(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 773 076 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.04.2000 Patentblatt 2000/14

(51) Int Cl.[7]: **B21D 24/14**

(21) Anmeldenummer: **96117676.5**

(22) Anmeldetag: **05.11.1996**

(54) **Einrichtung zur Steuerung und Regelung des Druckes in hydraulischen Ziehkissen von Pressen**

Apparatus for controlling the pressure in hydraulic cushion devices of presses

Dispositif de commande de la pression dans des serre-flans hydrauliques des presses à emboutir

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **09.11.1995 DE 19541693**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.05.1997 Patentblatt 1997/20

(73) Patentinhaber: **Umformtechnik ERFURT GmbH**
D-99086 Erfurt (DE)

(72) Erfinder:
- **Müller, Markus, Dr.**
  99097 Erfurt (DE)
- **Stange, Axel**
  99631 Ottenhausen (DE)
- **Schlag, Andreas**
  99086 Erfurt (DE)
- **Menger, Eckhardt**
  99086 Erfurt (DE)
- **Geist, Gregor**
  99428 Hopfgarten (DE)
- **Schmidt, Steffen**
  99198 Urbich (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 330 718
DE-U- 8 905 994

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 773 076 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Steuerung und Regelung des Druckes in hydraulischen Ziehkissen von Pressen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Bei hydraulischen Ziehkissen in Pressen kommt häufig das Verdrängerprinzip vor, bei dem der Pressenstößel die Kolben der Ziehkissenzylinder antreibt und das Öl aus den Zylinderkammern verdrängt. Ein in der Abflußleitung angeordnetes Proportionalventil beeinflußt den Abflußquerschnitt derart, daß sich die gewünschten Druckverläufe im Zylinder während des Ziehprozesses einstellen. Der aktuelle Druck im Ziehkissenzylinder wird mittels eines Druckaufnehmers erfaßt und als Ist-Signal einem Regler zugeführt. Der Regler bildet aus dem Vergleich von Soll- und Ist-Signal ein entsprechendes Korrektursignal zur Ansteuerung des Proportionalventils. Als ein kritisches Moment während der Regelung wird das Auftreffen des Stößels auf die ausgefahrenen Kolben der Ziehkissenzylinder angesehen, da sich sprunghaft der Abflußvolumenstrom von Null auf seinen Maximalwert ändert. Das hat zur Folge, daß der Hauptsteuerkolben des Proportionalventils mit hoher Geschwindigkeit in die geöffnete Stellung bewegt werden muß, um unerwünschte Druckspitzen zu vermeiden.

Nach dem Auftreffen des Stößels auf das Ziehkissen sind die Störeinflüsse auf die Regelung des Ziehkissendruckes vergleichsweise gering, so daß im allgemeinen einfache Regelungskonzepte (PI-Regler) schon für gute Ergebnisse sorgen. Aus der Bewegungscharakteristik des Stößels im Ziehbereich bis zum unteren Totpunkt bei mechanisch angetriebenen Pressen ergibt sich dabei eine allmähliche Reduzierung der Stößelgeschwindigkeit bis Null. Während dieser Zeit soll der Ziehkissendruck den vorgegebenen Verläufen entsprechen. Aus EP 0 330 718 (nächstliegender Stand der Technik) ist eine Schaltungsanordnung zum Regeln der Haltekraft bekannt, die in geeigneter Weise ein Proportionalventil ansteuert. Eine Reihe aufeinander abgestimmter steuer- und regelungstechnischer Maßnahmen bewirken eine Reduzierung der Druckspitzen beim Auftreffen des Stößels auf die Kolbenstangen der Ziehkissenzylinder. Diese Schaltungsanordnung erfordert Proportionalventile mit hohen Stellgeschwindigkeiten. Ein weiteres Beurteilungskriterium sind die Aufwände zur Inbetriebnahme des Regelkreises und die Möglichkeiten zur Einflußnahme auf dessen Verhalten durch das Wartungspersonal. In diesem Fall sind Spezialkenntnisse beim Wartungspersonal erforderlich.

Es ist weiterhin aus DE A1 38 00 527 eine Schaltung zur Druckregelung bekannt, die den Druck in einem Zylinder mittels eines Druckminder- und eines Druckbegrenzungsventils ändert. Dabei sind beide Ventile als Proportionalventile ausgebildet. Das Druckminderventil befindet sich in der Zulaufleitung und das Druckbegrenzungsventil ist in der Abflußleitung angeordnet. Beide Ventile werden über jeweils einen Regler nach einem bestimmten Verfahren angesteuert. Nachteilig an dieser Druckregelung ist, daß einer Druckquelle ständig ein gewisser, zur Regelung notwendiger Volumenstrom entnommen wird und daß spezielle Kenntnisse für die Optimierung der Regelkreise erforderlich sind.

Weiterhin ist aus DE A1 40 31 645 eine Steuerung für eine hydroelastische Tiefzieheinrichtung bekannt, der die Aufgabe zugrunde liegt, den Masseauftreffstoß zu reduzieren. Dabei wird die auf Führungszylinder ruhende Blechhalteplatte über einen definierten Weg bis auf Stößelgeschwindigkeit vorbeschleunigt und mittels eines federelastisch aufgehängten Wegmeßsensorsystems werden die auf die Arbeitszylinder wirkenden Servoventile vorangesteuert. Die Voransteuerung erfolgt über einen Weg, der im Bereich des Vorbeschleunigungsweges liegt und abhängig von der Auftreffgeschwindigkeit des Stößels ist.

Diese Art der Voransteuerung soll die hydraulischen Auftreffstoß-Überschwinger abbauen. Bei dieser Verfahrensweise ist jedoch nicht berücksichtigt, daß für einen optimalen Druckaufbau im Ziehkissenzylinder die Voransteuerung auch vom Drucksollwert abhängig ist.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Einrichtung zur Steuerung und Regelung des Drucks so zu gestalten, daß das Überschwingen des Drucks beim Auftreffen des Stößels mit robusten und vom Bedienpersonal ggf. nachvollziehbaren Methoden reduziert wird und zusätzlich der Druckaufbauweg des Ziehkissens minimiert wird.

[0004] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und des Patentanspruches 3 erreicht.

Die Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß das Proportionalventil zur Regelung des Ziehkissendruckes an seinem Tankanschluß mit einem definierten Gegendruck beaufschlagt wird. Dieser Gegendruck wird so groß gewählt, daß die Massenkräfte, die auf die Zylinderkolben wirken, kompensiert werden, auch wenn das Proportionalventil den Abfluß vollständig freigibt. Ein weiteres Merkmal der Erfindung besteht in der jetzt möglichen Art der Ansteuerung des Proportionalventils. Dabei geht man im Prinzip davon aus, daß in der ersten Phase des Ziehprozesses (Druckaufbau im Zylinder) das Proportionalventil vorzugsweise gesteuert wird und in der zweiten Phase (nach erfolgtem Druckaufbau) die Regelung des Proportionalventils einsetzt. Inhalt der ersten, gesteuerten Betriebsweise ist die "Voröffnung" des Proportionalventils. Bevor der Stößel auf die Verdrängerkolben trifft, wird der Hauptsteuerkolben auf einen vorgegebenen, definierten Öffnungsspalt positioniert. Das Maß der Voröffnung ergibt sich aus der Auftreffgeschwindigkeit des Stößels auf das Ziehkissen und dem vorgegebenen Drucksollwert für den Beginn der Regelung. Dieser Voröffnungswert wird einmalig empirisch oder simulativ ermittelt und z.B. in einer Tabelle innerhalb einer Steuerung abgelegt. Mit Hilfe dieser Ventilvoröffnung wird erreicht, daß der Hauptkolben

des Proportionalventils schon einen gewissen Weg in Öffnungsrichtung zurückgelegt hat und beim Auftreffen des Stößels nur noch die Differenz zum Maximalwert überwunden werden muß. Der Voröffnungswert ist im allgemeinen kleiner als die maximale erforderliche Ventilöffnung, die bei dem durch die Auftreffgeschwindigkeit hervorgerufenen Volumenstrom zur Einstellung des gewünschten Druckes notwendig ist, um den Druckaufbau im Zylinder in kurzer Zeit zu ermöglichen. Die Druckanstiegsgeschwindigkeit ist daher von dem gewählten Voröffnungswert und vom Drucksollwert abhängig.
Prinzipiell ist es möglich, den Druckaufbau im Ziehkissenzylinder überschwingfrei zu gestalten, auch wenn die Auftreffgeschwindigkeit des Stößels relativ groß und der Drucksollwert relativ gering ist. Es kann jedoch in vielen Fällen ein Kompromiß zwischen kürzestmöglichem Druckaufbauweg und maximal zulässigem Überschwingen als Optimum angesehen werden. Der Übergang von der gesteuerten Betriebsweise in die geregelte erfolgt gegen Ende des Druckaufbaus. Das Kriterium für die Umschaltung wird, falls für die Erfassung des Ziehkissenweges kein Wegmeßsystem zur Verfügung steht, aus dem Prozeß selbst abgeleitet. Die Umschaltung erfolgt, wenn die Differenz zwischen Drucksoll- und Druckistwert einen vorgegebenen Betrag unterschreitet. Damit wird erreicht, daß die Anregung des Regelkreises beim Umschalten reduziert ist. Eine weitere Methode für die Kombination von Steuerung und Regelung wird im Ausführungsbeispiel beschrieben. Nach erfolgtem Auftreffen des Stößels auf das Ziehkissen sind die zu erwartenden Störungen relativ klein, so daß ein allgemein bekannter PID-Regelalgorithmus für die Druckregelung ausreicht. Es empfiehlt sich weiterhin, den D-Anteil des Reglers schaltbar zu gestalten.
Eine zusätzliche Minimierung des Druckaufbauweges läßt sich bei Beibehaltung der Ventilvoröffnung dadurch erreichen, daß der Ziehkissenzylinder durch eine weitere Druckölquelle beaufschlagt wird. Aus energetischen Gründen ist es sinnvoll, die Druckölquelle erst kurz vor dem Aufsetzen des Stößels auf das Ziehkissen mit dem Ziehkissenzylinder zu verbinden. Bei schon vorgeöffnetem Proportionalventil wird sich dabei ein Entnahmevolumenstrom einstellen, der abhängig vom Öffnungsquerschnitt des Proportionalventils, von den Strömungswiderständen, von der Kapazität der Druckquelle und vom Druckwert ist. Bei dieser externen Vorspannung des Ziehkissenzylinders muß dessen Kolbenstange durch einen Anschlag, der fest oder verstellbar ist, in ihrer oberen Arbeitslage fixiert sein. Der maximale Druck der Druckquelle wird jeweils dem Solldruck der Verdrängerdruckregelung derart angepaßt, daß er kleiner oder gleichgroß ist. Damit wird erreicht, daß ein zwischen Ziehkissenzylinder und Druckquelle angeordnetes Rückschlagventil den Abfluß aus der Druckquelle sperrt, sobald der Stößel die Funktion der Druckerzeugung übernommen hat. Es kann auf die Druckbeaufschlagung der Abflußseite vom Stetigventil verzichtet werden, wenn die Ventilvoröffnung in Verbindung mit dem Druckaufbau aus der zusätzlichen Druckquelle vor Auftreffen des Stößels erfolgt. Die auf die Kolbenstangen der Ziehkissenzylinder wirkenden Massenkräfte sind dann durch den Druck der externen Druckölquelle kompensiert.

[0005] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: Weg-Zeit-Verlauf des Pressenstößels und des Ziehkissens, Verläufe des Ziehkissendruckes über dem Ziehweg "s_Z" bei maximalem und minimalem "Ventilvoröffnung" mit dem aktiven Druckaufbau kombiniert wird

Fig. 2: eine schematische Darstellung der Zieheinrichtung

Fig. 3: Schaltungsanordnung zur Steuerung und Regelung des Ziehkissendruckes

Fig. 4: Struktur der Verdrängerdruckregelung mit Ventilvoröffnung

[0006] Der Pressenstößel 1 trifft in diesem, in Figur 2 dargestellten Abschnitt des Hubzyklus mit dem Werkzeug-Oberteil 2 auf die Platine 3 auf, die auf dem Blechhalter 4 des Werkzeug-Unterteils 5 ruht. Der Blechhalter 4 hält die Platine 3 in einem Abstand "Δs", der dem Druckaufbauweg entspricht, über dem Werkzeug-Unterteil 5. Die zum Umformprozeß erforderliche Ziehkissenkraft wird durch druckbeaufschlagte Ziehkissenzylinder 11 über dessen Kolbenstange auf die Kissenplatte 8 und über Druckbolzen 7 auf den Blechhalter 4 aufgebracht und wirkt beim Abwärtsgang des Stößels 1 diesem entgegen. Die zur Krafterzeugung vorgesehenen Ziehkissenzylinder 11 und ein Zentralzylinder 9 zur Wegsteuerung des Ziehkissens für dessen Hochgang sind im Pressentisch 6 befestigt. Die hydraulische Steuerung 10 zur Druckerzeugung ist in Form eines Steuerblockes jeweils einem Ziehkissenzylinder 11 zugeordnet. Zur externen Vorspannung des Ziehkissenzylinders 11 muß dessen Kolbenstange durch einen Anschlag 29, der fest oder verstellbar ist, in ihrer oberen Arbeitslage fixiert sein. Nach Fig. 3 sind ein oder mehrere Ziehkissenzylinder 11 abflußseitig jeweils, in besonderen nicht dargestellten Fällen auch gemeinsam, über eine Leitung 28 mit einem Proportionalventil 12 direkt verbunden. Der jeweilige Ist-Wert des Ziehkissendruckes wird über Druckaufnehmer 17 erfaßt und dem Kissenkraft-Regler 23 zugeführt. Das Proportionalventil 12 ist abflußseitig über die weitergeführte Leitung 28 mit dem vorgespannten Tank 13 verbunden, welcher mit Druckluft aus der Druckquelle 14 beaufschlagt ist. Das Hydrauliköl strömt erst dann aus dem Ziehkissenzylinder 11 über das geöffnete Proportionalventil 12 in den vorgespannten Tank 13, wenn der Pressenstößel 1 die Kolben der Ziehkissenzylinder 11 abwärts bewegt. Bei der Aufwärtsbewegung des Ziehkissenzylinders 11, die durch den Zentralzylinder 9 eingeleitet wird, strömt das Hydrauliköl über das Rückschlagventil 15 in den Zieh-

kissenzylinder 11 zurück. Ein weiteres Rückschlagventil 18 trennt den Ziehkissenzylinder 11 von einer schaltbaren Druckquelle 20 derart, daß bei Aktivierung des Schaltventils 19 Hydrauliköl aus der Druckquelle 20 in den Ziehkissenzylinder 11 strömt, solange eine Druckdifferenz besteht. Der Druck in der Druckquelle 20 wird mittels einer druckgeregelten Pumpe 22 derart dem Solldruck des Ziehkissens angepaßt, daß der Speicherdruck geringfügig kleiner ist. Dann führt der durch das Auftreffen des Pressenstößels bedingte Druckanstieg zum Schließen des Rückschlagventils 18. Das Schaltventil 19 wird in Abhängigkeit vom Pressenstößel-Weg so geschaltet, daß vor dem Auftreffen des Pressenstößels der "aktive Druckaufbau" im Ziehkissenzylinder beginnt und der Scheitelpunkt der Druckaufbaukurve im Auftreffpunkt des Stößels liegt. Diese Zusammenhänge sind in Fig. 1 dargestellt. Im oberen Diagramm sind die Weg-Zeit-Verläufe des Pressenstößels und des Ziehkissens zu sehen. Im Punkt "A", dem Auftreffpunkt des Stößels 1 auf das Ziehkissen, sind beide Verläufe über den Ziehbereich identisch. Im mittleren Diagramm sind die Verläufe des Ziehkissendruckes über dem Ziehweg "s_z" bei maximalem und minimalen Drucksollwert dargestellt. Deutlich ausgeprägt ist bei kleinem Drucksollwert das Überschwingen des Ist-Druckes bei bisherigen Regelungskonzepten. Dieses Überschwingen läßt sich mit dem Prinzip der "Ventilvoröffnung" (gestrichelt dargestellt) reduzieren.

Der Weg "Δs", der vom Pressenstößel nach dem Auftreffen "A" noch zurückgelegt werden muß, bis der jeweilige Solldruck erreicht ist, läßt sich stark reduzieren, wenn das Prinzip der "Ventilvoröffnung" mit dem "aktiven Druckaufbau" kombiniert wird, wie im unteren Diagramm der Figur 1 dargestellt. Die Startpunkte s_1 und s_2 für den "aktiven Druckaufbau" sind abhängig vom gewählten Drucksollwert und, in Fig. 1 nicht dargestellt, ebenfalls abhängig von der Pressenhubzahl. Der Druckaufbauweg ist minimal, wenn das Auftreffen des Stößels im Scheitelpunkt der Druckkurve erfolgt. Eine übergeordnete Steuerung 24 übergibt dem Kissenkraftregler 23 die aktuellen Ist-Werte bezüglich des Kissenweges "s_K" der Pressenhubzahl "n" und des Kurbelwinkels "α". Ebenso werden dem Kissenkraftregler 23 der Solldruck "p_{soll}", die Ziehtiefe "s_Z" und ein Druckschwellwert "p_{SW}" übermittelt. Der Kissenkraftregler 23 beinhaltet einen allgemein bekannten PID-Regler mit schaltbaren I- und D-Anteilen sowie einem rücksetzbarem I-Anteil. Der PID-Regler selbst ist ebenfalls schaltbar. Sämtliche Schaltfunktionen des Kissenkraftreglers 23 werden aus einem internen Steuerwerk 25 in Abhängigkeit vom Kissenweg "s_K" ausgelöst.

Den Druckistwert "p_{ist}" erhält der Kissenkraftregler 23 direkt von einem Druckaufnehmer 17. Der Drucksollwert "p_{soll}" wird über einen Führungsgrößengenerator 26 dem PID-Regler zur Bildung der Regelabweichung "x_d" zugeführt. Der Führungsgrößengenerator 26 ändert den Drucksollwert "p_{soll}" in Abhängigkeit vom Kissenweg "s_K" derart, daß dieser in der "passiven" Druckaufbauphase von einem reduzierten Anteil aus über einen definierten Weg bis auf seinen ursprünglichen Wert erhöht wird. Dem Reglerausgang wird der Voröffnungswert aufsummiert, welcher in einem Modul 27 in Abhängigkeit von dem Kissenweg "s_K", der Kissengeschwindigkeit "$ds_K(t)/dt$", der Ziehtiefe "s_Z", dem Drucksollwert "p_{soll}", der Pressenhubzahl "n" und dem Kurbelwinkel "α" den Voröffnungswert errechnet und während des Druckaufbaues aktiviert. Als Option wird dem Modul 27 ein Druckschwellwert "p_{SW}" übermittelt, welcher genutzt wird, wenn das Ziehkissen kein eigenes Wegmeßsystem besitzt. Dann wird der Voröffnungswert in Abhängigkeit von dem Druckschwellwert "p_{SW}" deaktiviert. Ebenso erfolgt dann, in Fig. 4 nicht dargestellt, ein Ersatz des fehlenden Kissenweges "s_K" durch eine fiktive Funktion F=f(n,t). Mit ihrer Hilfe werden die Führungsgröße "w" und der Voröffnungswert in Abhängigkeit von der Pressenhubzahl zeitbezogen ermittelt. Für die Realisierung des "aktiven Druckaufbaus" liefert der Kissenkraftregler 23 das Schaltsignal an ein Ventil 19, indem ein von der Steuerung 24 übergebener Referenzwinkel "α_{ref}" mit dem aktuellen Wert des Kurbelwinkels "α" verglichen wird.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Steuerung und Regelung des Drukkes in hydraulischen Ziehkissen von Pressen zum Ziehen von Blechformteilen bei der die im Pressentisch (6) geführte Kissenplatte (8) zum einen über die auf ihr angeordneten Druckbolzen (7) mit dem Blechhalter (4) in Wirkverbindung steht und

   zum anderen unterhalb mit mindestens einem Ziehkissenzylinder (11) in Wirkverbindung steht oder die Kolbenstange des Ziehkissenzylinders (11) direkt mit dem Blechhalter wirkverbunden ist,
   wobei das im Zylinderraum des Ziehkissenzylinders (11) befindliche Öl über eine Leitung (28) und einem Proportionalventil (12) mit dem Tank (13) korrespondiert und in der Leitung (28) zwischen Proportionalventil (12) und Ziehkissenzylinder (11) ein Druckaufnehmer (17) angeordnet ist,

   dadurch gekennzeichnet,

   daß in der Leitung (28) zwischen Proportionalventil (12) und Ziehkissenzylinder (11) ein Rückschlagventil (18) angeordnet ist, welchem ein in Abhängigkeit von der Stößelbewegung steuerbares Schaltventil (19), eine Druckquelle (20), ein Rückschlagventil (21) und eine Pumpe (22) nacheinander in Reihe geschaltet sind,
   daß die Kolbenstange des Ziehkissenzylinders (11) durch einen festen oder verstellbaren An-

schlag (29) in ihrer oberen Endlage begrenzt ist,
daß die Massenkräfte, die auf die Kolbenstange des Ziehkissenzylinders (11) wirken, durch den Gegendruck des vorgespannten Tanks (13) kompensiert werden,
daß das Proportionalventil (12) zwischen Steuerung und Regelung umschaltbar mit dem Kissenkraftregler (23) in Wirkverbindung steht und die Umschaltung in Abhängigkeit vom Kissenweg s_K oder in Abhängigkeit von dem Signal des Druckaufnehmers (17) durch das Steuerwerk (25) erfolgt,
und daß zum Zwecke der Druckbeaufschlagung des Ziehkissenzylinders (11) durch die Druckquelle (20) das Schaltventil (19) durch den Ziehkissenregler (23) und die Steuerung (24) steuerbar ist.

2. Einrichtung zur Steuerung und Regelung des Drukkes nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß der Wert für den Öffnungsspalt aus der Auftreffgeschwindigkeit des Pressenstößels auf das Ziehkissen und dem vorgegebenen Drucksollwert für den Beginn des Ziehvorgangs ermittelt wird.

3. Einrichtung zur Steuerung und Regelung des Drukkes nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die Massenkräfte, die auf die Kolben der Ziehkissenzylinder (11) wirken, dadurch kompensiert werden, daß die Druckbeaufschlagung des Ziehkissenzylinders (11) mittels des Schaltventils (19) und der Druckquelle (20) zeitgleich oder zeitlich vorverlagert zu der Positionierung des Hauptsteuerkolbens des Proportionalventils (12) erfolgt und damit die tankseitige Vorspannung entfällt.

Claims

1. Device for the control and closed-loop control of pressure in hydraulic die cushions of presses for drawing sheet-metal shaped parts, in which the cushion plate (8) guided in the bedplate (6) is on the one hand operationally connected by the thrust bolt (7) disposed thereon to the hold-down device (4) and on the other hand is operationally connected underneath to at least one die cushion cylinder (11) or the piston rod of the die cushion cylinder (11) is operationally connected directly to the hold-down device,
wherein the oil situated in the cylinder chamber of the die cushion cylinder (11) corresponds via a line (28) and a proportional valve (12) with the tank (13) and a pressure pick-up (17) is disposed in the line (28) between proportional valve (12) and die cushion cylinder (11),
characterized in

that disposed in the line (28) between proportional valve (12) and die cushion cylinder (11) is a non-return valve (18), to which an operating valve (19) controllable in dependence upon the ram motion, a pressure source (20), a non-return valve (21) and a pump (22) are successively connected in series,
that the piston rod of the die cushion cylinder (11) is limited in its top end position by means of a fixed or adjustable stop (29),
that the inertial forces acting upon the piston rod of the die cushion cylinder (11) are compensated by the counterpressure of the preloaded tank (13),
that the proportional valve (12) is operationally connected to the cushion force loop controller (23) so as to be switchable between control and closed-loop control and
the switchover is effected by the control unit (25) in dependence upon the cushion displacement s_K or in dependence upon the signal of the pressure pick-up (17),
and that for the purpose of pressurizing the die cushion cylinder (11) by means of the pressure source (20) the operating valve (19) is controllable by the die cushion loop controller (23) and the controller (24).

2. Device for the control and closed-loop control of pressure according to claim 1, characterized in that the value for the opening gap is determined from the velocity of impact of the press ram upon the die cushion and the preset pressure setpoint value for the start of the drawing operation.

3. Device for the control and closed-loop control of pressure according to claims 1 and 2, characterized in that the inertial forces acting upon the pistons of the die cushion cylinders (11) are compensated in that the pressurization of the die cushion cylinder (11) by means of the operating valve (19) and the pressure source (20) is effected at the same time as or in advance of the positioning of the main control piston of the proportional valve (12) and so the tank-side preloading lapses.

Revendications

1. Dispositif de commande et de régulation de la pression dans des coussins d'emboutissage hydrauliques de presses à emboutir des pièces de formage en tôle, dans lequel le plateau de coussin (8) guidé dans la table de presse (6), est d'une part en liaison active, par l'intermédiaire des broches de pression

(7) disposées sur elle, avec le serre-flan (4), et est d'autre part en liaison active, côté inférieur, avec au moins un vérin de coussin d'emboutissage (11), ou bien la tige de piston du vérin de coussin d'emboutissage (11) est directement en liaison active avec le serre-flan, l'huile se trouvant dans la chambre de cylindre du vérin de coussin d'emboutissage (11) étant en communication avec le réservoir (13), par l'intermédiaire d'une conduite (28) et d'une soupape proportionnelle (12), et un capteur de pression (17) étant disposé dans la conduite (28), entre la soupape proportionnelle (12) et le vérin de coussin d'emboutissage (11),
caractérisé

en ce que dans la conduite (28), entre la soupape proportionnelle (12) et le vérin de coussin d'emboutissage (11), est disposée une soupape anti-retour (18) avec laquelle sont montés successivement en série, une soupape de commande (19) pouvant être commandée en fonction du mouvement du coulisseau, une source de pression (20), une soupape anti-retour (21) et une pompe (22),
en ce que la tige de piston du vérin de coussin d'emboutissage (11) est limitée dans sa position extrême supérieure, par une butée (29) fixe ou réglable,
en ce que les forces de masse, qui agissent sur la tige de piston du vérin de coussin d'emboutissage (11), sont compensées par la contre-pression du réservoir (13) sous pression initiale,
en ce que la soupape proportionnelle (12) est en liaison active avec le régulateur de force de coussin (23), en pouvant être inversée entre commande et régulation, et l'inversion s'effectuant par l'organe de commande (25), en fonction de la course de coussin s_K ou en fonction du signal du capteur de pression (17),
et en ce que dans le but de l'alimentation en pression du vérin de coussin d'emboutissage (11) par la source de pression (20), la soupape de commande (19) peut être commandée par le régulateur de coussin d'emboutissage (23) et la commande (24).

2. Dispositif de commande et de régulation de la pression selon la revendication 1, **caractérisé** en ce que la valeur pour l'interstice d'ouverture est déterminée à partir de la vitesse d'impact du coulisseau de presse sur le coussin d'emboutissage et de la valeur de consigne de la pression prescrite pour le début de la phase d'emboutissage.

3. Dispositif de commande et de régulation de la pression selon les revendications 1 et 2, **caractérisé** en ce que les forces de masse, qui agissent sur les pistons des vérins de coussin d'emboutissage (11), sont compensées par le fait que l'alimentation en pression du vérin de coussin d'emboutissage (11) au moyen de la soupape de commande (19) et de la source de pression (20), s'effectue en même temps que le positionnement du piston de commande principal de la soupape proportionnelle (12) ou en avance dans le temps par rapport à ce positionnement, la mise en pression initiale côté réservoir étant ainsi supprimée.

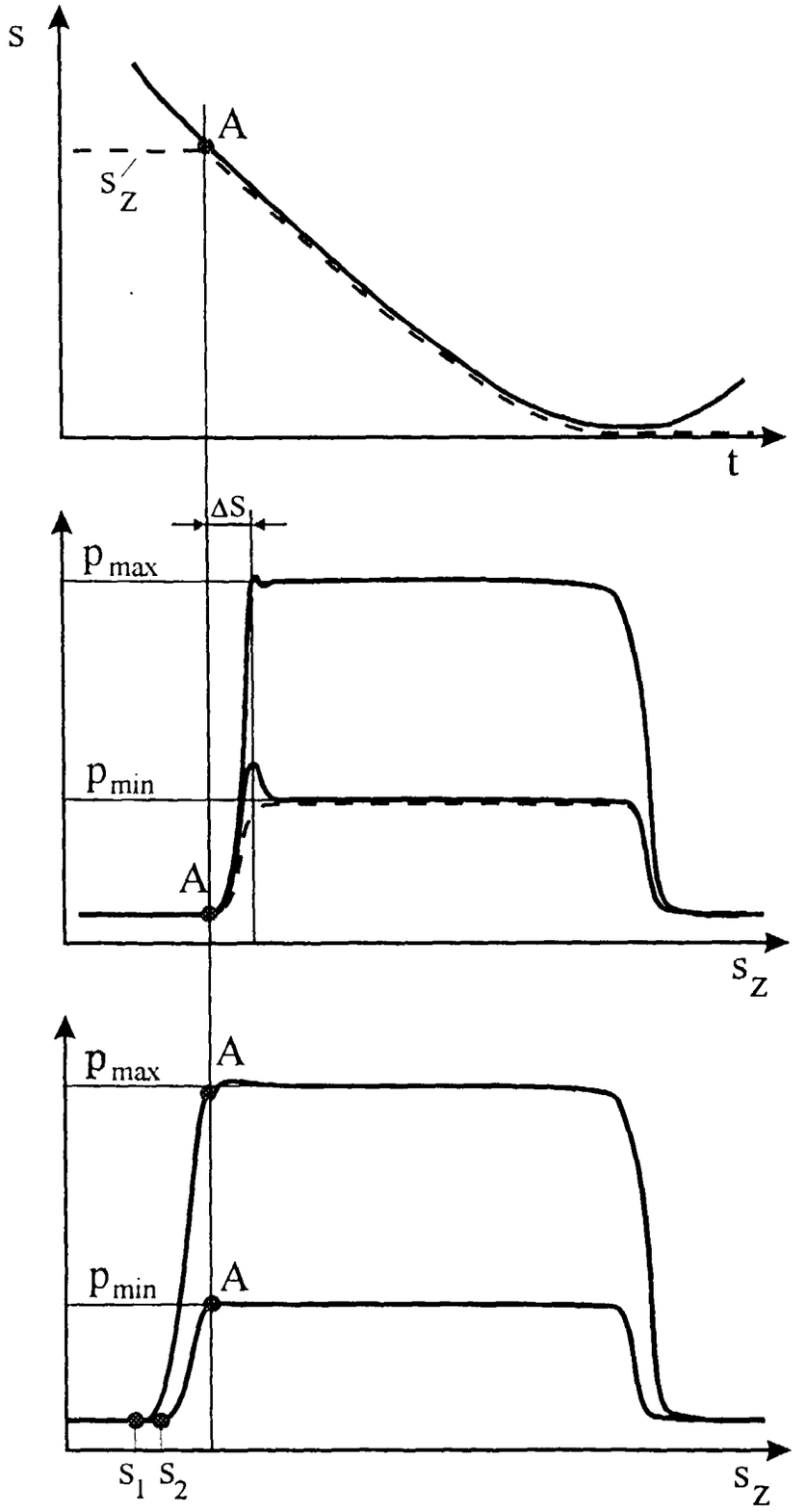

Fig. 1

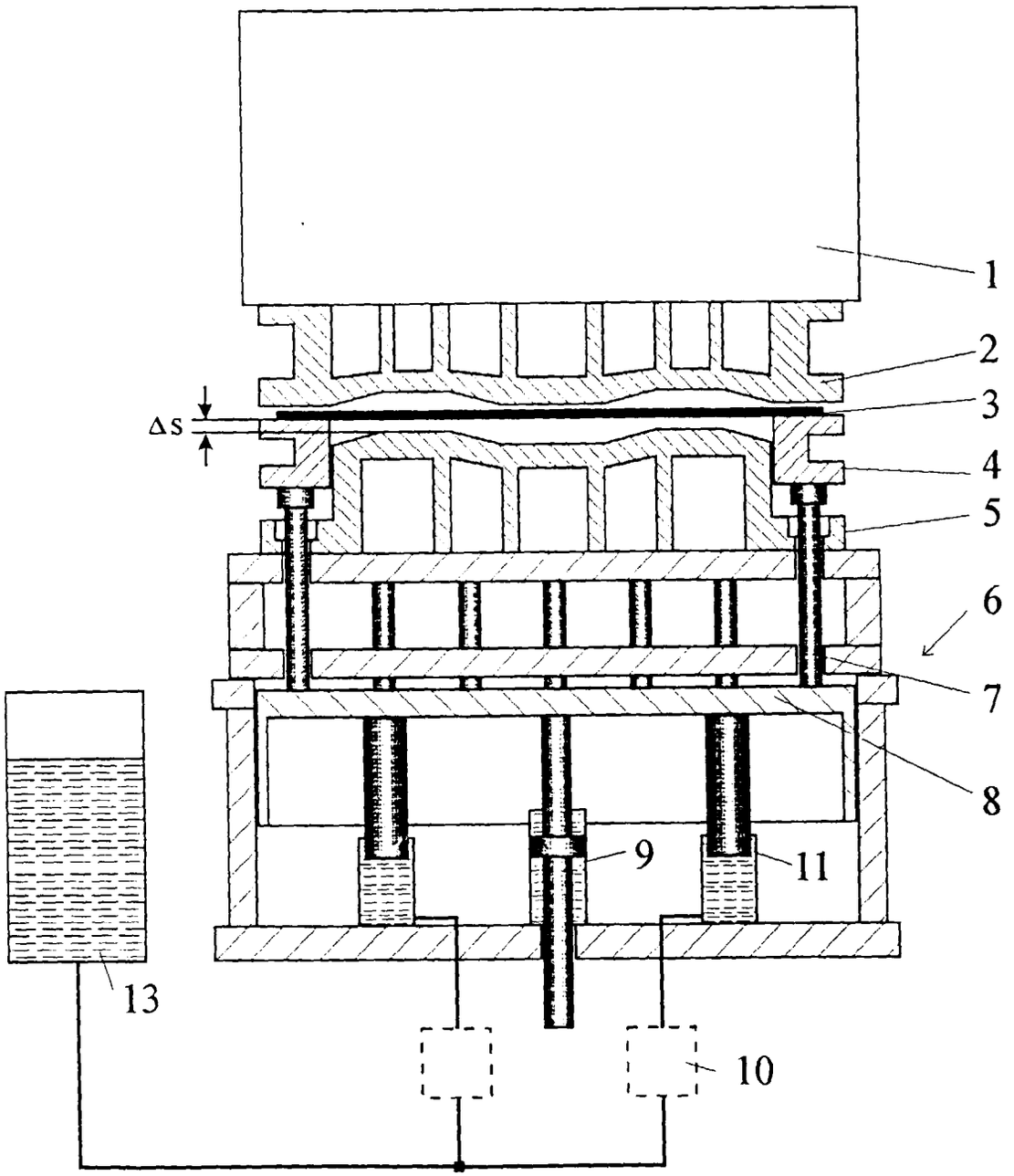

Fig. 2

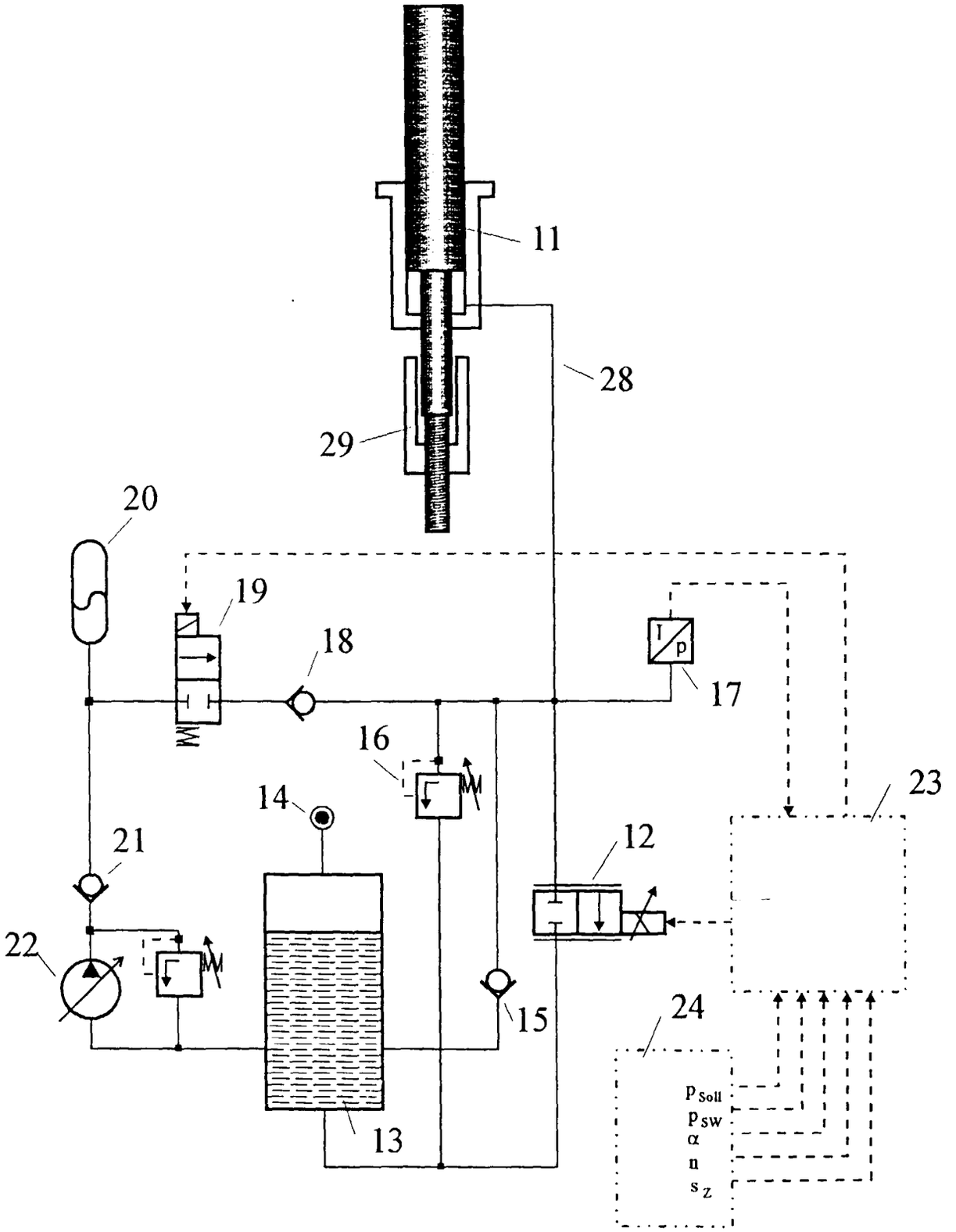

Fig. 3

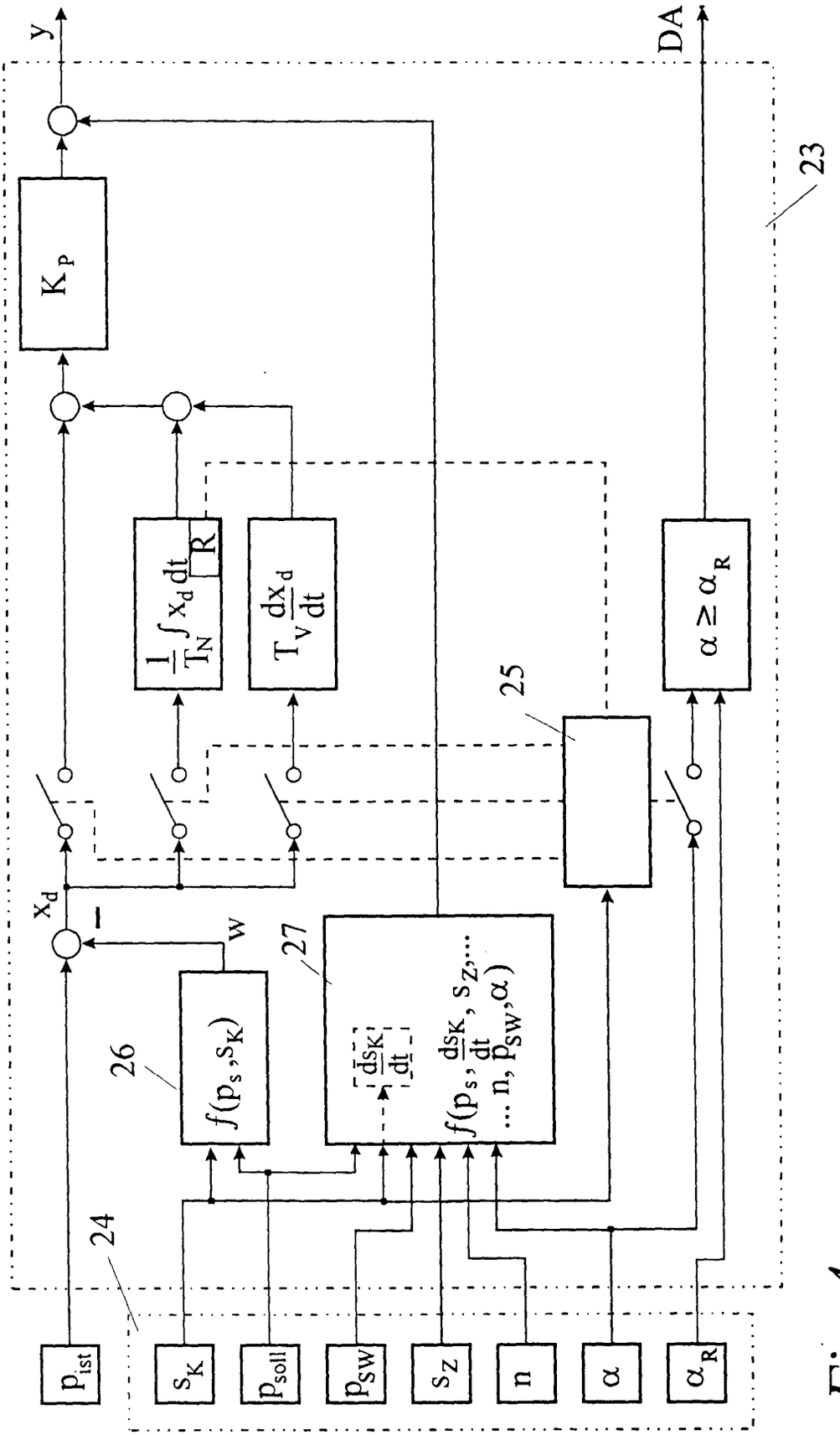
y
DA
23
K_P
$\frac{1}{T_N}\int x_d\,dt$
R
$T_V\frac{dx_d}{dt}$
$\alpha \geq \alpha_R$
25
x_d
−
w
27
26
$f(p_s, s_K)$
$\frac{ds_K}{dt}$
$f(p_s, \frac{ds_K}{dt}, s_Z, \ldots$
$\ldots n, p_{SW}, \alpha)$
24
p_{ist}
s_K
p_{soll}
p_{SW}
s_Z
n
α
α_R

Fig. 4