



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.07.2013 Patentblatt 2013/28

(51) Int Cl.:
F15B 7/00 (2006.01) F15B 21/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12005536.3**

(22) Anmeldetag: **30.07.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Kurzen, Andreas**
3772 St. Stephan (CH)
• **Progin, Pascal**
1658 Vuadens (CH)

(30) Priorität: **04.01.2012 CH 102012**

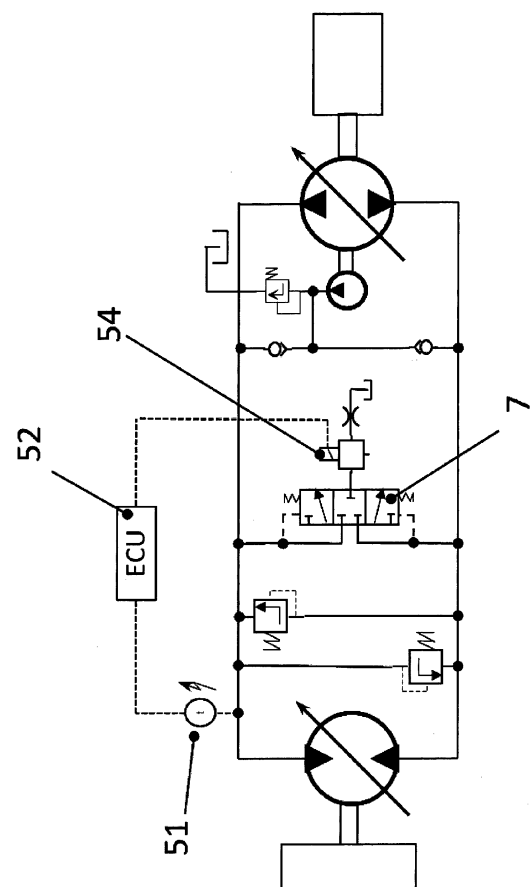
(74) Vertreter: **Laufhütte, Dieter et al**
Lorenz-Seidler-Gossel
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)

(71) Anmelder: **Liebherr-Machines Bulle SA**
1630 Bulle (CH)

(54) **Hydrauliksystem**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hydrauliksystem mit einem geschlossenen hydraulischen Kreislauf aus Hydraulikpumpe und Hydraulikmotor, mit einer Speisepumpe zum Ausgleich von Volumenverlusten im geschlossenen Kreislauf und mit einer Spülvorrichtung (7, 54) zum Ausspeisen eines Teiles des Hydraulikfluides aus dem geschlossenen Kreislauf, wobei die Spülvorrichtung so ausgeführt ist, dass der Ausspeise-Fluidstrom von der Temperatur des Hydraulikfluides abhängt.

Figur 5



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Hydrauliksystem mit einem geschlossenen hydraulischen Kreislauf aus Hydraulikpumpe und Hydraulikmotor, mit einer Speisepumpe zum Ausgleich von Volumenverlusten im geschlossenen Kreislauf und mit einer Spülvorrichtung zum Ausspeisen eines Teiles des Hydraulikfluides aus dem geschlossenen Kreislauf.

[0002] In einem geschlossenen Hydrauliksystem fördert die Hydraulikpumpe Fluid und treibt damit den Hydraulikmotor an. Dessen Austrittsölmenge wird direkt wieder der Hydraulikpumpe zurückgeführt. Die volumetrischen Verluste werden mittels der Speisepumpe kompensiert. Die Spülvorrichtung speist einen Teil des Öls aus dem Kreislauf aus, um eine Überhitzung zu vermeiden.

[0003] Im Stand der Technik werden dabei üblicherweise Spülventile eingesetzt, welche als konstante Systeme ausgebildet sind und ab einer bestimmten Druckdifferenz zwischen den beiden Seiten des Hydraulikkreislaufes schlagartig einen konstanten Ausspeisefluidstrom ausspeisen.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Spülvorrichtung für ein solches Hydrauliksystem zur Verfügung zu stellen.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Hydrauliksystem gemäß Anspruch 1 bzw. eine Spülvorrichtung gemäß Anspruch 14 gelöst.

[0006] Das erfindungsgemäße Hydrauliksystem weist einen geschlossenen hydraulischen Kreislauf aus Hydraulikpumpe und Hydraulikmotor auf, wobei eine Speisepumpe zum Ausgleich von Volumenverlusten im geschlossenen Kreislauf und eine Spülvorrichtung zum Ausspeisen eines Teiles des Hydraulikfluides aus dem geschlossenen Kreislauf vorgesehen sind. Erfindungsgemäß ist die Spülvorrichtung dabei so ausgeführt, dass der Ausspeise-Fluidstrom von der Temperatur des Hydraulikfluides abhängt. Die vorliegende Erfindung erlaubt so eine bedarfsgerechte Spülung des Hydraulikfluides im geschlossenen Kreislauf, und damit einen effizienteren Betrieb des Hydrauliksystems. Insbesondere wird der Ausspeise-Fluidstrom dabei einem Hydraulik-Kühler und/oder dem Tank zugeführt.

[0007] Vorteilhafterweise erhöht sich dabei bei steigender Temperatur des Hydraulikfluides der Ausspeise-Fluidstrom, um so bedarfsgerecht eine Überhitzung des Hydraulikfluides im geschlossenen Kreislauf zu verhindern. Umgekehrt kann bei einer niedrigen Temperatur des Hydraulikfluides des Ausspeisefluidstroms entsprechend gering sein.

[0008] In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist die Spülvorrichtung eine viskositätsabhängige Drossel auf. Die vorliegende Erfindung macht sich dabei die physikalische Tatsache zu nutze, dass sich die Viskosität des Hydraulikfluides bei steigender Temperatur verringert. Damit erhöht sich bei steigender Temperatur des Hydraulikfluides der Durch-

fluss durch die viskositätsabhängige Drossel. Erfindungsgemäß fällt so die Ausspeisefluidstrom durch den Einsatz einer viskositätsabhängigen Drossel variabel aus, wobei bei heißem Öl viel Ausspeisefluidstrom anfällt, und damit die Temperatur im geschlossenen Kreislauf gesenkt wird.

[0009] Die Verwendung einer viskositätsabhängigen Drossel hat neben der temperaturabhängigen Spülung den weiteren Vorteil, dass der Ausspeisefluidstrom sich bei einem Einschalten der Spülvorrichtung nicht schlagartig ändert, sondern gedämpft ansteigt. Hierdurch können Druckeinbrüche auf der Niederdruckseite verhindert werden.

[0010] Die viskositätsabhängige Drossel kann dabei durch eine Bohrung oder einen Spalt gebildet werden. Insbesondere kann dabei ein Ringspalt eingesetzt werden.

[0011] Vorteilhafterweise ist die Länge der Bohrung bzw. des Spaltes mehr als doppelt so groß wie der Durchmesser der Bohrung bzw. die Höhe des Spaltes. Weiterhin vorteilhafterweise beträgt die Länge der Bohrung bzw. des Spaltes dabei mehr als das dreifache, weiterhin vorteilhafterweise mehr als das fünffache des Durchmessers der Bohrung bzw. der Höhe des Spaltes. Hierdurch kann eine entsprechende Abhängigkeit der Durchflussmenge durch die Drossel von der Viskosität des Hydraulikfluides erreicht werden.

[0012] Besonders vorteilhaft ist die Drossel als ein zylindrischer Ringspalt ausgeführt. Insbesondere kann dabei der Innendurchmesser des Zylinders zwischen dem 0,5-fachen und 2-fachen der Spaltlänge betragen, weiterhin vorteilhafterweise zwischen dem 0,8-fachen und 1,2-fachen der Spaltlänge.

[0013] In einer ersten Ausführungsform kann der Ausspeise-Fluidstrom direkt durch die viskositätsabhängige Drossel fließen, und so in Abhängigkeit von seiner Viskosität direkt durch die Drossel angesteuert werden.

[0014] In einer zweiten Ausführungsform umfasst die Spülvorrichtung dagegen ein zwei-stufiges Ventil mit einem Hauptkolben zur Ansteuerung des Ausspeise-Fluidstroms und einer Steuerstufe, wobei die viskositätsabhängige Drossel in der Steuerstufe angeordnet ist. Die durch die sinkende Viskosität zunehmende Menge an der Drossel sorgt so für einen höheren Steuerstrom, durch welchen der Hauptkolben ebenfalls entsprechend ausgelenkt wird, um einen erhöhten Ausspeisefluidstrom zu erzeugen.

[0015] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass zur Einstellung einer definierten Druckdifferenz über die viskositätsabhängige Drossel ein Drosselkolben vorgesehen ist, welcher mit dem Eingangsdruck der Spülvorrichtung beaufschlagt ist. Vorteilhafterweise ist der Drosselkolben dabei hinter der viskositätsabhängigen Drossel angeordnet und steuert den Fluss des Hydraulikfluides zum Tank.

[0016] Insbesondere kann dabei der Drosselkolben ein Drucksteuerventil bilden, welches auf der einen Seite mit dem Druck auf der Eingangsseite der Spülvorrichtung beaufschlagt wird und auf der anderen Seite mit dem

Druck hinter der viskositätsabhängigen Drossel. Insbesondere kann ein solcher Drosselkolben vorgesehen werden, wenn die viskositätsabhängige Drossel in der Steuerstufe eines zweistufigen Ventils angeordnet ist.

[0017] Vorteilhafterweise ist bei der vorliegenden Erfindung weiterhin ein Wechselventil vorgesehen, durch welches der Ausspeise-Fluidstrom immer aus der Seite des Hydraulikkreislaufs entnommen wird, an welcher der tiefere Lastdruck anliegt. Dieser tiefere Lastdruck entspricht dabei in der Regel dem Speisedruck.

[0018] Erfindungsgemäß können dabei das Wechselventil und die viskositätsabhängige Drossel separat ausgeführt sein. Insbesondere kann dabei ein Wechselventil mit der viskositätsabhängigen Drossel oder einem zweistufigen Ventil, in dessen Steuerstufe die viskositätsabhängige Drossel angeordnet ist, in Reihe geschaltet werden.

[0019] Alternativ kann die viskositätsabhängige Drossel in das Schaltventil integriert sein. Vorteilhafterweise weist das Schaltventil dabei einen Kolben auf, und ist so ausgeführt, dass der Kolben auf gegenüberliegenden Seiten mit dem Druck der beiden Seiten des geschlossenen Hydraulikkreislaufs beaufschlagt wird. Je nach Druckverhältnissen gibt dabei der Kolben die Verbindung zwischen der einen oder der anderen Seite mit dem Tank frei, wobei der Kolben jeweils die Niederdruckseite mit dem Tank verbindet.

[0020] Vorteilhafterweise erfolgt die Verbindung zwischen der Niederdruckseite und dem Tank dabei jeweils über eine viskositätsabhängige Drossel, welche damit erfindungsgemäß den Ausspeisefluidstrom in Abhängigkeit von der Temperatur des Hydraulikfluids einstellt. Vorteilhafterweise sind dabei zwei jeweils einer Seite des geschlossenen Hydraulikkreislaufs zugeordnete viskositätsabhängige Drosseln vorgesehen.

[0021] Weiterhin kann im Kolben mindestens ein Pilotkolben vorgesehen sein, welcher einen Spülstrom unterhalb eines gewissen Mindestdruckes auf der Niederdruckseite verhindert. Insbesondere kann der Pilotkolben dabei gegen eine Federkraft vorgespannt sein, welche durch den Druck auf der Niederdruckseite erst überwunden werden muss, um einen Spülstrom zu ermöglichen.

[0022] Weiterhin kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Länge der viskositätsabhängigen Drossel durch die Druckdifferenz zwischen der Hoch- und der Niederdruckseite eingestellt wird. Vorteilhafterweise sinkt dabei die Länge der Drossel bei einer Erhöhung der Druckdifferenz, so dass bei einer höheren Druckdifferenz ein entsprechend höherer Volumenstrom erreicht wird.

[0023] Ist die Drossel wie oben näher beschrieben in ein Schaltventil integriert, so wird die viskositätsabhängige Drossel vorteilhafterweise durch einen Ringspalt zwischen dem Kolben und einem Ventilgehäuse gebildet, wobei sich die Länge der viskositätsabhängigen Drossel bei einer Verschiebung des Kolbens ändert.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Spülvorrichtung einen Tem-

peratursensor auf, über welchen ein Steuerventil zum Ansteuern des Ausspeise-Fluidstroms angesteuert wird. Dies ermöglicht eine noch flexiblere Ansteuerung des Ausspeise-Fluidstroms anhand der Temperatur. Insbesondere kann dabei der Ausspeise-Fluidstrom bei steigender Temperatur erhöht und bei sinkender Temperatur verringert werden. Vorteilhafterweise wird dabei die Temperatur des Hydraulikfluids durch die Spülvorrichtung auf eine vorgegebene Temperatur geregelt. Insbesondere kann diese Temperatur einstellbar sein.

[0025] Vorteilhafterweise wird dabei eine elektronische Steuerung zur Auswertung der Daten des Temperatursensors und zur Ansteuerung des Steuerventils eingesetzt.

[0026] Erfindungsgemäß kann weiter mindestens ein Drucksensor vorgesehen sein, wobei der Ausspeise-Fluidstrom auf Grundlage der Daten des Drucksensors angesteuert wird.

[0027] Vorteilhafterweise wird dabei der Ausspeise-Fluidstrom in Abhängigkeit von der Druckdifferenz zwischen Hoch- und Niederdruckseite angesteuert. Insbesondere kann dabei der Ausspeise-Fluidstrom bei steigender Druckdifferenz erhöht werden.

[0028] Weiterhin vorteilhafterweise kann der Ausspeise-Fluidstrom in Abhängigkeit von dem Druck auf der Niederdruckseite angesteuert werden. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die Ausspeisefunktion erst bei einem gewissen Mindestdruck auf der Niederdruckseite einsetzt. Hierdurch kann das Auftreten von plötzlichen Druckabfällen durch das Einsetzen der Ausspeisung verhindert werden.

[0029] Erfindungsgemäß kann beispielsweise ein Druckreduzierventil in Kombination mit einer Blende oder ein Proportional-Stromregelventil als Steuerventil vorgesehen sein. Auch hier kann das Steuerventil für die Ansteuerung des Ausspeise-Fluidstroms separat zu einem Schaltventil ausgeführt sein oder mit diesem kombiniert werden. Insbesondere kann dabei ein 2-Wege Proportional-Stromregelventil vorgesehen sein, welches gleichzeitig als Schalt- und Steuerventil dient.

[0030] Besonders bevorzugt kommt die vorliegende Erfindung bei einem Hydrauliksystem zum Einsatz, dessen Speisepumpe als Verstellpumpe ausgeführt ist. Hierdurch kann die Verlustleistung durch die Einspeisepumpe reduziert werden, wobei durch die bedarfsgerechte Ausspeisung des Hydraulikfluids gemäß der vorliegenden Erfindung die verbrauchte Speisemenge und damit die Verlustleistung gesenkt wird.

[0031] Vorteilhafterweise wird dabei die Speisepumpe bedarfsgerecht angesteuert. Insbesondere kann die Speisepumpe dabei als Druckregler ausgebildet sein.

[0032] Neben dem Hydrauliksystem umfasst die vorliegende Erfindung weiterhin eine Spülvorrichtung für ein Hydrauliksystem, wie sie oben beschrieben wurde.

[0033] Insbesondere umfasst die Spülvorrichtung dabei eine viskositätsabhängige Drossel. Weiterhin vorteilhafterweise ist die Spülvorrichtung dabei so aufgebaut, wie dies oben beschrieben wurde.

[0034] Alternativ kann die erfindungsgemäße Spülvorrichtung einen Temperatursensor und ein Steuerventil aufweisen, welches in Abhängigkeit von der durch den Temperatursensor gemessenen Temperatur angesteuert wird.

[0035] Weiterhin kann die erfindungsgemäße Spülvorrichtung ein Wechselventil umfassen. Das Wechselventil kann dabei ein separates Element bilden oder mit einer der übrigen Komponenten der Spülvorrichtung kombiniert sein, insbesondere der viskositätsabhängigen Drossel oder dem Steuerventil. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind dabei ebenfalls oben bereits beschrieben.

[0036] Die vorliegende Erfindung umfasst weiterhin ein Verfahren zum Betrieb eines Hydrauliksystems mit einem geschlossenen hydraulischen Kreislauf aus Hydraulikpumpe und Hydraulikmotor mit einer Spülvorrichtung zum Ausspeisen eines Teiles des Hydraulikfluides aus dem geschlossenen Kreislauf. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass der Ausspeise-Fluidstrom in Abhängigkeit von der Temperatur des Hydraulikfluides verändert wird. Vorteilhafterweise wird dabei bei steigender Temperatur der Ausspeise-Fluidstrom erhöht und/oder bei sinkender Temperatur der Ausspeise-Fluidstrom verringert.

[0037] Vorteilhafterweise dient das erfindungsgemäße Verfahren dabei zum Betrieb eines Hydrauliksystems, wie es oben beschrieben wurde. Weiterhin vorteilhafterweise wird das Hydrauliksystem dabei so betrieben, wie dies ebenfalls oben bereits dargestellt wurde.

[0038] Die vorliegende Erfindung ermöglicht über die Berücksichtigung der Kreislauftemperatur eine bedarfsgerechte Spülung. Hierdurch wird die energetische Auslegung der Spülfunktion verbessert. Weiterhin wird ein schlagartiges Einschalten der Spülung verhindert, welches ansonsten wie im Stand der Technik zu Speisedruckabfällen führen würde.

[0039] Besonders vorteilhaft wird die vorliegende Erfindung dabei mit einer variablen Einspeisung kombiniert, so dass eine entsprechend Energieeinsparung realisiert werden kann.

[0040] Die vorliegende Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen sowie Zeichnungen näher dargestellt. Dabei zeigen:

Figur 1: ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Hydraulikkreislaufs,

Figur 2a: ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spülvorrichtung mit einem zweistufigen Spülventil,

Figur 2b: ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spülvorrichtung mit einem zweistufigen Spülventil,

Figur 3: ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spülvorrichtung, welche mit einem Wechselventil kombiniert ist,

Figur 4: ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spülvorrichtung, welche ebenfalls mit einem Wechselventil kombiniert und mit einem Pilotkolben ausgestattet ist und

Figur 5: einen Hydraulikkreislauf mit einem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spülvorrichtung, welche eine elektronische Temperaturregelung vorsieht.

[0041] In Figur 1 ist ein geschlossener Hydraulikkreislauf gemäß der vorliegenden Erfindung schematisch dargestellt. Dabei ist eine Hydraulikpumpe 1 vorgesehen, welche Hydraulikfluid fördert und den Hydraulikmotor 2 antreibt. Dessen Austrittsölmenge wird direkt wieder der Pumpe 1 zurückgeführt.

[0042] Volumetrische Verluste im geschlossenen Hydraulikkreislauf werden mittels einer Speisepumpe 5 kompensiert, welche über Rückschlagventile 6 mit den beiden Lastseiten A und B des geschlossenen Hydraulikkreislaufs in Verbindung steht.

[0043] Dabei handelt es sich erfindungsgemäß bei dem vorliegenden geschlossenen Hydraulikkreislauf um einen Hydraulikkreislauf mit zwei Flußrichtungen, so dass je nach Pumprichtung der Pumpe 1 entweder die Lastseite A oder die Lastseite B als Hochdruckseite arbeitet, während die andere Seite als Niederdruckseite arbeitet.

[0044] Je nach Ausführungsbeispiel können die Pumpe 1 und/oder der Motor 2 als Verstelleinheit ausgeführt sein. Weiterhin kann die Pumpe 1 über einen Motor 4 angetrieben sein, während der Hydraulikmotor 2 eine Vorrichtung 3 antreibt.

[0045] Über das Wechselventil 7 wird nun der tiefere Lastdruck (entspricht in der Regel dem Speisedruck) einer erfindungsgemäßen Spülvorrichtung 8 zugeführt, um einen Teil des heißen Öls aus dem Kreislauf auszuspeisen, und so eine Überhitzung zu vermeiden. Die erfindungsgemäße Spülvorrichtung 8 ist dabei in Figur 1 als separate Einheit zu dem Wechselventil 7 eingezeichnet, kann jedoch ebenso mit diesem kombiniert werden. Das Wechselventil 7 ist dabei so ausgeführt, dass ab einer bestimmten Druckdifferenz zwischen der Lastseite A und der Lastseite B eine Spülfunktion einsetzt und ein gewisser Ausspeisefluidstrom abgeführt wird.

[0046] Erfindungsgemäß ist die Spülvorrichtung 8 nun so ausgeführt, dass dieser Ausspeisefluidstrom von der Temperatur des Hydraulikfluides abhängt. Hierdurch wird eine bedarfsgerechte Spülung erreicht.

[0047] In einer ersten Variante macht sich die vorliegende Erfindung die Tatsache zu nutze, dass die Viskosität des Hydraulikfluides mit steigender Temperatur absinkt. Erfindungsgemäß kann daher der Ausspeisefluidstrom mittels einer viskositätsabhängigen Drossel in Abhängigkeit von der Temperatur variabel ausfallen, so dass bei heißem Öl viel Ausspeisefluidstrom anfällt, und so die Temperatur im geschlossenen Kreislauf gesenkt

werden kann.

[0048] Hierbei wird folgende physikalische Eigenschaft einer viskositätsabhängigen Spaltdrossel verwendet:

$$Q_{\text{Spalt}} \sim (h_{\text{Spalt}}^3 / l_{\text{Spalt}} / \nu)$$

Q_{Spalt} = Volumenstrom durch den Spalt, h_{Spalt} = Spalthöhe, l_{Spalt} = Spaltlänge, ν = kinematische Viskosität des Fluides

[0049] Sinkt daher mit steigender Temperatur die Viskosität des Fluides, erhöht sich entsprechend der Volumenstrom durch den Spalt. Ähnliche Verhältnisse gelten auch für lange Kalibrierbohrungen.

[0050] Vorteilhafterweise ist dabei die Länge des Spaltes mehr als zweimal so groß wie dessen Höhe, vorteilhafterweise mehr als fünfmal und weiterhin vorteilhafterweise mehr als zehnmal. Wird eine Bohrung eingesetzt, ist deren Länge vorteilhafterweise ebenfalls mehr als doppelt so groß wie deren Durchmesser, weiterhin vorteilhafterweise mehr als fünfmal und weiterhin vorteilhafterweise mehr als zehnmal.

[0051] Eine solche viskositätsabhängige Drosselstelle kann in einer ersten Variante erfindungsgemäß als Spülvorrichtung 8 hinter dem Wechselventil 7 angeordnet werden. Die Drosselstelle muss dabei lediglich so dimensioniert werden, dass genügend Ausspeisefluidstrom erzeugt wird.

[0052] Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Spülvorrichtung, bei welcher stattdessen ein zwei-stufiges Spülventil 20 zum Einsatz kommt, ist in Figur 2a gezeigt. Dieses umfasst einen Hauptkolben 21 mit einer zentralen Drosselstelle 22. Der Hauptkolben 21 bestimmt den Ausspeisefluidstrom, indem er je nach seiner Stellung die Verbindung zwischen der Eingangsseite des Ventils und der Hauptöffnung 25, welche zum Tank führt, öffnet bzw. schließt. Der Kolben 21 wird dabei durch eine Feder 24 gegen den Druck an der Eingangsseite vorgespannt.

[0053] Durch die Drosselstelle 22 im Hauptkolben 21 wird das Fluid zur viskositätsabhängigen Messstelle 23 geführt, welche erfindungsgemäß als viskositätsabhängige Drossel ausgeführt ist. Insbesondere kann die Messstelle 23 dabei als langer zylindrischer Ringspalt ausgeführt sein, wie dies im Ausführungsbeispiel dargestellt ist. Die geometrischen Verhältnisse liegen dabei idealerweise so, dass der Durchmesser des zylindrischen Ringspaltes im Bereich der Spaltlänge liegt. Alternativ könnte jedoch auch eine lange Kalibrierbohrung eingesetzt werden, wobei vorteilhafterweise die Länge der Kalibrierbohrung mindestens fünfmal dem Durchmesser der Bohrung entspricht.

[0054] Eine durch sinkende Viskosität (entspricht steigender Öltemperatur) zunehmende Menge an der Messstelle 23 in Richtung der Entlastungsbohrung 26 erhöht die Druckdifferenz an der Drosselstelle 22 und lenkt den

Hauptkolben 22 gegen die Feder 24 aus. Dadurch wird die Hauptöffnung 25 immer größer und mehr Ausspeisefluidstrom fällt an. Die Hauptöffnung 25 kann dabei so ausgebildet sein, dass ein maximaler Ausspeisefluidstrom nicht überschritten wird.

[0055] Dabei wird über das Wechselventil 7 immer der niedrigere Lastdruck im geschlossenen Kreislauf dem Spülventil 20 zugeführt.

[0056] Die bereits oben beschriebene alternative Ausführungsform ohne eine Steuerstufe könnte so aufgebaut sein, dass bei der in Figur 2a gezeigten Vorrichtung auf den Hauptkolben 21, die Feder 24 und die Hauptöffnung 25 verzichtet wird. Die Messstelle 23 müsste dann so ausgeführt sein, dass gleich genügend Ausspeisefluidstrom erzeugt wird. Der maximale Ausspeisefluidstrom könnte dann mittels der Entlastungsbohrung 26 limitiert werden.

[0057] In Figur 2b ist nun eine weitere Ausführungsform mit einem zweistufigen Ventil dargestellt, bei welchem die Hauptstufe und die Messstelle wie bei der in Figur 2a gezeigten Variante ausgeführt ist. Zusätzlich ist jedoch eine Druckkompensation vorgesehen. Dabei ist ein Drosselkolben 29 vorgesehen, welcher den Volumenstrom von der Messstelle 23 zur Entlastungsbohrung 28 ansteuert. Dabei wird der Eingangsdruck P_x am Spülventil 20 auf die Rückseite des Drosselkolbens 29 geführt, welcher über eine Feder 27 gegen diesen Druck vorgespannt ist. Der Drosselkolben 29 erzeugt so in Kombination mit der Feder 27 eine Drosselung des Steuerstroms gegenüber der Entlastungsbohrung 28. Hierdurch kann die Druckdifferenz über die Messstelle 23 unabhängig vom Niveau des Eingangsdruckes P_x konstant gehalten werden. Der Vorteil besteht darin, dass durch Speisedruckvariationen keine Variation des Ausspeisefluidstroms hervorgerufen wird.

[0058] Ein erfindungsgemäß als viskositätsabhängige Drossel wirkender Ringspalt kann dabei, wie in Figuren 2a und 2b gezeigt, durch einen Zylinder zur Verfügung gestellt werden, welcher in einen entsprechend größeren Hohlzylinder eingefügt wird, bspw. eingeschraubt. Bei der in Figur 2b gezeigten Variante ist dabei der Drosselkolben 29 in einer Bohrung innerhalb dieses Zylinders angeordnet, wobei dort der Steuerstrom von der Messstelle 23 über eine Bohrung 26 durch die Zylinderwand in die Bohrung im Inneren des Zylinders geführt wird.

[0059] Während in Figuren 2a und 2b jeweils Ausführungen einer erfindungsgemäßen Spülvorrichtung gezeigt wurden, bei welchen das Wechselventil und das Spülventil separat ausgeführt wurden, umfasst die vorliegende Erfindung weiterhin auch solche Spülvorrichtungen, bei welchen das Wechselventil mit dem Spülventil kombiniert ausgebildet ist. Insbesondere kann dabei die viskositätsabhängige Drossel in das Wechselventil integriert werden.

[0060] In Figur 3 ist ein Ausführungsbeispiel eines solchen Wechselventils gezeigt. Dabei ist ein Kolben 31 vorgesehen, welcher aufgrund der Druckdifferenz zwischen den Seiten A und B gegen die Federn 32 ausgelenkt wird.

Hierdurch wird jeweils die Niederdruckseite über einen als viskositätsabhängige Drossel wirkenden Ringspalt 33 mit dem Tankanschluss T verbunden, so dass sich ein temperaturabhängiger Ausspeisefluidstrom einstellt.

[0061] Diese Ausführungsform hat den weiteren Vorteil, dass bei steigender Druckdifferenz im geschlossenen Kreislauf der Kolben 31 immer mehr gegen die Federn 32 auslenkt. Hierdurch wird der wirksame Ringspalt 33 kürzer und der Ausspeisefluidstrom steigt umgekehrt proportional zur Länge des Ringspaltes 33 an. Weiterhin kann eine Dämpfung der Bewegung des Kolbens 31 vorgesehen werden. Beispielsweise kann dabei über die Bohrung 34 bei schlagartigem Lastdruckanstieg die Ausspeisefluidstromzunahme zeitlich verzögert werden. Hierdurch können Speisedruckeinbrüche im geschlossenen Kreislauf verhindert werden. Grundsätzlich wird jedoch bei hohen Lastdrücken mehr Ausspeisefluidstrom erzeugt. Weiterhin kann die Tankleitung T als Begrenzung des maximalen Ausspeisefluidstroms verwendet werden, z. B. durch Kombination mit einer Begrenzungsdüse.

[0062] Auch bei der in Figur 4 gezeigten Ausführungsform wird das Wechselventil mit der erfindungsgemäßen temperaturabhängigen Spülfunktion kombiniert, wobei der grundsätzliche Aufbau des Wechselventils dem bereits im Hinblick auf Figur 3 erläuterten Prinzip entspricht. Jedoch ist zusätzlich eine Schaltstufe integriert, welche die Spülung unterhalb eines bestimmten Minimalwerts auf der Niederdruckseite abschaltet.

[0063] Dabei ist wiederum ein Kolben 47 vorgesehen, welcher aufgrund einer Druckdifferenz zwischen A und B gegen die Federn 46 auslenkt und dabei die jeweilige Niederdruckseite über den entsprechenden Ringspalt 44 mit dem Tankanschluss T verbindet.

[0064] Der Kolben 47 ist nun aber als eine Buchse ausgeführt, in welcher jeweils Pilotkolben 41 bzw. 41' für die Seiten B und A vorgesehen sind. Die Pilotkolben 41 und 41' sind dabei über eine mittig angeordnete Feder 45 jeweils gegen den Druck auf der Seite A bzw. B vorgespannt und verschließen die Verbindungsstelle 43 zu den jeweiligen Ringspalten 44 über eine Schaltkante, wenn der Druck auf der jeweiligen Niederdruckseite unter einen entsprechenden Minimaldruck fällt. Steigt der Druck dagegen, wird die jeweilige Verbindungsstelle 43 aufgesteuert, so dass Hydraulikfluid von der Messstelle 44 über die Verbindungsstelle 43 durch das Innere des Pilotkolbens 49 und das Innere der Buchse 47 zum Tankanschluss T fließen kann. Die Buchse 47 kann zum Erreichen eines Zeitverzugs gedämpft werden, ähnlich wie die Bohrung 34 in Fig. 3.

[0065] Im folgenden soll die Funktionsweise des Wechselventils in Fig. 4 noch einmal zusammenfassend für die Situation, in welcher die Seite B die Hochdruckseite bildet, während die Seite A die Niederdruckseite bildet, beschrieben werden:

[0066] Durch Druckerhöhung auf der Lastseite B wird der Pilotkolben 41 nach links gegen die Feder 45 bis an einen Anschlag mit der Buchse 47 verschoben. Nun wird

die Buchse 47 gegen die Feder 46 ausgelenkt und gibt die viskositätsabhängige Drosselstelle 44 frei. Je höher der Lastdruck in B, desto kürzer ist wiederum die aktive Länge der Drosselstelle 44 und desto höher der Ausspeisefluidstrom. Eine solche Lastdruckabhängigkeit kann dabei wahlweise integriert werden.

[0067] Damit nun eine Druckdifferenz über die Drosselstelle 44 zwischen A und T entstehen kann, muss der Niederdruck in A so groß sein, dass der Pilotkolben 41' gegen die Feder 45 auslenkt und die Schaltkante zur Verbindungsstelle 43 freigibt. Nur dann kann der Ausspeisefluidstrom von A über die Drosselstelle 44 durch die Verbindungsstelle 43 und von dort weiter durch die Zentralbohrung 49 im Pilotkolben 41' nach T fließen. Die Feder 45 verhindert also, dass unterhalb eines gewissen Druckwertes in A die Spülung einsetzt. Dieser Wert liegt beispielsweise zwischen 10 und 30 bar. Diese Zusatzfunktion ist wahlweise kombinierbar.

[0068] Zusammenfassend wird damit bei den vorliegend gezeigten hydraulisch an den Bedarf angepassten Ausführungsformen der Ausspeisefluidstrom viskositätsabhängig eingestellt. Eine solche viskositätsabhängige Ausspeisefluidstromgenerierung kann dabei wahlweise mit den bereits beschriebenen Funktionen wie einer Wechselfunktion, einer Schaltfunktion, einer Lastdruckabhängigkeit, einer Dämpfung und einer Einstellung eines maximalen Ausspeisefluidstroms kombiniert werden.

[0069] Alternativ kann die Ausspeisung auch über eine Temperaturmessung und ein entsprechend angesteuertes Steuerventil implementiert werden. Insbesondere kann dabei ein Regelkreis mit Temperaturmessung vorgesehen sein.

[0070] In Figur 5 ist ein entsprechendes Ausführungsbeispiel eines Hydraulikkreislaufes gezeigt. Dabei wird an einer geeigneten Stelle im geschlossenen Kreis mittels eines Temperatursensors 51 die Kreislauftemperatur gemessen. Diese Messung könnte jedoch wahlweise auch nach dem Wechselventil 7 stattfinden. Mit Hilfe eines elektronischen Regelkreises ICU (52) wird nun je nach Temperatur im Kreislauf ein Aktuator 54 angesteuert, welcher einen regelbaren Ausspeisefluidstrom aus dem Kreislauf entzieht. Diesem Aktuator kann ein Wechselventil 43 vorgeschaltet werden, oder der Aktuator 54 kann bereits mit der Wechselfunktion ausgestattet sein.

[0071] Als Aktuatoren sind dabei beispielsweise folgende Ventiltypen/-systeme denkbar:

[0072] Einerseits kann ein Druckreduzier- oder Minderventil eingesetzt werden, welches mit variablem Druck über eine Blende Fluid abströmen lässt. Vorteilhafterweise wird ein solches Ventil dann mit einem Wechselventil kombiniert.

[0073] Alternativ kann ein 2-Wege-Proportionalstrom-Regelventil eingesetzt werden, welches gleichzeitig als Wechselventil dient und über welches der Ausspeisefluidstrom eingestellt werden kann.

[0074] Die elektronische Steuerung gibt weiterhin die Möglichkeit, andere Überwachungs- und Regelfunktio-

nen zu integrieren. Insbesondere kann dabei mindestens ein Drucksensor für den Druck im Hydraulikkreislauf vorgesehen sein, vorteilhafterweise jeweils ein Drucksensor für die Seite A und die Seite B. Vorteilhafterweise überwacht die elektronische Steuerung 52 dabei das Speisedruckniveau, um bei einem Einbruch des Speisedruckniveaus die Spülung abzuschalten. Hierdurch steht die gesamte Speisemenge für die Kreislaufauffüllung zur Verfügung.

[0075] Die Spülvorrichtungen der vorliegenden Erfindung werden vorteilhafterweise in einem Hydrauliksystem mit einer als Verstellpumpe ausgeführten Einspeisepumpe 5 eingesetzt. Insbesondere kann eine solche Einspeisepumpe bedarfsabhängig arbeiten und beispielsweise als Druckregler ausgebildet sein. Hierdurch wird eine bedarfsgerechte und somit energiesparende Einspeisung realisiert.

[0076] Steht eine derartige Einspeisung zur Verfügung, sollten alle Verbraucher, welche an diesem Speisensetz hängen, optimiert werden. Hierzu gehört auch das Spülsystem des Kreislaufs, wobei durch die bedarfsgerechte und optimierte Spülung gemäß der vorliegenden Erfindung die Speisemenge und damit die Verlustleistung gesenkt werden kann.

Patentansprüche

1. Hydrauliksystem mit einem geschlossenen hydraulischen Kreislauf aus Hydraulikpumpe (1) und Hydraulikmotor (2), mit einer Speisepumpe (5) zum Ausgleich von Volumenverlusten im geschlossenen Kreislauf und mit einer Spülvorrichtung (8) zum Ausspeisen eines Teiles des Hydraulikfluides aus dem geschlossenen Kreislauf,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Spülvorrichtung (8) so ausgeführt ist, dass der Ausspeisefluidstrom von der Temperatur des Hydraulikfluides abhängt.
2. Hydrauliksystem nach Anspruch 1, wobei die Spülvorrichtung eine viskositätsabhängige Drossel (23, 33, 44) aufweist.
3. Hydrauliksystem nach Anspruch 2, wobei die viskositätsabhängige Drossel (23, 33, 44) durch eine Bohrung oder einen Spalt, insbesondere einen Ringspalt, gebildet wird, wobei vorteilhafterweise die Länge der Bohrung bzw. des Spaltes mehr als doppelt so groß wie der Durchmesser der Bohrung bzw. die Höhe des Spaltes ist, vorteilhafterweise mehr als dreimal und weiterhin vorteilhafterweise mehr als fünfmal so groß.
4. Hydrauliksystem nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Spülvorrichtung ein zwei-stufiges Ventil (20) mit einem Hauptkolben (21) zur Ansteuerung des Ausspeisefluidstroms und eine Steuerstufe umfasst, wo-

bei die viskositätsabhängige Drossel (23) in der Steuerstufe angeordnet ist.

5. Hydrauliksystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei zur Einstellung einer definierten Druckdifferenz über die viskositätsabhängige Drossel (23) ein Drosselkolben (29) vorgesehen ist, welcher mit dem Eingangsdruck der Spülvorrichtung beaufschlagt ist, wobei der Drosselkolben (29) vorteilhafterweise hinter der viskositätsabhängigen Drossel (23) angeordnet ist und den Fluß des Hydraulikfluids zum Tank steuert.
6. Hydrauliksystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die viskositätsabhängige Drossel (33, 44) in ein Schaltventil integriert ist, welches jeweils die Niederdruckseite des geschlossenen Hydraulikkreislaufs mit dem Tank verbindet.
7. Hydrauliksystem nach Anspruch 6, wobei das Schaltventil einen Kolben (31, 47) aufweist und so ausgeführt ist, dass der Kolben auf gegenüberliegenden Seiten mit dem Druck der beiden Seiten (A, B) des geschlossenen Hydraulikkreislaufs beaufschlagt wird, wobei der Kolben (31, 47) vorteilhafterweise jeweils die Niederdruckseite über eine viskositätsabhängige Drossel (33, 44) mit dem Tank verbindet, wobei vorteilhafterweise zwei jeweils einer Seite des geschlossenen Hydraulikkreislaufs zugeordnete viskositätsabhängige Drosseln (33, 44) vorgesehen sind.
8. Hydrauliksystem nach Anspruch 6 oder 7, wobei im Kolben (47) mindestens ein Pilotkolben (41) vorgesehen ist, welcher einen Ausspeisefluidstrom unterhalb eines gewissen Mindestdruckes auf der Niederdruckseite verhindert.
9. Hydrauliksystem nach einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei die Länge der viskositätsabhängigen Drossel (33, 44) durch die Druckdifferenz zwischen der Hoch- und der Niederdruckseite eingestellt wird, wobei vorteilhafterweise in einem Hydrauliksystem nach Anspruch 7 die viskositätsabhängige Drossel bzw. Drosseln durch einen Ringspalt zwischen dem Kolben (31, 47) und einem Ventilgehäuse gebildet ist oder sind, wobei sich die Länge der viskositätsabhängigen Drossel bei einer Verschiebung des Kolbens ändert.
10. Hydrauliksystem nach Anspruch 1, wobei die Spülvorrichtung einen Temperatursensor (51) aufweist, über welchen ein Steuerventil (54) zum Ansteuern des Ausspeisefluidstroms angesteuert wird, wobei vorteilhafterweise eine elektronische Steuerung (52) zur Auswertung der Daten des Temperatursensors (51) und zur Ansteuerung des Steuerventils (54) vorgesehen ist und/oder wobei die Spülvorrichtung die

Temperatur des Hydraulikfluids auf eine vorgegebene Temperatur regelt.

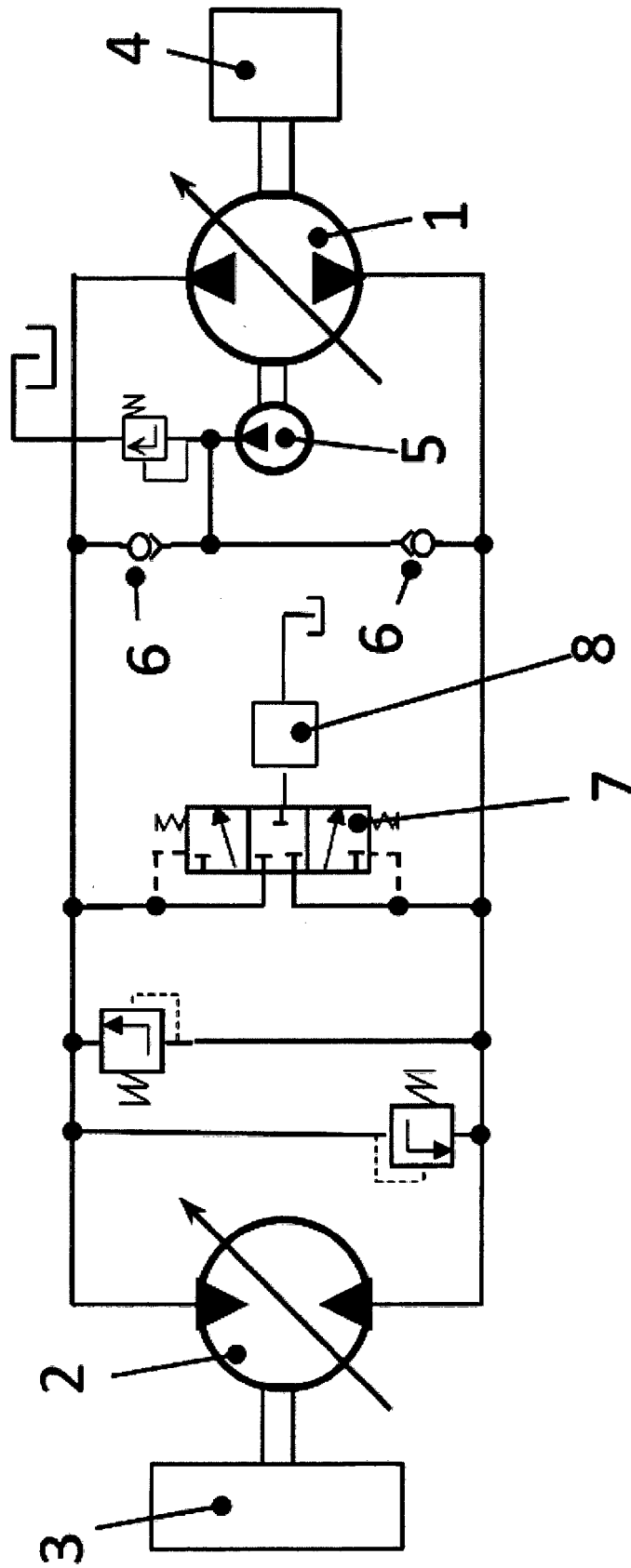
11. Hydrauliksystem nach Anspruch 10, wobei weiterhin mindestens ein Drucksensor vorgesehen ist, wobei vorteilhafterweise der Ausspeise-Fluidstrom in Abhängigkeit von der Druckdifferenz zwischen Hoch- und Niederdruckseite und/oder in Abhängigkeit des Druckes auf der Niederdruckseite angesteuert wird. 5
10
12. Hydrauliksystem nach Anspruch 10 oder 11, wobei ein Druckreduzierventil in Kombination mit einer Blende oder ein Proportional-Stromregelventil als Steuerventil (54) vorgesehen ist, wobei vorteilhafterweise ein 2-Wege Proportional-Stromregelventil vorgesehen ist, welches gleichzeitig als Schaltventil dient. 15
13. Hydrauliksystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Speisepumpe (5) als Verstellpumpe ausgeführt ist und weiterhin vorteilhafterweise bedarfsgerecht angesteuert wird. 20
14. Spülvorrichtung für ein Hydrauliksystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche. 25
15. Verfahren zum Betrieb eines Hydrauliksystems mit einem geschlossenen hydraulischen Kreislauf aus Hydraulikpumpe (1) und Hydraulikmotor (2) und mit einer Spülvorrichtung (8) zum Ausspeisen eines Teiles des Hydraulikfluides aus dem geschlossenen Kreislauf, insbesondere zum Betrieb eines Hydrauliksystems nach einem der vorangegangenen Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet, 35
dass der Ausspeisefluidstrom in Abhängigkeit von der Temperatur des Hydraulikfluides verändert wird, wobei vorteilhafterweise bei steigender Temperatur der Ausspeisefluidstrom erhöht wird. 40

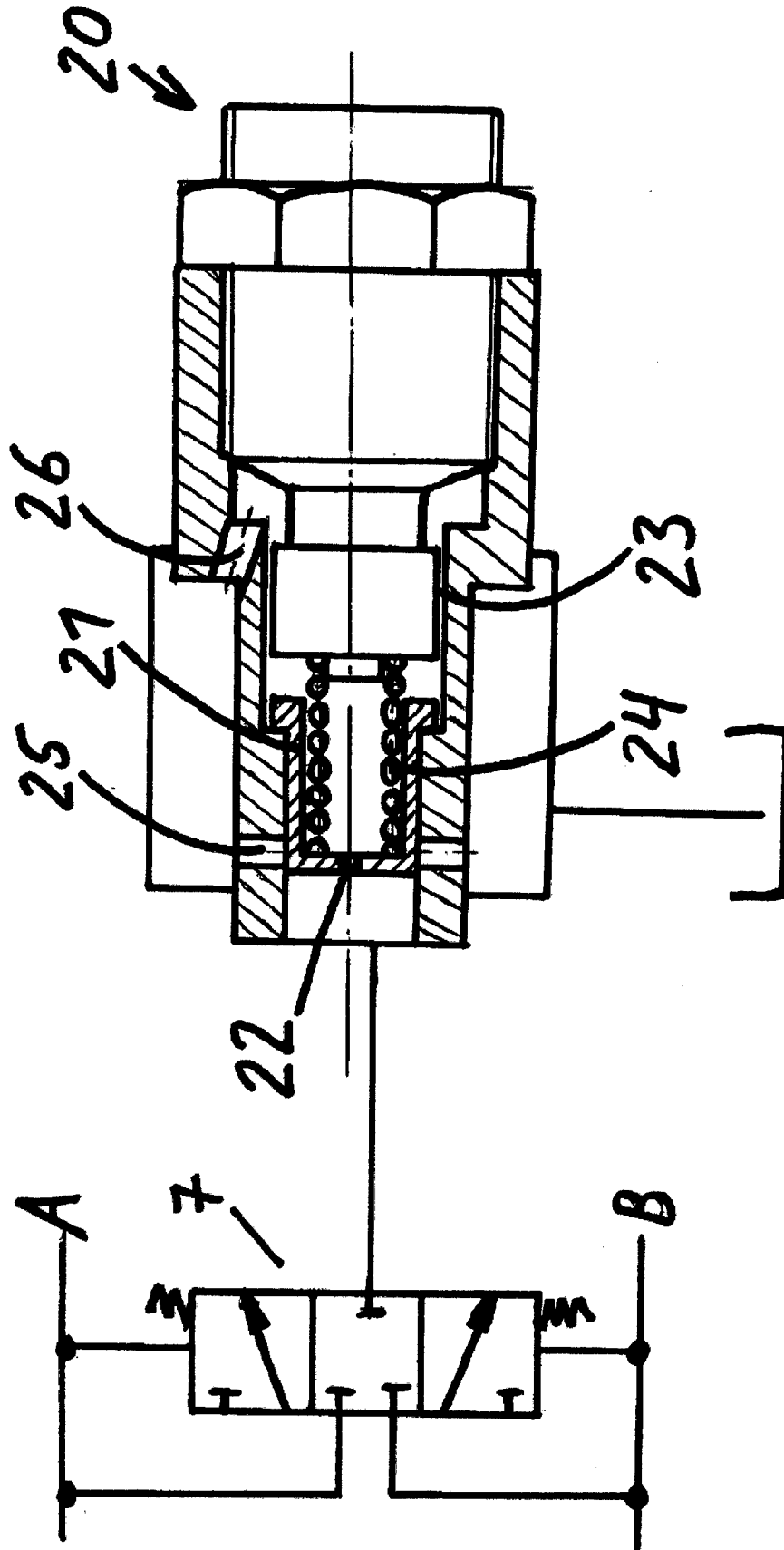
40

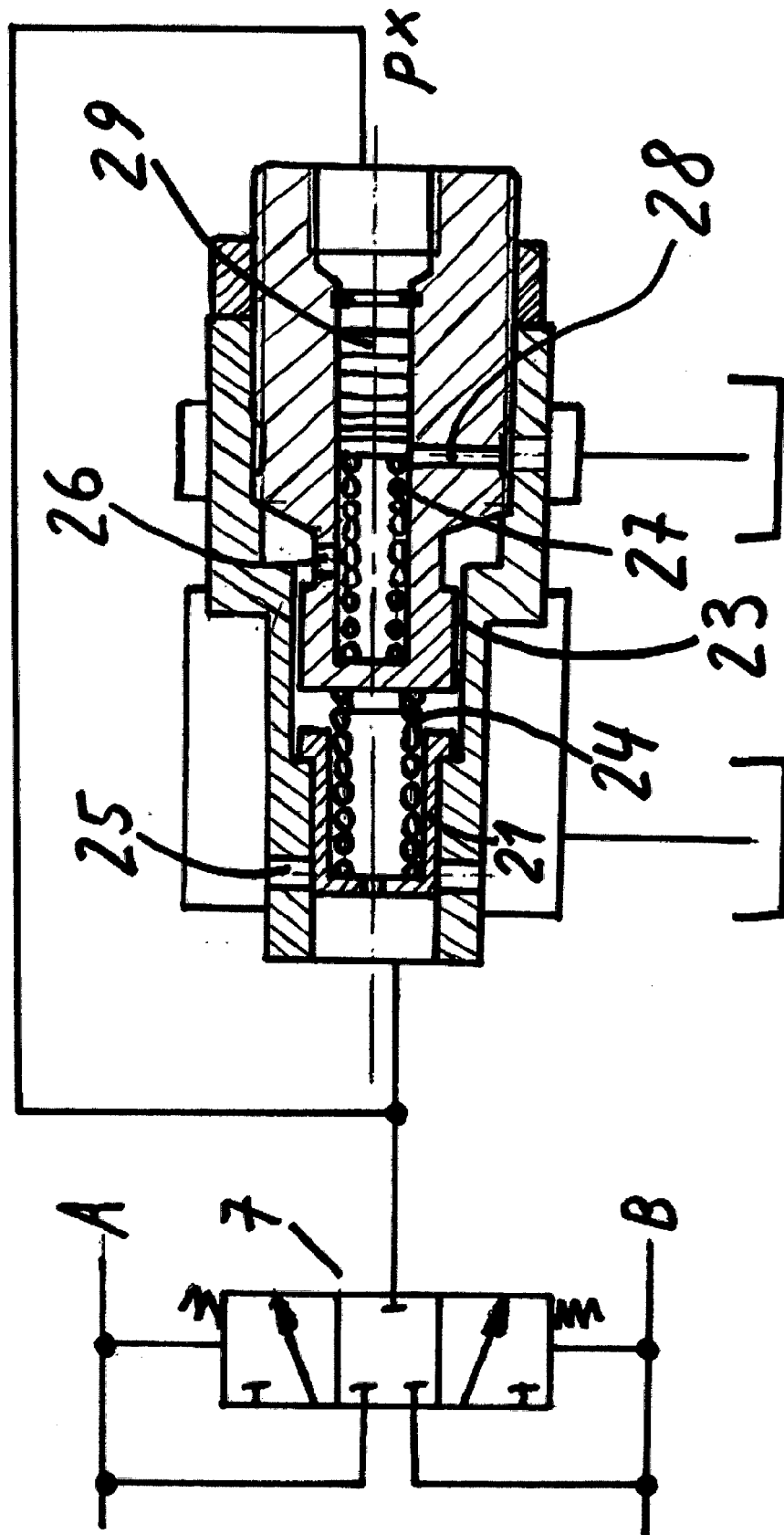
45

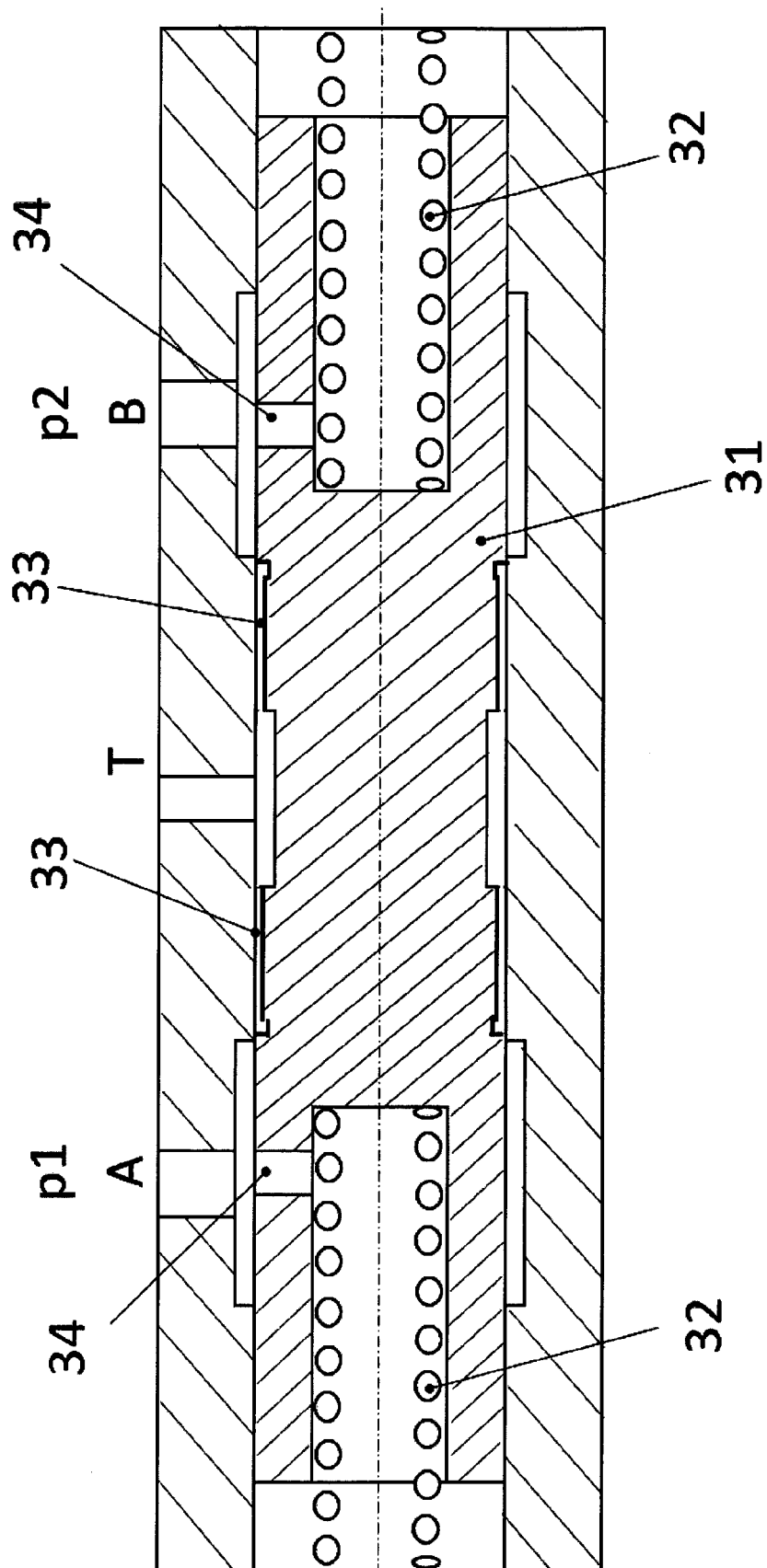
50

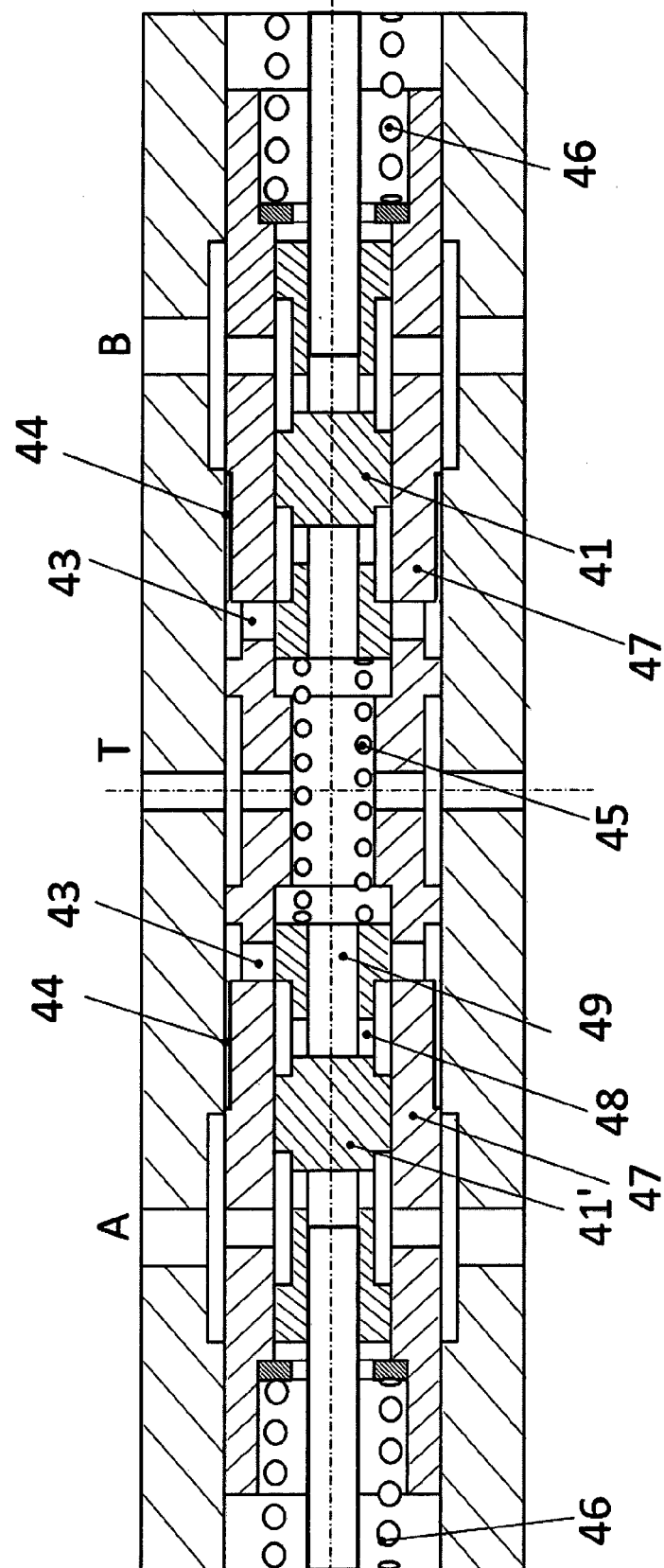
55











Figur 5

