttragkammer abgedichtet herausragt, sowie einem mit der Lasttragkammer verbundenen Hydrospeicher zur Aufnahme eines vorgespannten Gaspolsters.

Bei der Errichtung maritimer Bauwerke, insbesondere im offenen Meer zu errichtenden oder zu verankernden Bohrinselfn oder dergleichen werden immer größere und schwerere Strukturen mit zunehmend größeren und teureren Arbeitsschiffen mit entsprechend größeren Kranen höherer Tragfähigkeit von festen oder schwimmenden Basen aufgenommen und auf immer höher herausragenden Bohrinselfn abgesetzt oder in zunehmende Wassertiefen abgesenkt. Die dabei durch Seegang, Wind, etc. verursachten unregelmäßigen Bewegungen von Arbeitsschiffen, Pontons oder Versorgungsschiffen werden durch die großen Abmessungen der verwendeten Kranausleger so vergrößert, daß es schon bei mittlerem Seegang - schwierig oder unmöglich wird, die mit dem Kran zu bewegend, vielfach empfindlichen Strukturen bei den heftigen Schiffs- und Kranbewegungen unbeschädigt aufzunehmen und über Wasser oder in unter Umständen großer Meerestiefe abzusetzen. Da wegen der sehr hohen täglichen Kosten eines Arbeitsschiffs jede Verschiebung der Arbeiten enorme Mehrkosten verursacht, besteht ein starkes Bedürfnis, derartige Arbeiten auch noch bei weniger günstigem Wetter und mittlerem Seegang ohne Beschädigung der zu bewegend Strukturen durchführen zu können.

Bei den bekannten Kompensatorvorrichtungen der eingangs genannten Art wird zwar durch das Zusammenwirken des Hydraulikzylinders und des mit der lastbeaufschlagten Kammer verbundenen Hydrospeichers eine die Last abstützende Federwirkung erzielt, wobei jedoch jedes beabsichtigte oder unbeabsichtigte Aufsetzen der Last auf eine tragende Fläche wegen der sofortigen Entlastung der Hydraulikflüssigkeit in der Lasttragkammer zu einer sehr heftigen Relativbewegung von Kolben

und Hydraulikzylinder führt, was leicht zu Beschädigungen oder einer Zerstörung der Dichtungen oder sonstiger Teile der Kompensatorvorrichtung führt.

Darüber hinaus sind die bekannten Vorrichtungen zum Absetzen von Bauteilen in den heute vielfach üblichen großen Wassertiefen von 300 bis 800 Metern ungeeignet, da in solchen Tiefen dem Ausfahren der Kolbenstange eine deren Querschnitt und der beim Absenken ständig zunehmenden Wassertiefe entsprechende hohe Druckkraft entgegensteht. Hierdurch wird sowohl die abfedernde Wirkung selbst, als auch die Schnelligkeit ihrer Wirkung beeinträchtigt, so daß kurzzeitig gefährlich hohe Stoßkräfte entstehen können, zumal die Last dabei mit dem Kran über sehr lange Tragelemente verbunden ist.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, eine Kompensatorvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die mit einfachen Mitteln auch bei beträchtlichem Seegang und großer Arbeitstiefe eine rasche und wirksame Dämpfung unerwünschter Relativbewegungen zwischen Last und Auflagefläche bzw. Kranhaken sicherstellt.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Kompensatorvorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 ausgestattet.

Diese Kompensatorvorrichtung gestattet bei relativ einfacher, unaufwendig zu fertigender Konstruktion einen wirksamen selbsttätigen Ausgleich unerwünschter Relativbewegungen auch in großer Arbeitstiefe. Die Vorrichtung kann dabei je nach der Art und dem Gewicht des zu bewegend Bauteils, dem Einsatz über oder unter Wasser und der beabsichtigten Arbeitstiefe sehr leicht durch entsprechende Einstellung der Gasdrucke in den Hydrospeichern den gewünschten Bedingungen optimal angepaßt werden. Die Ausgestaltung und die räumliche Anordnung der Hydrospeicher am Hydraulikzylinder kann je nachdem, ob eine besonders schlanke oder eine besonders kurze Bauweise wünschenswert ist, zweckentsprechend angepaßt werden.

Vorteilhafte weitere Ausgestaltungen der Kompensatorvorrichtung sind in den Unteransprüchen 2 bis 17 beschrieben.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kompensatorvorrichtung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen weiter erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer von einem Kranschiff mittels eines Kompensators abgesenkten Last,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Absenkens einer derartigen Last auf eine bewegte Wasseroberfläche,

Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch eine Kompensatorvorrichtung,

Fig. 4 einen schematischen Längsschnitt durch eine andere Ausführungsform der Kompensatorvorrichtung,

Fig. 5 einen schematischen Längsschnitt durch eine abgewandelte Kompensatorvorrichtung,

Fig. 6 einen schematischen Längsschnitt durch eine weitere abgewandelte Kompensatorvorrichtung,

Fig. 7 einen schematischen Längsschnitt durch eine Kompensatorvorrichtung und

Fig. 8 einen Teilschnitt durch eine Kompensatorvorrichtung gemäß Figur 6 mit zusätzlicher Absperrvorrichtung.

Wie Fig. 1 zeigt, ist auf einem Arbeitsschiff S ein Auslegerkran A angeordnet, dessen Kranhaken H mit dem Tragseil unter Wasser abgesenkt ist. Am Kranhaken hängt der Kompensator C, an dessen abwärts herausragender Kolbenstange eine stoßempfindliche Last L angehängt ist, die sanft auf dem Meeresboden abgesetzt werden soll. Infolge des in der Figur nicht dargestellten Seeganges unterliegt das Arbeitsschiff S unregelmäßigen Schwankungen, die durch den langgestreckten Ausleger des Kranes A noch erheblich vergrößert werden. Da die Krane moderner Arbeitsschiffe Auslegerlängen von über 100 Metern aufweisen und Bauteile im Gewicht von mehreren hundert Tonnen in Wassertiefen bis 800 m und darüber absetzen, werden schon bei relativ geringem Seegang sehr große vertikale Relativbewegungen des Kranhakens H und der Last L erreicht, die sich der beabsichtigten Absenkgeschwindigkeit überlagern. Da ein zu hartes Aufsetzen der Last L auf den Meeresgrund das Bauteil beschädigen oder sogar zerstören kann, wird durch die zwischen dem Kranhaken H und der Last L zugfest eingeschaltete Kompensatorvorrichtung C selbsttätig ein weitgehender Ausgleich der seegangsbedingten Relativbewegungen erreicht. Während der Kranhaken H bzw. der Aufhängungspunkt der Kompensatorvorrichtung C am Kranhaken H die den gestrichelt wiedergegebenen Stellungen des Kranauslegers entsprechenden großen vertikalen Verlagerungen erleiden, verlagert sich die Last L bzw. deren Aufhängungspunkt am unteren Ende der Kolbenstange der Kompensatorvorrichtung C nur geringfügig. Hierdurch werden unerwünschte Aufsetzstöße der Last L auf dem Meeresgrund und heftige Belastungen des Kranseils und des Auslegers durch seegangsbedingtes abruptes Wiederanheben der Last L vermieden.

Fig. 2 zeigt schematisch die schwierige Situation des Eintauchens der Last L in die bewegte Wasseroberfläche. Im Gegensatz zum Meeresboden zeigt die Wasseroberfläche normalerweise eine dem herrschenden Seegang entsprechende Relativbewegung zur Last L, wobei sich die seegangsbedingte Schwankungen des auf dem Arbeitsschiff S angeordneten Kranausleger mit den vertikalen Verlagerungen der Wasseroberfläche addieren können, so daß wiederholt einem tiefen Eintauchen der Last L mit entsprechend großem Gewichtsverlust im nächsten Augenblick ein vollkommenes Abheben von der Wasseroberfläche bei voller Gewichtsbelastung aller Tragorgane folgen kann. Auch hierbei wird durch die Kompensatorvorrichtung C ein weitgehender Ausgleich unerwünschter Relativbewegungen erzielt.

Die in Fig. 3 dargestellte Kompensatorvorrichtung weist einen zentralen Hydraulikzylinder 1 auf, der durch einen Kolben 2 in eine mit Hydraulikflüssigkeit gefüllte Lasttragkammer 6 und eine ebenfalls mit Hydraulikflüssigkeit gefüllte zweite Kammer 5 unterteilt ist. Der Kolben 2 ist mit einer sich nach beiden Richtungen erstreckenden Kolbenstange 3 versehen, die beide Kammern 5 und 6 durchsetzt und durch die axialen Endwände des Hydraulikzylinders 1 mittels Dichtungen 7 beiderseits abgedichtet nach außen ragt. Bei der dargestellten Ausführungsform hat die Kolbenstange in beiden aus den Hydraulikzylinder 1 austretenden Abschnitten den gleichen Durchmesser. Hierdurch wird erreicht, daß beim Einsatz unter Wasser durch den der jeweiligen Wassertiefe entsprechenden Wasserdruck keine wesentlichen Kräfte auf den Kolben 2 ausgeübt werden, weil der aus der Bauhöhe des Hydraulikzylinders 1 resultierende Abstand zwischen dessen Oberseite und dessen Unterseite nur einen geringfügigen Druckunterschied bewirkt. Auch dieser kann erforderlichenfalls dadurch beseitigt werden, daß man den nach oben austretenden Abschnitt der Kolbenstange 3 um einen diesem Druckunterschied entsprechenden, geringen Betrag stärker ausbildet. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es daher nicht nötig, eine den mit fortschreitender Tauchtiefe steigenden Wasserdruck entsprechende Kraftkompensation vorzunehmen, um das angestrebte Kräftegleichgewicht permanent beizubehalten. Natürlich kann im Bedarfsfalle auch durch Wahl verschiedener Durchmesser der austretenden Abschnitte der Kolbenstange 3 absichtlich ein vorbestimmtes Ungleichgewicht hergestellt werden.

Die Lasttragkammer 6 ist über Verbindungskanäle 9 mit einem den Hydraulikzylinder 1 konzentrisch umschließenden Hydrospeicher 8 verbunden, dessen ringförmiger Innenraum durch einen darin verschiebbaren Ringkolben 10 in einen Gasraum 11 und einem mit der Lasttragkammer 6

kommunizierenden Flüssigkeitsraum 12 unterteilt ist. Je nach dem Gewicht der am unteren Ende der Kolbenstange 3 mittels eines Tragauges 13 angehängten Last L wird der im Gasraum 11 bestehende Gasdruck P_1 auf einen solchen Wert eingestellt, daß der Kolben 2 die in der Lasttragkammer 6 eingeschlossene Hydraulikflüssigkeit nur so weit über die Verbindungskanäle 9 in den Flüssigkeitsraum 12 des Hydrospeichers 8 hineindrücken kann, daß sich der Kolben 2 etwa in der Mitte des Hydraulikzylinders 1 befindet. Aus der Größe des Gasraumes 11 und dem darin eingestellten Gasdruck P_1 ergibt sich die Federkonstante dieses Systems. Bei hinreichend groß bemessenem Gasraum kann der Kranhaken H des beispielsweise vom Seegang angehobenen Arbeitsschiffes S an den am oberen Ende des den Hydraulikzylinder 1 enthaltenden Gehäuses 15 angeordneten Tragaugen 14 mit großer Heftigkeit ziehen, ohne daß sich dies dem Kolben 2 und der an der Kolbenstange 3 über das Trauge 13 angehängten Last L mitteilt, weil das im Gasraum 11 enthaltene vorgespannte Gaspolster ohne großen Kraftanstieg einfedert. Durch entsprechende Bemessung des Gasraumes 11 kann unter Berücksichtigung der übrigen Gegebenheiten bestimmt werden, innerhalb welcher Grenzen die Last L bei vorgegebenem Seegang an den über den Kranhaken H übertragenen Bewegungen des Arbeitsschiffes S teilnimmt. Dabei wurde noch nicht berücksichtigt, daß das zum Kranhaken H führende Trageil auch eine von seiner Länge abhängige Federkonstante aufweist, die zur Beruhigung der Last beiträgt.

Die zweite Kammer 5 des Hydraulikzylinders 1 ist über Verbindungskanäle 17 mit einem das nach oben aus dem Hydraulikzylinder 1 herausragende Ende der Kolbenstange 3 konzentrisch umgebenden Hydrospeicher 16 verbunden, dessen ringförmiger Innenraum durch einen darin dichtend verschiebbaren Ringkolben 18 in einen oberen Gasraum 19 und einen unteren Flüssigkeitsraum 20 unterteilt ist. Die zweite Kammer 5 des Hydraulikzylinders 1, die Verbindungskanäle 17 und der Flüssigkeitsraum 20 sind im Betrieb vollständig mit Hydraulikflüssigkeit gefüllt. Bei dieser Anordnung wird je nach der Bewegung des Kolbens 2 nach oben oder unten aus der zweiten Kammer 5 Hydraulikflüssigkeit gegen den Gasdruck im Gasraum 19 in den Flüssigkeitsraum 20 verdrängt bzw. unter der Wirkung des Gasdruckes im Gasraum 20 in die zweite Kammer 5 nachgeführt.

Um die beschriebene Dämpfungswirkung bei der Übertragung seegangsbedingter Relativbewegungen auf die Last L auch dann nicht zu stören, wenn diese absichtlich oder unvermutet auf einer tragfähigen Auflagefläche aufsetzt und der Kolben 20 wegen der plötzlichen Gewichtsentlastung zum

Hochschnellen neigt, wird der Gasdruck P_2 im Gasraum 19 auf einen relativ zu dem beispielsweise zwischen 100 und 400 bar gewählten Gasdruck p_1 im Gasraum 11 erheblich niedriger bemessenen Wert zwischen 0,5 und 50 bar eingestellt, der so gewählt ist, daß bei einer Abwärtsbewegung des Kolbens 2 hinreichend schnell Hydraulikflüssigkeit aus dem Flüssigkeitsraum 20 nachgeführt wird, dabei jedoch auf die Federkonstante des unter sehr hohem Gasdruck P_1 stehenden Gasraumes 11 nicht störend beeinflusst wird, wenn sich der Kolben 2 unter Verdrängung von Hydraulikflüssigkeit in den Flüssigkeitsraum 20 und entsprechender Erhöhung des Gasdruckes im Gasraum 19 aufwärts bewegt. Wenn der Gasraum 19 hinreichend groß bemessen ist, ergibt sich bei seiner Verkleinerung nur ein geringer Druckanstieg. Durch geeignete Wahl seiner Größe und der Höhe seines Gasdruckes P_2 kann der Gasraum 19 die Aufwärtsbewegung des Kolbens 2 vor Erreichen der oberen Endlage dadurch abbremsen, daß der steigende Gasdruck P_2 im Gasraum 19 der Aufwärtsbewegung des Kolbens 2 zunehmenden Widerstand entgegensetzt. Hierdurch wird bei einem unerwarteten Aufsetzen der Last L ein gefährlich rasches Hochschießen des Kolbens 2 im Hydraulikzylinder 1 verhindert, das sonst zu Beschädigungen der Dichtungen 7 und der Dichtungen am Kolben 2 oder gar des Hydraulikzylinders 1 führen könnte.

Um die Gasdrücke P_1 und P_2 in den Gasräumen 11 und 19 zweck entsprechend einstellen zu können, sind diese jeweils mit Füllkanälen und Absperrventilen 21 und 22 versehen, über die je nach den Anforderungen Druckgas abgelassen oder nachgefüllt werden kann. Die in Figur 3 dargestellte Ausführungsform mit ringförmigen Hydrospeichern 8 bzw. 16 ergibt bei möglichst geringem Baudurchmesser die relativ zur Baulänge optimale Speicherkapazität.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform sind anstelle der ringförmigen Hydrospeicher jeweils einzelne Hydrospeicher 23 bzw. 24 um den Hydraulikzylinder 1 bzw. das aus diesem austretende obere Ende der Kolbenstange 3 herum angeordnet. Die Hydrospeicher 24 enthalten jeweils einen Gasraum 25 und einen von diesem über einen verschiebbaren Trennkolben 26 getrennten Flüssigkeitsraum 12, der jeweils über einen Verbindungskanal 9 mit der Lasttragkammer 6 des Hydraulikzylinders 1 kommuniziert. Die Hydrospeicher 24 enthalten einen über einen Verbindungskanal 17 mit der zweiten Kammer 5 des Hydraulikzylinders 1 kommunizierenden Flüssigkeitsraum 20 sowie einen hiervon durch eine flexible Membran 28, beispielsweise eine Gummiblase, abgetrennten Gasraum 27. In der unteren Endstellung des Kolbens 2 füllt das von der Membran 28 eingeschlossene Gas den ganzen Innenraum des Hydrospeichers 24 und

schließt dann ein an der Einmündung des Verbindungskanales 17 angeordnetes Tellerventil 29, damit die Membran 28 nicht unter der Wirkung des Gasdruckes P_2 in den Verbindungskanal 17 gerät.

Die Hydrospeicher 23 sind jeweils zwischen oberen und unteren Ringflanschen des Hydraulikzylinders 1 in gleichen Abständen um dessen Umfang herum zu diesem parallel angeordnet und nach außen durch eine zylindrische Gehäusewand 59 abgedeckt. Jeder Hydrospeicher 23 wird durch ein in eine Gewindebohrung des oberen Ringflansches eingeschraubtes hohlzylindrisches Druckstück 30 fest gegen seinen Sitz am unteren Ringflansch angepreßt gehalten. Jeder Hydrospeicher 23 besitzt zur Einstellung des Gasdruckes P_1 im Gasraum 25 ein im lichten Innenraum des rohrförmigen Druckstücks 30 liegendes Füllventil 31. Die Hydrospeicher 24 sind in entsprechender Weise mittels Druckstücken 30 zwischen Ringflanschen eines vom Hydraulikzylinder 1 aufwärts vorstehenden Rohrstutzens angebracht und nach außen von einer Gehäusewand umschlossen, wobei jedes Füllventil 31 wiederum über die Öffnung des rohrförmigen Druckstücks 30 zugänglich sind.

Die in Fig. 4 dargestellte Kompensatorvorrichtung ist einfacher zu fertigen und kann zur Handhabung verschieden schwerer Lasten noch flexibler angepaßt werden, da nicht nur der Gasdruck jedes Hydrospeichers 23 bzw. 24 individuell einstellbar ist, sondern durch Befüllen ausgewählter Hydrospeicher mit besonders hohem Gasdruck erreicht werden kann, daß diese nur noch in Extremfällen oder gar nicht mehr an der Bewegungsdämpfung teilnehmen. Hierdurch kann auch die Größe der insgesamt zur Bewegungsdämpfung wirksamen Gasräume in einfacher Weise verändert werden.

Die in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsformen stellen die unter Berücksichtigung der erforderlichen Ausfahrlänge der Kolbenstange 3 nach oben und unten kürzestmögliche Bauweise dar, wie sie für Kräne mit relativ kleiner Kranhakenhöhe vorteilhaft ist.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Kompensatorvorrichtung längerer Bauart sind die über Verbindungskanäle 9 mit der Lasttragkammer 6 kommunizierenden Hydrospeicher 23 und die über Verbindungskanäle 17 mit der zweiten Kammer 5 des Hydraulikzylinders 1 kommunizierenden Hydrospeicher 24 auf einer gemeinsamen Kreislinie um den Hydraulikzylinder 1 alternierend angeordnet. Die einzelnen Hydrospeicher können je nach den Anforderungen wahlweise mit den Gasraum 25 abtrennenden Trennkolben oder den Gasraum 27 abtrennender Membran ausgebildet sein. Diese

Ausführungsform ist sehr kompakt und wirtschaftlich, jedoch ist dabei das unterzubringende Speichervolumen und damit auch die zu handhabende Last begrenzt.

An den Endflächen des Hydraulikzylinders 1 sind bei dieser Ausführungsform jeweils die herausragenden Enden der Kolbenstange 3 konzentrisch umgebende Mantelrohre 32 und 33 angebracht. Das Mantelrohr 32 ist am oberen Ende geschlossen und trägt dort ein Tragauge 14 für das Kranseil 4. Das untere Mantelrohr 33 besitzt an seinem unteren Ende eine Durchtrittsöffnung für eine mit der Kolbenstange 4 verbundene Verlängerungsstange 35, die an ihrem unteren Ende ein Tragauge 13 zur Befestigung der Last aufweist. Beide Mantelrohre 32 und 33 besitzen seitlichen Durchlaßöffnungen 37 durch die bei Arbeiten unter Wasser durch die ausfahrende Kolbenstange 3 verdrängtes Wasser ausströmen oder bei einfahrender Kolbenstange 3 Wasser nachströmen kann. Da die Mantelrohre 32 und 33 jeweils sich konisch verjüngende Endabschnitte 39 aufweisen und die Kolbenstange 3 an ihren Enden Konsuabschnitte 38 trägt, die beim Ausfahren der Kolbenstange 3 nach dem Passieren der Durchlaßöffnungen 37 in den konisch verjüngten Endabschnitt 39 des jeweiligen Mantelrohres 32 bzw. 33 eindringen, muß das in diesen befindliche Wasser über einen zunehmend enger werdenden Ringspalt zu den Durchlaßöffnungen 37 hin verdrängt werden, was einen die Ausfahrbewegung der Kolbenstange 3 dämpfenden Wasserstau ergibt, der einen harten Anschlag des Kolbens 2 an der Endfläche des Hydraulikzylinders 1 verhindert.

Bei der dargestellten Ausführungsform sind in der Lasttragkammer 6 und der zweiten Kammer 5 des Hydraulikzylinders 1 jeweils nahe deren Endwänden zusätzlich Stoßdämpfvorrichtungen 40 angeordnet, die zweckmäßig einen in einem Zylinder dichtend verschiebbar geführten Kolben mit auswärts vorstehendem Stößel aufweisen, der durch den Kolben 2 gegen ein in der Stoßdämpfvorrichtung 40 eingeschlossenes, hoch vorgespanntes Gaspolster einwärts zurückgedrängt werden kann. Je nach den Anforderungen können aber auch in anderer Weise ausgebildete Stoßdämpf vorrichtungen benutzt werden, sofern diese bei hinreichend geringem Platzbedarf eine ausreichende Stoßdämpfung ermöglichen.

Mit einer derart ausgebildeten Kompensatorvorrichtung kann auch ein sehr schwerer Hohlkörper, der beim Eintauchen unter Wasser durch seinen großen Auftrieb nur noch einen kleinen Bruchteil seines Überwassergewichts wiegt, ohne besondere Regelungsmaßnahmen hinsichtlich des Volumens oder des Druckes der Hydrospeicher unter Wasser abgesenkt werden. Solange der Hohlkörper dabei noch über Wasser am Kranhaken

H hängt, liegt der Kolben 2 im Hydraulikzylinder 1 auf den Stoßdämpfvorrichtungen 40 auf und drückt deren Stößel praktisch vollkommen ein. Sobald der Hohlkörper auf der Wasseroberfläche aufsetzt, wird er in dem Maße leichter, wie er in das vom Seegang bewegte Wasser eintaucht. Dabei wird der Kolben 2 unter der Wirkung der Stoßdämpfvorrichtungen 40 und der mit der Lasttragkammer 6 in Verbindung stehenden Hydrospeicher entsprechend aufwärts gedrückt. Wenn dann beim nächsten Wellental der Hohlkörper wieder ganz oder weitgehend aus dem Wasser herausgelangt und somit sein Gewicht abrupt stark zunimmt, wird die heftige Abwärtsbewegung des Kolbens 2 durch die gemeinsame Wirkung der Stoßdämpfvorrichtungen 40 und des Wasserstaus im konisch verjüngten Endabschnitt 39 des unteren Mantelrohrs 33 so abgefangen, daß ein harter Anprall des Kolbens 2 mit zerstörerischer Wirkung vermieden wird. Diese Ausgestaltung bietet gleichzeitig auch hinreichenden Schutz gegen unvorhersehbar höhere Einzelwellen und gegen unvermutet aufkommenden höheren Seegang während länger dauernder Absenkarbeiten unter Wasser. Die Stoßdämpfvorrichtungen 40 können zweckmäßig zur Anpassung an die Anforderungen des Einzelfalles mit nicht dargestellten herkömmlichen Vorrichtungen zur Einstellung des Vorspanndruckes ausgestattet sein.

Sobald der Hohlkörper vollständig in das Wasser eingetaucht ist, wird der Kolben 2 durch den im Vorhinein auf das entsprechend verringerte Gewicht eingestellten Gasdruck in den Hydrospeichern 23 in eine mittlere Lage im Hydraulikzylinder 1 hochgedrückt. Im weiteren Verlaufe des Absenkens mittels des Kranes pendelt der Kolben 2 und die Last L dann nur noch geringfügig um diese mittlere Lage.

Die in Fig. 6 dargestellte bevorzugte Ausführungsform ähnelt derjenigen gemäß Fig. 5, wobei jedoch jetzt im Inneren der hohlen Kolbenstange 3 ein mit der zweiten Kammer 5 kommunizierender Hydrospeicher angeordnet ist. Dies ist nicht nur platzsparend, sondern auch deshalb wirtschaftlich günstig, weil dadurch einige der den Hydraulikzylinder umgebenden Hydrospeicher eingespart werden können oder aber das insgesamt zur Dämpfung verfügbare Volumen der Gasräume entsprechend vergrößert werden kann.

Bei der dargestellten Ausführungsform enthält die hohle Kolbenstange 3 zwei Gasräume 44 und 45, die jeweils durch dichtend verschiebbare Trennkolben 46 und 47 von einer mittleren Flüssigkeitskammer abgetrennt sind, die über einen Verbindungskanal 48 mit der zweiten Kammer 5 des Hydraulikzylinders 1 kommuniziert. Dabei können um den Hydraulikzylinder 1 herum nur mit

der Lasttragkammer 6 kommunizierende Hydrospeicher 23 vorgesehen werden, was ohne Vergrößerung des Durchmessers der Gesamtvorrichtung ein optimales Speichervolumen ergibt.

An den Enden der Kolbenstange 3 sind jeweils Füllventile 50 zum Befüllen der Gasräume 44 und 45 angeordnet. In Fig. 6 befindet sich der Kolben 2 nahezu in seiner untersten Endstellung im Hydraulikzylinder 1. Dabei ist das untere Ende der Kolbenstange 3 mit seinem Konusabschnitt 38 entsprechend tief in den sich konisch verjüngenden Endabschnitt 39 des Mantelrohrs eingedrungen, so daß die Verdrängung des in dem sich konisch verjüngenden Endabschnitt 39 eingeschlossenen Wassers durch den verbleibenden schmalen Ringspalt bei schneller Ausfahrbewegung der Kolbenstange 3 eine abbremsende Stauwirkung ergibt.

Bei der in Fig. 7 dargestellten, bevorzugten Ausführungsform steht der durch den Trennkolben 46 vom Gasraum 44 abgetrennte Flüssigkeitsraum 49 über Verbindungsöffnungen 51 mit der zweiten Kammer 5 des Hydraulikzylinders in Verbindung, während der getrennte, durch einen Trennkolben 52 vom Gasraum 45 im unteren Teil der hohlen Kolbenstange 3 abgeteilte Flüssigkeitsraum 57 über Verbindungsöffnungen 53 mit der Lasttragkammer 6 des Hydraulikzylinders 1 kommuniziert. Dabei ist der Gasraum 45 mit auf einen hohen Gasdruck P_1 vorgespannten Gas gefüllt, während im Gasraum 44 ein niedrigerer Gasdruck P_2 eingestellt ist. Zur Begrenzung der Bewegung der Trennkolben 46 bzw. 52 sind im Bereich des Kolbens 2 Anschläge 54 bzw. 55 vorgesehen. In der unteren Endlage des Kolbens 2 kann der Trennkolben 46 höchstens bis in eine am Anschlag 54 anliegende Stellung gelangen, in welcher die in der Kammer 5 enthaltene Druckflüssigkeit drucklos wird, weil sich der Druck des im Gasraum 44 enthaltenen Gaspolsters dann über den Trennkolben 46 gegen den Anschlag 54 abstützt. Umgekehrt kann in der oberen Endstellung des Kolbens 2 der Trennkolben 52 höchstens bis zur Anlage an Anschlag 55 gelangen, wobei der Gasdruck im Gasraum 45 ebenfalls über den Trennkolben 52 und den Anschlag 55 abgefangen wird. In der Praxis werden jedoch in die Lasttragkammer 5 und die zweite Kammer 6 Überschußmengen an Hydraulikflüssigkeit eingefüllt, so daß die Trennkolben 46 und 52 auch in den Endlagen des Kolbens 2 noch nicht an den entsprechenden Anschlägen 54 bzw. 55 anliegen. Das hat den Vorteil, daß die Trennkolben auch bei Leckverlusten nicht vorzeitig gegen den zugeordneten Anschlag zur Anlage kommen, wodurch sich in der Lasttragkammer 5 bzw. in der zweiten Kammer ein Vakuum bilden könnte, wenn der Kolben 2 noch eine weitere Wegstrecke zurückzulegen hätte, ohne daß Hydraulikflüssigkeit

durch das Gas nachgedrückt werden kann. Hierdurch kann selbst im Falle einer Leckage die Arbeit ohne Reparaturunterbrechung zu Ende geführt werden.

Die in Fig. 7 dargestellte Ausführungsform ist wegen ihrer schlanken, gegen mechanische Beschädigungen besonders robusten Bauweise wirtschaftlich und fertigungstechnisch besonders günstig. Dies gilt insbesondere, wenn der Durchmesser der Kolbenstange 3 und der darin enthaltenen Hydrospeicher zur Erzielung großer Gasräume 44 und 45 hinreichend groß bemessen werden kann oder aber die Ansprüche an die aufnehmbaren Lasten bzw. die erzielte Verminderung von Relativbewegungen nicht besonders hoch sind.

Bei den vorstehend erläuterten Ausführungsformen ist die Kompensatorvorrichtung so ausgebildet, daß sie während ihres Einsatzes ohne zusätzliche Eingriffe vom Arbeitsschiff her die verschiedenen Arbeitsbedingungen einschließlich unvorhergesehener Abweichungen bewältigt, so daß eine sehr einfache Handhabung gegeben und nur ein Minimum an Überwachung und Wartung erforderlich ist. Zur Überwachung können beispielsweise an der aus dem unteren Mantelrohr 33 austretenden Verlängerungsstange 35 angebrachte farbliche Markierungen beobachtet werden, die Aufschluß über die Stellung und den Arbeitsweg des Kolbens 2 im Hydraulikzylinder 1 bzw. die entsprechenden Bewegungen der Last L geben. Bei Arbeiten unter Wasser kann dies durch die dabei meist ohnehin erforderliche Unterwasserkamera erfolgen. Stattdessen kann die relative Stellung der Verlängerungsstange 35 zum unteren Ende des Mantelrohres 33 auch mittels eines geeigneten Sensors erfaßt und mit herkömmlichen Mitteln zum Kran oder Arbeitsschiff signalisiert werden. Darüber hinaus ist es aber auch mit geringem Aufwand möglich, durch Signale vom Kran oder Arbeitsschiff die Betriebsweise der Kompensatorvorrichtung zu beeinflussen.

Bei der in Fig. 8 dargestellten, abgewandelten Ausführungsform ist hierzu in den von der Lasttragkammer 6 zum Hydrospeicher 23 führenden Verbindungskanal ein fernbetätigbares Absperrventil 56 eingebaut, das über eine Steuerleitung 60 oder nicht dargestellte, über Funk fernbetätigbare Stellvorrichtungen gesteuert wird. Derartige Absperrventile 56 können im Verbindungskanal 9 bzw. 17 jedes Hydrospeichers 23 bzw. 24 vorgesehen sein. Auf diese Weise kann auch während des Arbeitseinsatzes über oder unter Wasser die Anzahl der wirksamen Hydrospeicher den wechselnden Arbeits- und Lastverhältnissen und dem gewünschten Dämpfungsausmaß angepaßt werden.

Die vorstehend anhand bevorzugter Ausführungsformen erläuterte Kompensatorvorrichtung kann vom Fachmann je nach den Anforderungen in verschiedener Weise zweckentsprechend abgewandelt werden, sofern dabei die beiderseitige Beaufschlagung des im Hydraulikzylinder 1 verschiebbaren Kolbens 2 mit jeweils mit Hydrospeichern zusammenwirkender Hydraulikflüssigkeit erhalten bleibt. Wenn man dabei für nur zum Einsatz über Wasser bestimmte Vorrichtungen auf die Anwendung einer mit beiden Enden austretenden Kolbenstange verzichtet, wird immer noch eine erheblich verbesserte Betriebssicherheit gegenüber abrupten Belastungsänderungen beim unvermuteten Aufsetzen einer hängenden Last oder plötzlichem Abheben einer ruhenden Last erreicht.

Ansprüche

1. Kompensatorvorrichtung zur Verminderung seegangsbedingter Relativbewegungen zwischen einer an einem Überwasser-Kran hängenden Last und einer Lastabsetzfläche, bzw. dem Kranhaken und einer aufzunehmenden Last, mit einem am Kranhaken anzuhängenden oder mit der Last zugfest zu verbindenden Hydraulikzylinder, einem darin dichtend verschiebbaren, dessen Innenraum in eine im Betrieb mit Hydraulikflüssigkeit gefüllte Lasttragkammer und eine zweite Kammer unterteilten Kolben, einer mit diesem verbundenen, aus der Lasttragkammer abgedichtet herausragenden Kolbenstange mit Vorrichtungen zum Anhängen der Last bzw. am Kranhaken, sowie einem mit der Lasttragkammer verbundenen Hydrospeicher zur Aufnahme eines vorgespannten Gaspolsters, dadurch gekennzeichnet, daß

a) die zweite Kammer (5) im Betriebszustand mit Hydraulikflüssigkeit gefüllt ist,

b) mindestens ein mit der zweiten Kammer - (5) verbundener Hydrospeicher (16,24) zur Aufnahme eines auf einen niedrigeren Druck vorgespannten Gaspolsters (19,27,44) vorgesehen ist und

c) die Kolbenstange (3) beide Kammern - (5,6) des Hydraulikzylinders (1) durchsetzt und durch Endflächen beiderseits abgedichtet nach außen ragt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Hydrospeicher (bzw. 16) als am Hydraulikzylinder (1) konzentrisch um die Kolbenstange (3) herum angeordneter Ringzylinder mit einem darin dichtend verschiebbaren Ringkolben (10 bzw. 18) zur Abtrennung einer ringförmigen Gaskammer (11 bzw. 19) von einer ringförmigen Flüssigkeitskammer (12 bzw. 20) ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lasttragkammer - (6) und/oder die zweite Kammer (5) jeweils mit mehreren in einem zum Hydraulikzylinder (1) konzentrischen Mantelgehäuse (15,57) über dessen Umfang verteilt angeordneten Hydrospeichern (23 bzw. 24) vorbestimmten Einzelvolumens verbunden ist. 5

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolbenstange - (3) hohl ausgebildet ist und in Ihrem Inneren mindestens einen mit der Lasttragkammer (6) bzw. der zweiten Kammer (5) verbundenen Hydrospeicher mit einem, vorzugsweise durch einen darin dichtend verschiebbaren Kolben (46,47) abgetrennten Gasraum (44,45) zur Aufnahme eines im Betrieb vorgespannten Gaspolsters (44) aufweist. 10 15

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydrospeicher (8,16,23,24) Vorrichtungen (21,22,31,50) zur Einstellung des Gasdrucks des Gasraumes - (11,19,25,27,44,45) aufweisen. 20

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Hydrospeicher mit der zugeordneten Kammer (5 bzw. 6) über eine vorzugsweise fernbetätigbare Absperrvorrichtung (36) verbunden ist. 25

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Kammer (5 bzw. 6) in ihrer Nachgiebigkeit verstellbare Stoßdämpfvorrichtungen (40) zur Verhütung eines harten Anpralls des Kolbens (2) an die Endwand des Hydraulikzylinders (1) aufweist. 30

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß am Hydraulikzylinder (1) die Kolbenstange (3) konzentrisch umschließende Mantelrohre (32,33) angeordnet sind. 35

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das eine Ende der Kolbenstange (3) durch eine am Ende des zugehörigen Mantelrohres (33) befindliche Öffnung herausragt und Vorrichtungen (13) zur Verbindung mit der Last (L) bzw. dem Kranhaken (H) aufweist, während das andere Mantelrohr (32) an seinem Ende geschlossen ist und seitliche Durchlaßöffnungen (37) sowie Vorrichtungen (14) zur Verbindung mit dem Kranhaken (H) bzw. der Last (L) besitzt. 40 45

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Mantelrohr (32 bzw. 33) einen sich konisch verjüngenden Endabschnitt (39) aufweist und die Kolbenstange (3) einen zugeordneten konischen Endabschnitt (38) besitzt, der beim Ausfahren unter Wasser im konischen Endabschnitt (39) des Mantelrohres (32 bzw. 33) einen die Ausfahrbewegung dämpfenden Wasserstau erzeugt. 50 55

Fig. 1

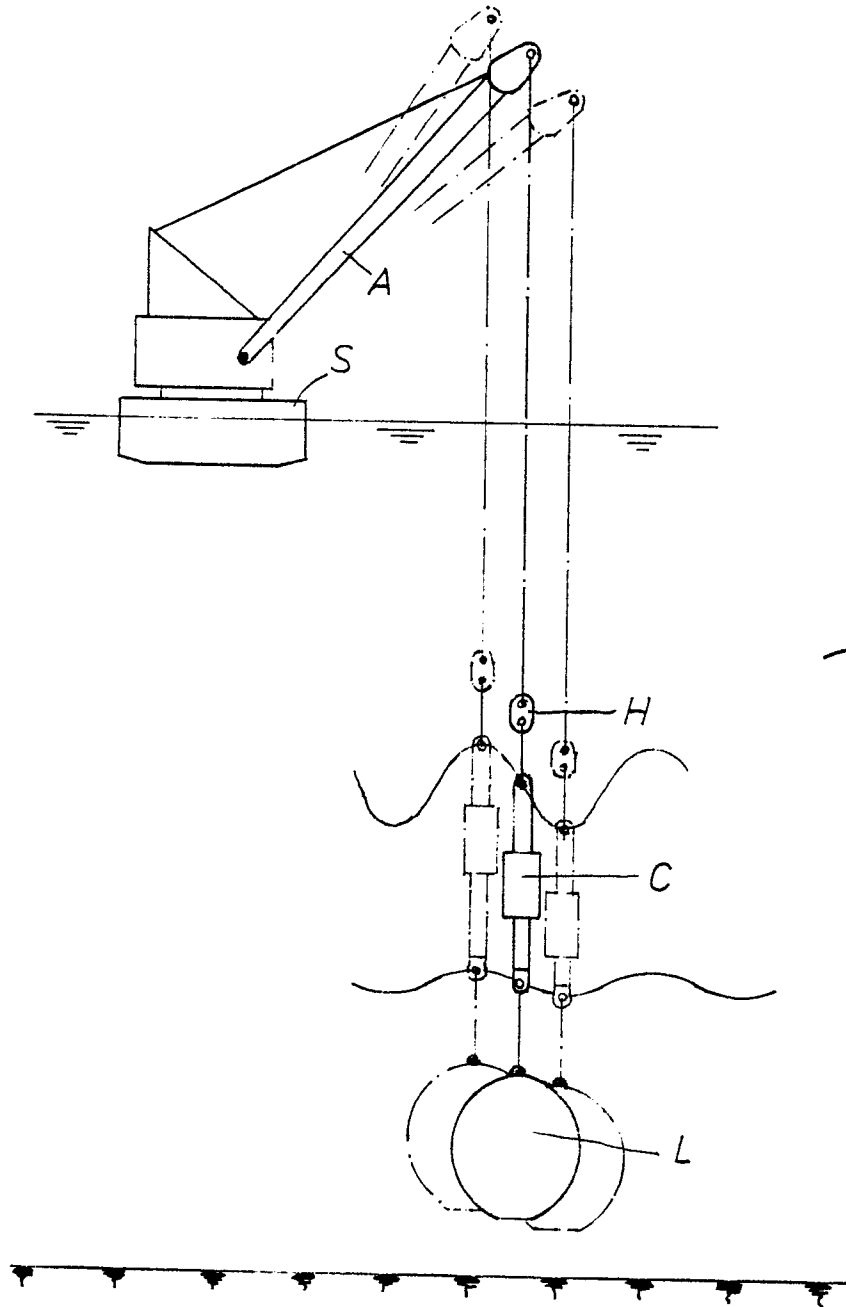


Fig. 2

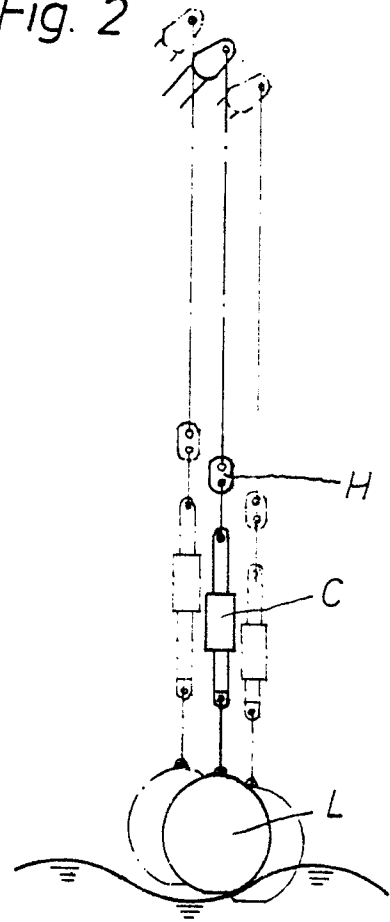


Fig. 3

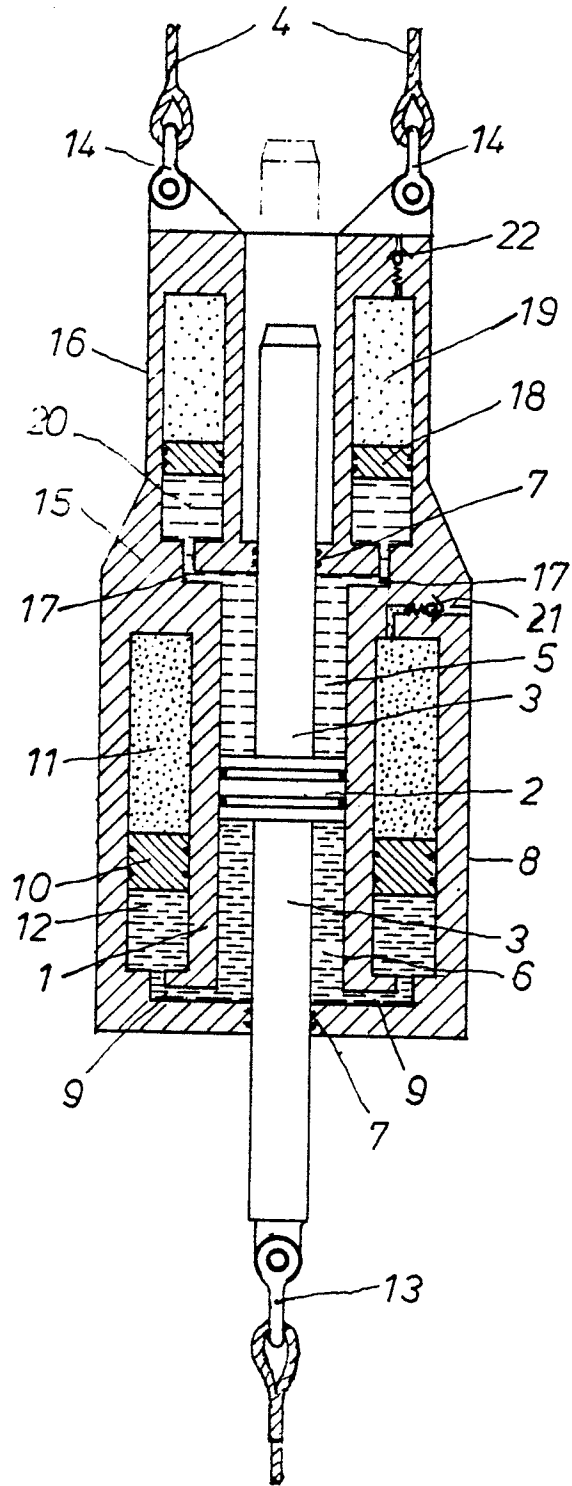


Fig. 4

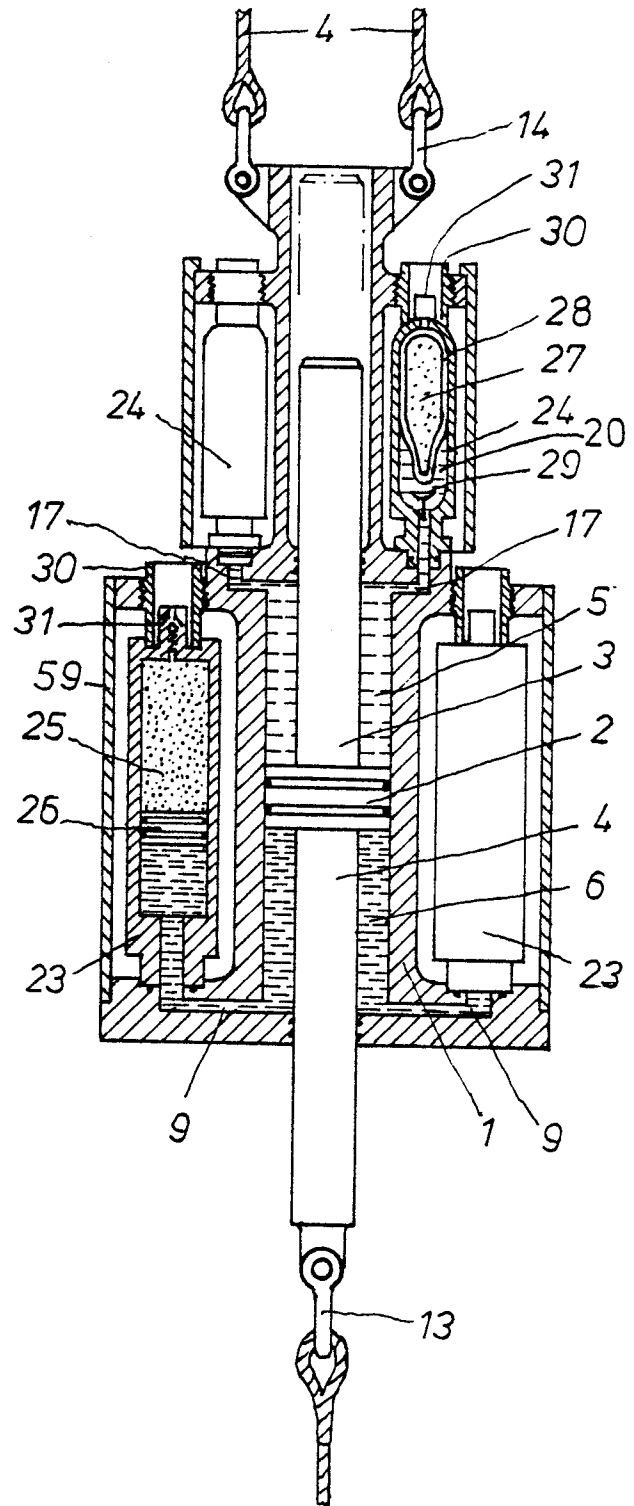


Fig. 5

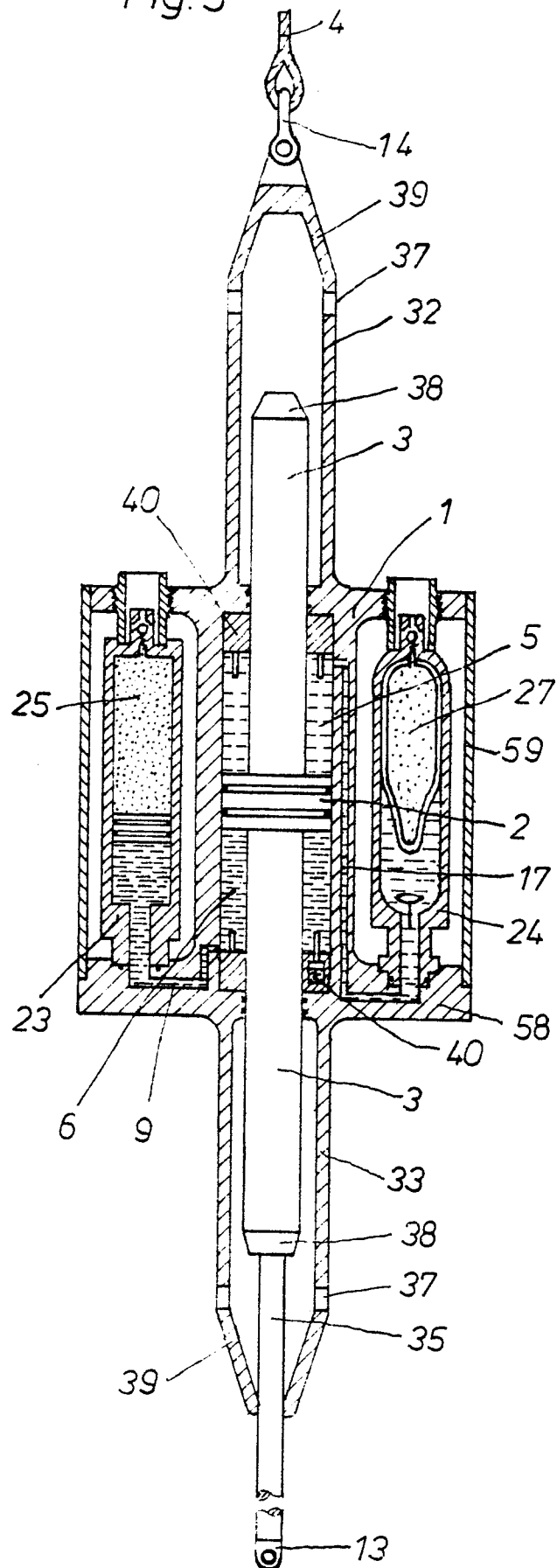


Fig. 6

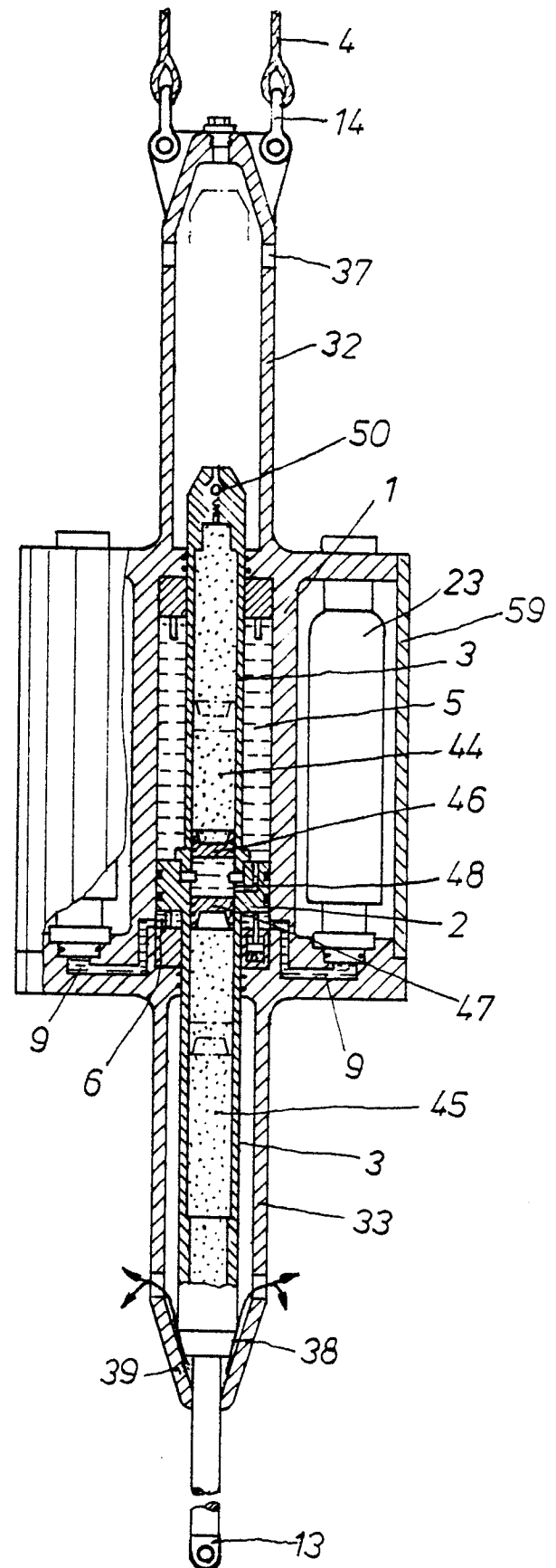


Fig. 7

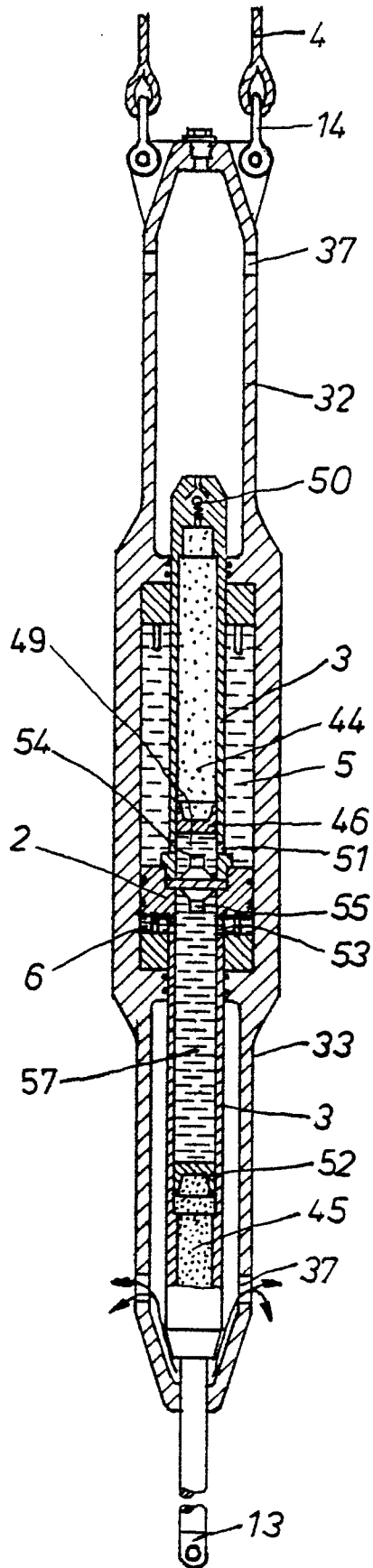


Fig. 8

