

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 615 837 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94103963.8**

51 Int. Cl.⁵: **B30B 15/18**

22 Anmeldetag: **15.03.94**

30 Priorität: **16.03.93 DE 4308344**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.09.94 Patentblatt 94/38

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES IT LI SE

71 Anmelder: **MASCHINENFABRIK
MÜLLER-WEINGARTEN AG
Schussenstrasse 11
D-88250 Weingarten (DE)**

72 Erfinder: **Otremba, Carsten, Dipl.-Ing.
Gerstenweg 14
D-73733 Esslingen (DE)**
Erfinder: **Schaich, Günther, Dipl.-Ing.
Reussensteinstrasse 62
D-73230 Krichheim-Teck (DE)**
Erfinder: **Beyer, Joachim, Dipl.-Ing.
Schmaleggerstrasse 45
D-88213 Ravensburg (DE)**

74 Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. E. Eisele
Dr.-Ing. H. Otten
Seestrasse 42
D-88214 Ravensburg (DE)**

54 **Verfahren zur Regelung des Antriebs einer hydraulischen Presse und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.**

57 Es wird ein Verfahren sowie eine Presse zur Durchführung des Verfahrens zur Regelung des Antriebs einer hydraulischen Presse zum Umformen und/oder Schneiden von Blechen oder dergleichen vorgeschlagen. Um eine neuartige Regelung des Antriebs einer solchen Presse, bei welcher insbesondere von dem Prinzip der Sekundärregelung Gebrauch gemacht wird, vorzuschlagen, werden die verschiedenen Bewegungen des Pressenstößels (4) bzw. der den Pressenstößel (4) antreibenden Kolben-Zylindereinheit (5,6) miteinander koordiniert, wobei ein Drucknetz in einem geschlossenen Kreislauf arbeitet und der maximale Systemdruck von einem Druckspeicher bestimmt wird. Dabei wird der Kolben einer Kolben-Zylindereinheit (5,6) auf möglichst hohem Druckniveau beidseitig eingespannt und eine Kraftbeaufschlagung des Pressenstößels (4) dadurch erreicht, daß eine gezielte Volumenstrom-Entnahme in einer Kolben-Zylindereinheit (5,6) erfolgt.

EP 0 615 837 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Antriebs einer hydraulischen Presse und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Vorrichtungsanspruchs.

Aus der Literaturstelle "Elektronik 6/25.03.1983, Seite 111 ff." ist ein "Konzept für ein Pressen-
5 Optimierungssystem" bekanntgeworden, bei welchem verschiedene Arten der Pressensteuerungen beschrieben sind. Dabei wird die Pressensteuerung als komplexes Automatisierungssystem bezeichnet, bei welcher eine Vielzahl von Funktionsgruppen einer Regelung bzw. Steuerung unterzogen werden müssen. Für die Steuerung einer hydraulischen Presse ist dabei eine Hydraulikpumpe in einem Drucknetz vorgesehen, wobei Kolben-Zylindereinheiten zum Antrieb des Pressenstößels verwendet werden, deren Preß- und
10 Arbeitsdrücke mittels Proportionalventilen geregelt werden. Dabei wird die abwärts- und aufwärtsgerichtete Bewegung des Pressenstößels über beidseitig beaufschlagbare Kolben bewerkstelligt. Eine aufwendige Ventilsteuerung übernimmt den Fluß des Hydraulimediums im Drucknetz.

Bei herkömmlichen hydraulischen Pressen wird der unbelastete Pressenstößel mittels eines separaten Eilgangzylinders abwärts und aufwärts bewegt. Die eigentlichen Arbeitszylinder zur Aufbringung hoher
15 Stößelkräfte werden demzufolge nur während des eigentlichen Bearbeitungsvorganges, z. B. beim Umformen oder beim Schneiden eines Werkstücks verwendet. Dabei arbeitet die Presse mit einer Druckregulierung im Drucknetz, d. h. der Druck in den Arbeitszylindern wird zur Durchführung des Arbeitsvorgangs am Werkstück beträchtlich erhöht, wobei ein eingepprägter Volumen-Strom, d. h. ein etwa konstanter Volumen-Strom auftritt.

Herkömmliche Systeme mit eingepprägtem Volumen-Strom reagieren auf Lastschwankungen am Pressenstößel mit einer Veränderung des Arbeitsdruckes. Insgesamt bewirkt eine Druckerhöhung im Drucknetz demnach eine Verdichtung der Ölsäule, so daß bei der relativ hohen Kompressibilität der Ölsäule ein Öl-Volumen nachgeschoben werden muß, bevor eine weitere Druckerhöhung und damit ein Bewegungsfortgang stattfinden kann. Diese Kompressibilität der Ölsäule wird auch "hydraulische Feder" genannt. Diese
20 führt zu negativen Schwingungsverhalten im Drucknetz.

Hydraulische Pressen sind demzufolge aufgrund ihres großen zu verschiebenden Hydraulikvolumens eher langsam und mit größeren Verlusten behaftet, da das Hydraulikmedium von niedrigen Drücken auf sehr hohe Drücke transferiert werden muß. Druckverluste beim Entspannen eines jeweiligen Zylinderraums zur Durchführung einer gerichteten Bewegung können nur teilweise kompensiert werden.

Aus der Literaturstelle MANNESMANN REXROTH: "Hydrostatische Antriebe mit Sekundärregelung, Band 6, Der Hydraulik Trainer, 8/89", S.13-18 ist eine Antriebskonzeption für hydrostatische Antriebe mit einer sogenannten "Sekundärregelung" bekannt geworden. Dabei handelt es sich bei der "Sekundärregelung" um Systeme mit "eingepprägtem Druck", d. h. der Antrieb von Maschinen erfolgt nach dem Prinzip der hydrostatischen Antriebe, wonach ein Medium auf ein höheres Energieniveau gebracht und dann über
30 eine geeignete konstruktive Einrichtung Arbeit verrichten kann. Beispielsweise kann in einem geschlossenen Kreislauf ein hydraulischer Antrieb mittels einer elektrisch angetriebenen Speisepumpe für das Druckmedium dieses auf ein höheres Druckniveau transferieren und eine Hydropumpe zur Umwandlung in mechanische Energie antreiben. In einem offenen System kann eine Kolben-Zylindereinheit mit beidseitig beaufschlagbaren Kolben von einer angetriebenen Speisepumpe über eine Proportionalventil-Steuerung jeweils
35 beidseitig angetrieben werden.

Die in dieser Literaturstelle beschriebene "Sekundärregelung" verhält sich demnach ähnlich wie ein elektrischer Gleichstrommotor, bei welchem die Netzspannung konstant ist und Laständerungen über eine Stromänderung kompensiert werden. Ähnlich wird bei einem sekundär geregelten Antrieb der Systemdruck konstant und der Volumen-Strom bei Laständerung variabel gehalten.

Die Literaturstelle gibt keinen Hinweis darüber, wie eine derartige Sekundärregelung für eine Pressensteuerung einer hydraulischen Presse einsetzbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein neuartiges Verfahren zur Regelung des Antriebs einer hydraulischen Presse sowie eine zugehörige Presse aufzufinden, bei welcher insbesondere von dem Prinzip der Sekundärregelung Gebrauch gemacht wird.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren der Gattung des Anspruchs 1 bzw. der Gattung des Vorrichtungsanspruchs erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des jeweiligen Anspruchs gelöst.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der jeweilig vorangestellten Ansprüche angegeben.

Der Erfindung liegt der Kerngedanke zugrunde, daß auch eine Pressensteuerung bzw. Pressenregelung eine systematische Anwendung der sogenannten "Sekundärregelung" des Antriebs der Presse erlaubt. Dabei wird die in der genannten Literaturstelle beschriebene Zylindersteuerung mittels Proportionalventilen weitestgehend verlassen, um ein neues Regelsystem zu schaffen. Insbesondere soll ein eingesetzter
55

Hydromotor bei der vorliegenden Erfindung nicht hydraulische Energie in mechanische Antriebsenergie umsetzen, sondern eine neuartige Regelung des Volumen-Stroms im Drucknetz bewirken, um eine gezielte Steuerung der Antriebszylinder zu erzielen.

Es wird ein für hydraulische Pressen technisch neuartiges Konzept vorgeschlagen, bei welchem die
5 verschiedenen Bewegungen des Pressenstößels und damit des Kolbens der den Pressenstößel antreibenden Kolben-Zylindereinheit derart miteinander koordiniert werden, daß das Drucknetz in einem geschlossenen Kreislauf arbeitet, wobei der maximale Systemdruck durch einen Druckspeicher bestimmt wird. Dabei geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, daß der Kolben einer Kolbenzylindereinheit auf möglichst hohem
10 Druckniveau beidseitig eingespannt wird und eine Kraftbeaufschlagung des Pressenstößels dadurch erreicht wird, daß der dem Pressenstößel zugewandte untere Zylinderraum der Kolbenzylindereinheit durch eine gezielte und mittels einer Pumpe bzw. eines Hydromotors geregelten Volumen-Stromentnahme entlastet wird. Die Regelung des Hydromotors bzw. der Pumpe geschieht über eine Schwenkwinkelverstellung des Hydromotors. Die bei der Abwärtsbewegung des Pressenstößels im Hydromotor freiwerdende Antriebsenergie wird über eine Antriebskopplung auf eine insbesondere regelbare Speisepumpe übertragen, die den
15 oberen Zylinderraum der Kolben-Zylindereinheit gleichermaßen mit Druckmedium beaufschlagt.

Das erfindungsgemäße System hat demnach den Vorteil, daß weitgehend auf Ventilsteuerungen mittels Proportionalventilen zur Druckbeaufschlagung und Druckentlastung der Kolben-Zylindereinheiten verzichtet werden kann, wobei sich ein schnelleres Regelverhalten ergibt. Der Wegfall von Ventilen hat den Wegfall von störenden Schaltzeiten und den damit verbundenen Druckspitzen im System zum Vorteil.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Regelungssystems liegt in der Eliminierung der Kompressibilität des Druckmediums im Drucknetz, da aufgrund des konstanten hohen Druckniveaus keine zusätzlichen Volumenverdichtungen stattfinden. Die Regelung der Presse findet demnach als Art "Motorensteuerung", anstelle einer "Ventilsteuerung" bei herkömmlichen Systemen statt, wobei ein Hydromotor die Volumen-Stromregelung übernimmt.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung gemäß den angegebenen Unteransprüchen können selbstverständlich verschiedene Regelungsvarianten in Betracht gezogen werden.

Insbesondere können mehrere Arbeitszylinder und ein separater Eilgangzylinder Verwendung finden, die jeweils am Drucknetz des Drucksystems angeschlossen sind.

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß der größte Teil des Eilgangs mit kurzgeschlossenen Zylinderräumen der
30 jeweiligen Antriebszylinder bewerkstelligt wird. Für diesen Vorgang ist prinzipiell eine einzige Ventilsteuerung erforderlich.

Vorteilhaft ist weiterhin die Energierückgewinnung in dem, dem Eilgangzylinder zugeordneten Hydromotor, in welchem die entstehende potentielle Energie während zumindest eines Teils der Abwärtsbewegung des Pressenstößels umgewandelt wird. Diese Energie wird zur Förderung von Hydraulikmedium in das
35 Drucknetz verwendet. Druckverluste im System werden durch einen einzigen motorischen Antrieb der Speisepumpe kompensiert.

Weitere Vorteile des Systems liegen in der einfachen Stößelparallelhaltung sowie in der Schnittschlagdämpfung des Systems, für die keine weiteren baulichen und steuerungstechnischen Maßnahmen erforderlich sind.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden in der nachfolgenden Beschreibung des Verfahrens sowie der Vorrichtung anhand der Figurendarstellung näher erläutert.

Die Figur zeigt eine schematische Darstellung einer hydraulischen Presse mit Regelorganen zur erfindungsgemäßen Regelung der Presse.

45 Beschreibung eines Ausführungsbeispiels des Verfahrens sowie der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens:

Die in der Figur dargestellte Presse 1 besteht aus einem, z. B. in Portalbauweise gefertigten Pressengestell 2, in welchem ein unterer Pressentisch 3 zur Aufnahme eines nicht näher dargestellten
50 Unterwerkzeugs und ein Pressenstößel 4 zur Aufnahme eines ebenfalls nicht dargestellten Oberwerkzeugs gelagert sind. Die Auf- und Abwärtsbewegung des Pressenstößels 4 erfolgt auf hydraulischem Wege über zwei seitlich am Pressenstößel angreifende Preßzylinder 5, 6, die als Arbeitszylinder zur Durchführung des Umformvorganges am Werkstück oder dergleichen dienen. Anstelle von zwei seitlichen Preßzylindern 5, 6 können auch vier, in den Eckbereichen des Pressenstößels angeordnete Preßzylinder vorgesehen sein, wobei zwei weitere Preßzylinder hinter den Preßzylindern 5, 6 angeordnet sein können.
55

Da der Pressenstößel 4 je nach Größe der Werkzeuge relativ große Vertikalhübe ausführen muß, wird ein zusätzlicher Eilgangzylinder 7 als separate Kolben-Zylindereinheit verwendet, um die reine Abwärtsbewegung bzw. den Aufwärtshub des Pressenstößels zu vollziehen.

Sowohl die Preßzylinder 5, 6 als auch der Eilgangzylinder 7 weisen jeweils eine dem Zylinderraum durchsetzende Kolbenstange 8 und einen inneren Kolben 9 auf, der im Zylinderraum 10 doppelseitig mit Hydraulikmedium beaufschlagbar ist. Der unterhalb des Kolbens 9 liegende Zylinderraum ist mit 10, der darüberliegende Zylinderraum mit 10' bezeichnet. In der Figur befindet sich der Kolben 9 in der nahezu obersten Stellung, d. h. der Pressenstößel 4 etwa im oberen Totpunkt.

Die Drücke im Zylinderraum 10 der Preßzylinder 5, 6 sind mittels Druckmeßeinheiten 11, 11' erfaßbar. Gleichmaßen kann der Stößelweg des Pressenstößels 4 über eine Wegmeßeinrichtung bzw. Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 12, 12' erfaßt werden, wobei Schrägstellungen des Pressenstößels erfaßbar sind.

Als Antrieb für den Eilgangzylinder ist eine noch näher zu beschreibende Antriebseinheit 13 vorgesehen, mit einer ersten Hydraulikleitung 14 zum oberen Zylinderraum 10' und einer zweiten Hydraulikleitung 15 zum unteren Zylinderraum 10 des Eilgangzylinders 7. Entsprechende Zylinderraum-Zuführöffnungen sind mit Bezugszeichen 16 gekennzeichnet.

Der Antrieb der Preßzylinder 5, 6 ist in der Figur am Beispiel des Preßzylinders 5, 6 generell dargestellt. Dieser Antrieb läßt sich auf alle anderen Preßzylinder im System übertragen. Nachfolgend wird der Antrieb des Preßzylinders 6 beschrieben, der für alle Preßzylinder gilt.

In einem Systemdrucknetz 17 ist ein Druckspeicher 18 vorgesehen, der auf den maximalen Systemdruck p_{max} aufgeladen ist. Eine erste Druckleitung 19 führt über eine zugehörige Zylinderraum-Zuführöffnung 16 in den oberen Zylinderraum 10' des Preßzylinders 6. Über einen Kreuzungspunkt 20 führt eine zweite Druckleitung 21 über ein regelbares Mehrwegeventil 22 und die fortgesetzte Druckleitung 21' zu einer unteren Zylinderraum-Zuführöffnung 16 und von dort aus zum unteren Zylinderraum 10 des Preßzylinders 6.

In der Leitung 21' befindet sich ein weiterer Kreuzungspunkt 23, von wo aus die Druckleitung 24 zu einer regelbaren Pumpe 25 führt, die als regelbarer Hydromotor ausgebildet ist. Eine weitere regelbare Speisepumpe 26 sitzt auf der gleichen Antriebswelle 27 wie die Pumpe 25, so daß sich der Antrieb der Pumpe 25 auf die Pumpe 26 überträgt. Ein zusätzlicher Elektromotor 28 dient zum Antrieb der Speisepumpe 26. Der Pumpe 25 ist ein Hydraulikmediumspeicher 29, der Pumpe 26 ein weiterer Hydraulikmediumspeicher 30 zugeordnet. Eine weitere Druckleitung 31 führt von der Pumpe 26 zu einem Kreuzungspunkt 32 im Systemdrucknetz.

Eine nicht dargestellte, übergeordnete Steuerung lenkt und überwacht die Maschinenfunktionen, wobei die einzelnen Achsen im geschlossenen Regelkreis gefahren werden.

Der Pressentisch 3 kann ein oder mehrere Ziehkissen oder Druckwangen 33 mit einer entsprechenden Ziehkissensteuerung 34 aufweisen.

Die Hydraulische Presse arbeitet wie folgt:

35 Phase 1:

Die Phase 1 betrifft einen Halt-Start-Eilgang sowie ein Abbremsvorgang bis auf die Arbeitsgeschwindigkeit beim Herabfahren des Stößels. Diese Phase wird allein durch den Eilgangzylinder 7 im Zusammenhang mit der Antriebseinheit 13 vollzogen. Dabei wird die Position und die Geschwindigkeit der Verfahrbewegung des Kolbens 9 im Eilgangzylinder 7 direkt durch die Drehzahl und die Drehrichtung einer ersten Pumpe 35 in der Antriebseinheit 13 bestimmt. Die Sollwerte hierfür werden von der Steuerelektronik mit Hilfe der Wegmeßsysteme 12, 12' und eines Drehzahlmeßsystems 36 vorgegeben. Als Stellglied dient ein regelbarer Hydraulikmotor 37, der die Pumpe 35 über eine gemeinsame Antriebswelle 38 antreibt. Die Pumpe 35 fördert das Druckmedium in einem geschlossenen Kreislauf über die Druckleitung 14 zum oberen Zylinderraum 10' und über die Druckleitung 15 zum unteren Zylinderraum 10 des Eilgangzylinders 7. Der Antrieb des Hydromotors 37 erfolgt über eine Druckleitung 39 des Systemdrucknetzes, die im Kreuzungspunkt 20 abzweigt. Ein Hydraulikmediumbehälter 40 dient als Druckmediumspeicher für den Hydraulikmotor 37 bei entsprechender Drehrichtung.

Das Pumpensystem mit den Pumpen 35 und dem Hydraulikmotor 37 stellen die in der Technik bereits bekannte Sekundäreinheit mit einem Ansteuerungsprinzip nach der Sekundärregelung dar. Der Hydraulikmotor 37 dient jedoch zur Betreibung eines Pumpensystems eines Eilgangzylinders 7.

In dieser ersten Phase sind die Preßzylinder 5, 6 ohne Kraftwirkung. Dies wird am Beispiel des Preßzylinders 6 wie folgt erläutert:

Die Pumpe 25 steht während der ersten Phase in einer Halt-Stellung mit einem Förderstrom gleich 0. Dies kann durch die Regelung der Pumpe 25 erzielt werden.

Die nachgeschaltete Pumpe 26 kann über die Leistung des zugehörigen Antriebsmotors 28 den Speicherdruck als Systemdruck laden bzw. halten und dem Speicher 18 über die Leitung 31 zuführen. Die Leitung 24 ist demnach in der ersten Phase ohne Bedeutung.

Der untere Zylinderraum 10 und der obere Zylinderraum 10' des Preßzylinders 6 ist über das regelbare Kurzschlußventil 22 verbunden, welches in der ersten Phase geöffnet ist. Das Druckniveau im Preßzylinder 6 stellt sich deshalb in beiden Zylinderräumen 10, 10', d. h. auf beiden gleichen zugehörigen Kolbenflächen auf den Systemdruck ein, so daß eine resultierende Kraft auf den Kolben 9 nicht gegeben ist.

5 Durch diese Steuerung kann die Fallenergie der Eilgang-Ab-Bewegung bzw. der Bremsbewegung des Pressenstößels 4 im unteren Bereich wiedergewonnen werden, da die Pumpe 35 über das Gewicht des Pressenstößels angetrieben wird und den Hydromotor 37 über die Antriebswelle 38 im Sinne einer Aufladung des Druckspeichers 18 antreibt. Hierfür wird Hydraulikmedium aus dem Hydraulikmediumbehälter 40 entnommen.

10 Weiterhin kann der Arbeitszylinder bzw. Preßzylinder 6 bereits in dieser Phase 1 auf den benötigten hohen und maximalen Preßdruck im Systemdrucknetz vorgespannt werden, wozu die Fallenergie des Pressenstößels über die Antriebseinheit 13 Arbeit leistet. Hierdurch werden die bei konventionellen Pressensteuerungen unvermeidlichen zusätzlichen Druckaufbauzeiten vermieden.

15 *Phase 2:*

In der nachfolgenden Phase 2 erfolgt eine Übernahme der Geschwindigkeitssteuerung des Pressenstößels 4 durch die Arbeitszylinder bzw. Preßzylinder 5, 6. Diese Phase kann bereits während der Bremsbewegung am Ende des Eilgangs des Eilgangszylinders 7 bzw. sofort nach Abschluß derselben erfolgen. In dieser Phase wird die Geschwindigkeit weiterhin durch den Eilgangzylinder 7 in der oben beschriebenen Weise bestimmt. Hierzu kann der Stößel Geschwindigkeitsmeßsysteme im Zusammenhang mit den Wegmeßsystemen 12, 12' zur Bestimmung der Stößelgeschwindigkeit aufweisen.

Die Phase 2 ist wiederum anhand des Preßzylinders 6 nachfolgend beschrieben.

25 Zunächst wird in der Phase 2 das Kurzschlußventil 22 geschlossen und die Pumpe 25 ausgeschwenkt, d. h. aus der Sperrstellung in eine Durchgangsstellung mit einem geregelten Durchgang gebracht. Hierbei ist es eine Besonderheit, daß durch die Ausführung der Kurzschlußventile mit Rückschlagventilfunktion des Rückschlagventils 41 dieser Übergang zwischen dem Schließen des Kurzschlußventils 22 und dem Öffnen der Pumpe 25 steuerungstechnisch völlig problemlos ist. Dabei muß das zeitliche Verhalten des Schließens des Kurzschlußventils 22 und des Ausschwenkens der Pumpe 25 nicht genau synchronisiert werden, was 30 eine erhebliche Vereinfachung gegenüber bisherigen Lösungen darstellt. Die Pumpe 25 sollte jedoch einen geringfügigen Vorlauf im zeitlichen Öffnungsverhalten aufweisen, bevor das Kurzschlußventil 22 schließt.

Während dieser zweiten Übernahmephase ist noch kein Kraftaufbau im Arbeitszylinder 6 möglich. Nach Abschluß dieser zweiten Phase wird die Geschwindigkeit des Pressenstößels 4 durch den Volumen-Strom V (Pfeil 42) über die Pumpe 25 bestimmt. Der Eilgangzylinder 7 wird nun über die Antriebseinheit 13 so 35 gesteuert, daß er während des folgenden Arbeitsganges durch die Preßzylinder 5, 6 mitgeschleppt wird und selber keine Antriebsenergie mehr verbraucht.

Phase 3:

40 Die Phase 3 beschreibt den eigentlichen Arbeitsgang der Presse. Dabei wird die Geschwindigkeit des Pressenstößels 4 durch den Volumen-Strom V der Pumpe 25 (Pfeil 42) bestimmt, welcher dem unteren Zylinderraum 10 des Arbeitszylinders 6 entnommen wird. Die Drehzahl der Pumpe 25 wird durch den Antriebsmotor 28 bestimmt und nahezu konstant gehalten. Hierdurch wird der Volumen-Strom aus dem unteren Zylinderraum 10 des Arbeitszylinders 6 durch die Pumpe 25 allein durch den verstellbaren 45 Schwenkwinkel α dieser Pumpe bestimmt. Auf der Zylinderoberseite des Kolbens 9, das heißt im oberen Zylinderraum 10' des Arbeitszylinders 6 wird das entsprechende Öl-Volumen über das Drucknetz 17 nachgeschoben, wobei das Drucknetz 17 vom Speicher 18 sowie der Pumpe 26 mit Druckmedium versorgt wird.

Solange noch keine äußere Kraft am Stößel 4 aufgrund des Bearbeitungsvorganges angreift, herrscht 50 im unteren 10 sowie im oberen 10' Zylinderraum der gleiche Arbeitsdruck. Hierdurch entsteht an der bei dieser Arbeitsweise als Hydromotor arbeitenden Pumpe 25 bei der durch den Motor vorgegebenen Drehzahl ein Drehmoment, welches durch dem Produkt aus Druckdifferenz und Ölvolumenstrom entspricht. Dieses Drehmoment wird durch die jeweils gemeinsame Antriebswelle 27 auf die Pumpe 26 übertragen, wobei dieses Drehmoment bewirkt, daß die Pumpe 26 den gleichen Volumen-Strom V (Pfeil 43) in das 55 Konstant-Drucknetz zurückspeisen kann, wie er aus dem unteren Zylinderraum 10 des Arbeitszylinders 6 entnommen wurde ($V_{42} = V_{43}$). Eventuelle Systemverluste können über die Leistung des Motors 28 kompensiert werden.

Tritt nun eine äußere Kraft F auf den Pressenstößel 4 z. B. durch einen Umformgang des Werkstücks aus, so hat dies eine Geschwindigkeitsminderung des Pressenstößels zur Folge, da das bisherige Kraftgleichgewicht gestört wird. Dieses führt sofort zu einem Druckabbau, d. h. Druckminderung im unteren Zylinderraum 10, da weiterhin über die Pumpe 25 ein Volumen-Strom V entzogen wird, welcher der ursprünglichen Sollgeschwindigkeit des Pressenstößels entspricht. Die Geschwindigkeit des Druckabbaus im unteren Zylinderraum 10 des Arbeitszylinders wird durch die Zeit bestimmt, in der das Kompressionsvolumen durch den Volumen-Strom der Pumpe 25 abgebaut werden kann. Der Druckabbau erfolgt dabei prinzipiell nur soweit, bis die durch den Druckunterschied zwischen dem oberen Zylinderraum 10' und dem unteren Zylinderraum 10 des Arbeitszylinders 6 entstehende Kraft gleich der äußeren Gegenkraft ist. Sodann fährt der Pressenstößel wieder mit der vorgegebenen Geschwindigkeit weiter. Der Vorgang wird dabei durch die Beeinflussung des Pumpenschwenkwinkels α durch die übergeordnete Steuerung insoweit unterstützt, daß bei einem Geschwindigkeitsabbau der Schwenkwinkel α erhöht wird, um die Druckabbauzeit und den Schleppfehler zu verringern.

Der Stößel 4 kann durch ungleichmäßige Kraftbeaufschlagung eine nicht parallele Abwärtsbewegung durchführen, was durch die seitlich angebrachten Wegmeßsysteme 12, 12' erkannt wird. Bei einem solchen nicht parallelen Fahren des Pressenstößels kann der jeweils voreilende Zylinder durch Einschwenken des Pumpenschwenkwinkels abgebremst bzw. der nacheilende Zylinder durch Ausschwenken des Pumpenschwenkwinkels beschleunigt werden.

Die Besonderheit dieser Arbeitsphase 3 besteht darin, daß zum einen für die Krafterzeugung der Druckabbau auf der Zylinderunterseite bzw. dem unteren Zylinderraum 10 verwendet wird und daß andererseits dieser Druckabbau nicht durch Ventile, sondern durch eine Pumpensteuerung realisiert wird.

Hierdurch ergeben sich die nachstehenden Vorteile.

Durch den Druckabbau im unteren Zylinderraum des Arbeitszylinders 6 wird die Realisierung eines Systemdrucknetzes mit hohem bzw. maximalen Druckniveau erzielt, was den wirtschaftlichen Einsatz von Speichern zur Energiespeicherung ermöglicht. Hierdurch können Leistungsspitzen abgedeckt und die installierte Leistung kann gegenüber konventioneller Technik wesentlich reduziert werden, da keine hohen Druckdifferenzen installiert werden müssen. Durch die Pumpensteuerung anstelle einer Ventilsteuerung wird eine Energierückgewinnung der in den unteren Zylinderräumen 10 gespeicherten Energie ermöglicht, wie dies bei konventionell vorgespannten Systemen mit Ventilsteuerung nicht möglich ist. Durch den Einsatz mehrerer Arbeitszylinder 5, 6 oder weiterer in diesem Konzept kann eine Parallelhaltung des Stößels selbständig erfolgen, da sich die Drücke in den unteren Zylinderräumen 10 jeweils nur am Ort des Einwirkens der äußeren Kraft abbauen. Eine parallele Haltung des Stößels kann auch insbesondere ohne separate Gegenhaltezyylinder oder Parallelhaltezyylinder erfolgen, d. h. ohne sonstige mechanische Bauelemente und ohne Verlust an Stößelkraft.

Schließlich ist in dem beschriebenen Konzept weiterhin eine Schnittschlagdämpfung implizit enthalten, die beispielsweise ein Durchbrechen des Stößels am Werkstück verhindert, weil die maximale Geschwindigkeit des Stößels durch die Pumpenfördermenge V aus dem unteren Zylinderraum 10 begrenzt ist und sich nicht wie bei herkömmlichen Ventilsteuerungen durch die vorhandenen Druckverhältnisse und der Ventilkennlinien ergibt. Diese Schnittschlagdämpfung kommt ohne separate Gegenhaltezyylinder und ohne sonstige mechanische Bauelemente, d. h. ohne Verlust an Stößelkraft aus.

Phase 4:

In dieser Phase 4 erfolgt eine Richtungsumkehr am unteren Totpunkt des Pressenstößels. In dieser Stellung hat der Pressenstößel die Geschwindigkeit 0. Die maximale Preßkraft wird dadurch begrenzt, daß der Druckabbau in den unteren Zylinderräumen 10 des jeweiligen Arbeitszylinders nur bis zu einem vorgegebenen Wert stattfindet. Dieser wird durch die übergeordnete Steuerung und insbesondere durch entsprechende Einstellung des Schwenkwinkels α der Pumpe 25 erreicht. Nach Ablauf einer einstellbaren Druckhaltezeit wird das jeweilige Kurzschlußventil 22 geöffnet und die Pumpe 25 auf 0 geschwenkt.

Phase 5:

Die letzte Phase 5 bewirkt einen aufwärtsgerichteten Eilgang. Hierfür erfolgt die Steuerung dieser Phase analog zur Phase 1. Eventuelle Leistungsspitzen beim Beschleunigen können aus dem Speicher 18 des Systemdrucknetzes 17 entnommen werden.

Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene und dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Sie umfaßt auch vielmehr alle fachmännischen Weiterbildungen und Ausgestaltungen im Rahmen des erfindungsgemäßen Gedankens.

	1	Presse	31	Druckleitung
	2	Pressengestell	32	Kreuzungspunkt
	3	Pressentisch	33	Ziehkissen
5	4	Pressenstößel	34	Ziehkissensteuerung
	5	Pressenzylinder	35	Pumpe
	6	Pressenzylinder	36	Drehzahlmeßsystem
	7	Eilgangzylinder	37	Pumpe/Hydromotor
	8	Kolbenstange	38	Antriebswelle
10	9	Kolben	39	Druckleitung
	10	Zylinderraum	40	Hydraulikmediumbehälter
	11	Druckmeßeinheiten	41	Rückschlagventil
	12	Wegmeßeinrichtung	42	Volumen-Strom V
	13	Antriebseinheit	43	Volumen-Strom V
15	14	Hydraulikleitung		
	15	Hydraulikleitung		
	16	Zylinderraum-Zuführöffnung		
	17	Systemdrucknetz		
	18	Druckspeicher		
20	19	Druckleitung		
	20	Kreuzungspunkt		
	21	Druckleitung		
	22	Mehrwege-Ventil		
	23	Kreuzungspunkt		
25	24	Druckleitung		
	25	regelbare Pumpe, Hydromotor		
	26	Speisepumpe		
	27	Antriebswelle		
	28	Elektromotor		
30	29	Hydraulikmediumspeicher		
	30	Hydraulikmediumspeicher		

Patentansprüche

35

1. Verfahren zur Regelung des Antriebs einer hydraulischen Presse zum Umformen und/oder Schneiden von Blechen oder dergleichen, mit wenigstens einer doppelseitig beaufschlagbaren Kolben-Zylindereinheit (5, 6) zum Antrieb eines Pressenstößels (4), wobei der Antriebskolben (9) mittels eines Hydraulikmediums im Sinne einer Wegverschiebung des Pressenstößels (4) beaufschlagt wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine den maximalen Arbeitsdruck aufweisende hydraulische Speichereinheit (18) vorgesehen ist, die in einem Drucknetz (17) den Kolben (9) der Kolben-Zylindereinheit (5, 6) beidseitig mit Hydraulikmedium gleichen Druckes beaufschlagt und daß zur Erzeugung einer Pressenstößel-Abwärtsbewegung bzw. einer das Werkstück beeinflussende Preßkraft (P) Druckmedium aus dem, dem Pressenstößel (4) zugewandten, unteren Zylinderraum (10) einer schwenkwinkelverstellbaren Pumpe (25) (Hydromotor) derart zugeführt wird, daß der Volumen-Strom (V) (42) geregelt und der dem Pressenstößel (4) abgewandte obere Zylinderraum (10') gleichermaßen mit Druckmedium aus dem Systemdrucknetz beaufschlagt wird.

40

45

50

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck im Systemdrucknetz (17) für den oberen (10') und den unteren (10) Zylinderraum des Arbeitszylinders (5, 6) bei Nichtbelastung des Pressenstößels (4) konstant bleibt und daß die Abwärtsbewegung des Pressenstößels (4) über den Volumen-Strom (V) (42) aus dem unteren Zylinderraum (10) des Arbeitszylinders (5, 6) geregelt wird, der über die regelbare Pumpe (25) geführt wird.

55

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Gegenbelastung des Pressenstößels (Kraft F) durch das zu bearbeitende Werkstück ein Druckabbau im unteren Zylinderraum (10) des Arbeitszylinders (5, 6) eintritt, der durch die Gegenkraft (P) auf den Pressenstößel (4) bei gleichzeitigem unvermindertem Volumen-Strom (V) (42) durch einen Volumenstrom-Abzug aus dem unteren

Zylinderraum (10) mittels der regelbaren Pumpe (25) erfolgt, wobei im oberen Zylinderraum (10') des Arbeitszylinders (5, 6) ein gegenüber dem unteren Zylinderraum höherer Druck mit höherer Preßkraft wirkt.

- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanische Antriebswelle (27) der regelbaren Pumpe (25) (Hydromotor) ein Drehmoment auf die hiermit verbundene Antriebswelle einer insbesondere elektrisch angetriebenen Speisepumpe (26) überträgt, wobei die Speisepumpe (26) gleichzeitig zur Förderung von Druckmedium (V) (43) in den oberen, bei der Abwärtsbewegung des Pressenstößels (4) sich vergrößernden Zylinderraum (10') dient.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Volumen-Strom (V) (42) der regelbaren Pumpe (25) und/oder der Speisepumpe (26) mittels einer Schwenkwinkelverstellung erfolgt.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Eilgang des Pressenstößels (4) in seiner Abwärts- und/oder Aufwärtsbewegung über eine separate Kolben-Zylindereinheit bzw. einen Eilgangzylinder (7) erfolgt, der einen beidseitig mit Druckmedium beaufschlagbaren Antriebskolben (9) aufweist, wobei die Zylinderräume (10, 10') der Arbeitszylinder (5, 6) während des Eilganges mittels einer Mehrweg-Ventileinheit (22) hydraulisch kurzgeschlossen sind.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Mehrweg-Ventileinheit (22) während des Betriebs der regelbaren Pumpe (25) im unteren Stößelbereich geschlossen ist.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung der Mehrweg-Ventileinheit (22) und/oder die Regelung des Schwenkwinkels der regelbaren Pumpe (25) aufeinander abgestimmt erfolgt, wobei die Regelung der Ventilschließung der Regelung der sich öffnenden Pumpe (25) nacheilt.
- 30 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung des Druckmediums im Eilgangzylinder (7) während der Abwärtsbewegung des Pressenstößels (4) über eine durch das Eigengewicht des Pressenstößels (4) angetriebene Pumpe (35) im geschlossenen Kreislauf erfolgt, wobei die Pumpe (35) einen regelbaren Hydraulikmotor (37) im Sinne einer Druckmittelspeisung des Systemdrucknetzes antreibt.
- 35 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewichtsenegie des sich abwärtsbewegenden Pressenstößels (4) in dem Hydromotor (37) der Antriebseinheit (13) zurückgewonnen wird.
- 40 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Pressenstößel (4) zwei oder vier Arbeitszylinder oder Pressenzylinder (5, 6) zugeordnet sind, die jeweils ihre eigene Antriebsregelung aufweisen und seitlich oder in den Eckbereichen des Pressenstößels (4) angeordnet sind.
- 45 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den unteren Zylinderräumen (10) jedes Arbeitszylinders (5) Druckmeßeinheiten (11, 11') vorgesehen sind, zur Erfassung von Druckschwankungen.
- 50 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Weg und/oder die Geschwindigkeit des Pressenstößels (4) mittels Wegmeßeinrichtungen (12, 12') erfaßbar ist, wobei eine ungleichmäßige Pressenstößelstellung erfaßbar ist.
- 55 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine ungleichmäßige Belastung des Pressenstößels (4) von den jeweils belasteten Arbeitszylindern (5, 6) im Sinne einer zusätzlichen Druckbeaufschlagung kompensiert wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (9) in den Arbeitszylindern (5, 6) bei der Werkstückbearbeitung derart hydraulisch eingespannt ist, daß ein unkontrolliertes Durchschlagen des Werkzeugs am Werkstück vermieden wird, wobei die Regelung der Pumpe (25) den Einspanngrad bestimmt.

16. Presse zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei dem Pressenstößel (4) ein Eilgangzylinder (7) und wenigstens zwei oder vier Arbeitszylinder oder Preßzylinder (5, 6) zugeordnet sind, die einen doppelseitig beaufschlagbaren Kolben aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Zylinderraum (10) und der obere Zylinderraum (10') jedes Arbeitszylinders (5, 6) über ein verschließbares Kurzschlußventil (22) für Druckmedium verbunden ist, daß den Arbeitszylindern (5, 6) sowie dem Eilgangzylinder (7) ein Systemdrucknetz (17) mit maximalen Systemdruck in einem Druckspeicher (18) zugeordnet ist, der sowohl den oberen (10') als auch den unteren (10) Zylinderraum jedes Arbeitszylinders (5, 6) mit Druckmedium beaufschlagt und daß die Pressenkraft auf den Pressenstößel (4) durch eine Minderung des Volumen-Stroms (V) (42) im unteren Zylinderraum (10) jedes Arbeitszylinders erfolgt, wobei der Volumen-Strom über eine Regelbare Pumpe (25) geführt ist.

17. Presse nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Eilgangzylinder (7) einen unteren (10) und oberen (10') Zylinderraum aufweist, die in einem geschlossenen Kreislauf mit Druckmedium beaufschlagt sind, wobei eine Pumpe (35) durch die Abwärtsbewegung des Pressenstößels (4) angetrieben wird, die seinerseits über eine Antriebswelle (38) einen regelbaren Hydromotor (37) derart antreibt, daß Druckmedium aus einem Druckmediumbehälter (40) in das Systemdrucknetz (17) eingespeist wird.

20

25

30

35

40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 3963

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A	O+P öLHYDRAULIC UND PNEUMATIC Bd. 34, Nr. 4 , April 1990 , MAINZ Seiten 224 - 231 XP000133741 REINERT 'STEUERUNGEN UND REGELUNGEN AN PRESSEN -HEUTE UND MORGEN-' * Seite 225, rechte Spalte - Seite 226, linke Spalte *	1	B30B15/18
A	DE-A-34 18 599 (MANNESMANN REXROTH GMBH) * Zusammenfassung; Abbildung *	1,16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5) B30B B29C F15B
A	DE-A-32 17 527 (MANNESMANN REXROTH GMBH) * Ansprüche; Abbildungen *	1,16	
A	US-A-5 179 836 (DANTLGRABER) * Ansprüche; Abbildung *	1,16	
D,A	ELEKTRONIK Bd. 6 , 25..März 1983 , MUENCHEN Seiten 111 - 114 'KONZEPT FÜR EIN PRESSEN-OPTIMIERUNGSSYSTEM' * Abbildung 1 *	1,16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	16. Juni 1994	Voutsadopoulos, K	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04-C03)