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

(11) **EP 3 012 075 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.12.2017 Patentblatt 2017/50

(51) Int Cl.:
B26F 3/00 *(2006.01)* ***B26F 1/26*** *(2006.01)*
F04B 17/03 *(2006.01)* ***F04B 49/08*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **15190372.1**

(22) Anmeldetag: **19.10.2015**

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ANLAGE ZUM WASSERSTRAHLSCHNEIDEN SOWIE ANLAGE ZUM WASSERSTRAHLSCHNEIDEN**

METHOD FOR OPERATING A FACILITY FOR WATERJET CUTTING AND FACILITY FOR WATER JET CUTTING

PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION DE DECOUPAGE AU JET D'EAU ET INSTALLATION DE DECOUPAGE AU JET D'EAU

(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

(30) Priorität: **20.10.2014 AT 507472014**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.04.2016 Patentblatt 2016/17

(73) Patentinhaber:
- **Perndorfer, Andreas**
  4720 Kallham (AT)
- **Perndorfer, Ewald**
  4720 Kallham (AT)

(72) Erfinder:
- **Perndorfer, Andreas**
  4720 Kallham (AT)
- **Perndorfer, Ewald**
  4720 Kallham (AT)
- **Paster, Daniel**
  4724 Eschenau i. H. (AT)

(74) Vertreter: **Jell, Friedrich**
Bismarckstrasse 9
4020 Linz (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 162 372
EP-A2- 0 159 977
WO-A1-2012/034165

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 012 075 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben einer Anlage zum Wasserstrahlschneiden mit einer mehrere Tauchkolben aufweisenden, an einen Wasserbehälter angeschlossenen Hochdruckpumpe und mit einer an die Hochdruckpumpe angeschlossenen Hochdruckleitung, die über ein Schneidkopfventil an einen Schneidkopf angeschlossen ist, wobei für den Schneidvorgang die Hochdruckpumpe angetrieben und das Schneidkopfventil geöffnet wird, sowie auf eine hierfür geeignete Anlage zum Wasserstrahlschneiden.

[0002] Aufgrund der für das Wasserstrahlschneiden erforderlichen hohen Drücke und vergleichsweise hohen Fördermengen werden für Wasserstrahlschneidanlagen häufig Hochdruckpumpen mit Tauchkolben eingesetzt, wobei mit der Anordnung von drei Tauchkolben die Druckschwankungen auf ein für das Wasserstrahlschneiden zulässiges Maß verringert werden können, sodass Druckspeicher zum Ausgleich solcher Druckschwankungen entfallen können. Die Tauchkolbenpumpen werden üblicherweise durch Drehstrommotoren angetrieben, die über einen Frequenzumrichter angesteuert werden, der die für die jeweils gewünschte Fördermenge erforderliche Drehzahl vorgibt. Das von der Hochdruckpumpe aus einem Wasserbehälter angesaugte Wasser wird demnach mit dem eingestellten Druck, je nach den Schneidbedingungen beispielsweise zwischen 500 und 4000 bar, durch eine Hochdruckleitung dem Schneidkopf zugeführt, wo es durch eine Reinwasserdüse mit einer Geschwindigkeit bis zu 800 m/s (bei einem Förderdruck von 4000 bar) austritt, bevor dem Wasserstrahl gegebenenfalls Abrasive zugeführt werden. Zum Beenden des Schneidvorgangs wird ein der Reinwasserdüse vorgeschaltetes Schneidkopfventil geschlossen und der Drehstrommotor auf eine niedrige Drehzahl heruntergefahren, um die Hochdruckpumpe nicht für einen neuerlichen Schneidvorgang aus dem Stillstand hochfahren zu müssen. Die nach dem Sperren des Schneidkopfventils von der Hochdruckpumpe geförderte Wassermenge wird über eine Rücklaufleitung in den Wasserbehälter rückgeführt, die mit dem Schließen des Schneidkopfventils durch ein Rücklaufventil freigegeben wird. Für einen neuen Schneidvorgang ist folglich das Schneidkopfventil zu öffnen, das Rücklaufventil zu schließen und die Hochdruckpumpe auf die erforderliche Betriebsdrehzahl zu beschleunigen, sodass sich innerhalb der an den Schneidkopf angeschlossenen Hochdruckleitung der erforderliche Betriebsdruck erst allmählich mit der Folge aufbaut, dass sich während des Schnittbeginns aufgrund des zeitlichen Anstiegs der Wasseraustrittsgeschwindigkeit aus der Reinwasserdüse das Schnittbild ändert, was sich insbesondere bei Anstichen, also bei Schneidvorgängen, die nicht von einem Werkstückrand ausgehen, sondern innerhalb einer Werkstückfläche beginnen, nachteilig auswirkt.

[0003] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, Anlagen zum Wasserstrahlschneiden mit Tauchkolbenpumpen so betreiben zu können, dass bei einem neuerlichen Schneidvorgang ein ausreichender Wasserdruck zur Verfügung steht, um von Beginn an ein einheitliches Schnittbild sicherstellen zu können, ohne einen Druckspeicher einsetzen zu müssen.

[0004] Ausgehend von einem Verfahren der eingangs geschilderten löst die Erfindung die gestellte Aufgabe dadurch, dass am Ende des Schneidvorgangs die Hochdruckpumpe während des Schließens des Schneidkopfventils unter Aufrechterhaltung des Drucks in der Hochdruckleitung stillgesetzt und am Beginn des Schneidvorgangs während des Öffnens des Schneidkopfventils wieder in Betrieb genommen wird.

[0005] Da zufolge dieser Maßnahmen der Druck in der Hochdruckleitung beim Sperren des Schneidkopfventils zum Beenden des Schneidvorgangs nicht abgebaut wird, steht dieser Druck für den Neustart eines Schneidvorgangs zur Verfügung, sodass unmittelbar nach dem Öffnen des Schneidkopfventils der Schnitt mit dem Betriebsdruck durchgeführt werden kann. Voraussetzung ist, dass die Hochdruckpumpe innerhalb der Öffnungszeit für das Schneidkopfventil auf die für den jeweiligen Betriebsdruck in der Hochdruckleitung erforderliche Drehzahl beschleunigt bzw. innerhalb der Schließzeit dieses Ventils stillgesetzt wird. Es bedarf daher keiner Rücklaufleitung, um das sonst während der Schneidpause geförderte Wasser in den Wasserbehälter zurückzuleiten.

[0006] Wird für einen anschließenden Schneidvorgang ein geringerer Betriebsdruck in der Hochdruckleitung benötigt, wie dies üblicherweise der Fall ist, wenn ein Anstich vorzunehmen ist, so muss vor dem Öffnen des Schneidkopfventils der Druck in der Hochdruckleitung entsprechend abgesenkt werden, damit der Schneidvorgang beim Öffnen des Schneidkopfventils mit dem verminderten Betriebsdruck durchgeführt werden kann.

[0007] Herkömmliche Antriebe der Tauchkolbenpumpen mit Hilfe von Drehstrommotoren, die über Frequenzumrichter entsprechend der geforderten Drehzahl angesteuert werden, sind im Allgemeinen nicht in der Lage, die Tauchkolbenpumpe innerhalb der kurzen Öffnungs- und Schließzeiten der Schneidkopfventile auf die Solldrehzahl zu beschleunigen bzw. von der Solldrehzahl zum Stillstand abzubremsen. Aus diesem Grund wird bei Anlagen zum Wasserstrahlschneiden, die für das erfindungsgemäße Verfahren geeignet sind, vorgeschlagen, dass der Antrieb der Hochdruckpumpe einen in Abhängigkeit von der Betätigung des Schneidkopfventils schaltbaren Servomotor mit einem Servoumrichter umfasst und dass zur Ansteuerung des Servoumrichters ein einerseits an einen Sollwertgeber und anderseits an einen Istwertgeber für den Druck in der Hochdruckleitung angeschlossener Regler vorgesehen ist. Mit Hilfe solcher Servoantriebe lassen sich die erforderlichen Beschleunigungen innerhalb von Millisekunden erreichen, sodass der jeweils vorgegebene Wasserdruck beim Öffnen des

Schneidkopfventils schlagartig zur Verfügung steht. Da die Ansteuerung des Servoumrichters in Abhängigkeit von der Soll-Istwertdifferenz des Drucks in der Hochdruckleitung vorgenommen wird, spielen den Strömungswiderstand beeinflussende Änderungen im Bereich der Reinwasserdüse keine Rolle, weil durch diese Ansteuerung des Servoumrichters beispielsweise Verschleißerscheinungen an der Reinwasserdüse selbständig berücksichtigt werden.

[0008] Um im Bedarfsfall den Druck in der Hochdruckleitung während einer Schneidpause im Hinblick auf die Druckanforderungen eines anschließenden Schneidvorgangs absenken zu können, kann die Hochdruckleitung über ein einstellbares Druckminderungsventil an eine Rücklaufleitung angeschlossen werden, das vorzugsweise auch zum Absperren der Rücklaufleitung dient, wenn das Druckminderungsventil nicht benötigt wird.

[0009] Anhand der Zeichnung, die eine Anlage zum Wasserstrahlschneiden in einem schematischen Blockschaltbild zeigt, wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

[0010] Die Anlage zum Wasserstrahlschneiden weist eine Hochdruckpumpe 1 mit drei Tauchkolben 2 auf, die über eine Kurbelwelle 3 von einem Servomotor 4 angetrieben werden. Das zum Schneiden eines Werkstücks benötigte Wasser wird aus einem Wasserbehälter 5 über eine an die Hochdruckpumpe 1 angeschlossene Saugleitung 6 entnommen und durch eine druckseitig an die Hochdruckpumpe 1 angeschlossene Hochdruckleitung 7 einem Schneidkopf 8 zugefördert. Dieser Schneidkopf 8 umfasst eine Reinwasserdüse 9 zur Erzeugung eines Wasserstrahls zum Schneiden des Werkstücks. Dem aus der Reinwasserdüse 9 austretenden Wasserstrahl können im Bedarfsfall Abrasive zugemischt werden, um die Schneidleistung zu erhöhen, wie dies durch den Pfeil 10 angedeutet ist. Der Reinwasserdüse 9 ist ein Schneidkopfventil 11 vorgeschaltet, über dessen Stelltrieb 12 der Schneidkopf 8 ein- und ausgeschaltet werden kann.

[0011] Zur Drehzahlregelung des Servomotors 4 wird der dem Servomotor 4 zugehörige Servoumrichter 13 über einen Drehzahlgeber 14 beaufschlagt. Die Ansteuerung des Servoumrichters 13 erfolgt durch einen Regler 15 mit einem Sollwertgeber 16 für den Druck in der Hochdruckleitung 7. Außerdem wird der Istwert des Drucks in der Hochdruckleitung 7 über einen an die Hochdruckleitung 7 angeschlossenen Istwertgeber 17 erfasst und an den Regler 15 weitergeleitet, sodass der Servoumrichter 13 in Abhängigkeit von der Soll-Istwertdifferenz des Drucks in der Hochdruckleitung 7 angesteuert werden kann.

[0012] Wird das Schneidkopfventil 11 über den Stelltrieb am Ende eines Schneidvorgangs geschlossen, so steigt der Druck in der Hochdruckleitung 7 schlagartig an, was zu einem Abschalten des Servomotors 4 über den Regler 15 führt, wobei der Druck in der Hochdruckleitung 7 aufrecht bleibt und folglich für den nachfolgenden Schneidvorgang wieder zur Verfügung steht.

[0013] Zum Einleiten des nachfolgenden Schneidvorgangs ist das Schneidkopfventil 11 über den Stelltrieb 12 wieder zu öffnen und zugleich der Servomotor 4 auf die dem Sollwert des Drucks in der Hochdruckleitung 7 zugehörige Pumpendrehzahl zu beschleunigen, und zwar innerhalb der Öffnungszeit für das Schneidkopfventil 11, was über eine gemeinsam mit der Ansteuerung des Stelltriebs 12 für das Schneidkopfventil 11 erfolgende Ansteuerung des Servoumrichters 13 ohne weiteres möglich ist. Dies bedeutet, dass der neue Schneidvorgang mit einem Förderdruck des Wassers in der Hochdruckleitung 7 begonnen werden kann, der zumindest angenähert dem Sollwert entspricht, sodass sich keine Änderungen im Schnittbild während des Schneidvorgangs ergeben.

[0014] Sind aufgrund der Schneidbedingungen eines nachfolgenden Schneidvorgangs die Sollwerte für den Druck in der Hochdruckleitung 7 zu verringern, so kann mit einer entsprechenden Sollwertvorgabe in der vorausgehenden Schneidpause der Druck in der Hochdruckleitung 7 über ein Druckminderungsventil 18 in einer an die Hochdruckleitung 7 angeschlossenen Rücklaufleitung 19 abgesenkt werden. Wird das Druckminderungsventil 18 nicht benötigt, so kann die Rücklaufleitung 19 über das Druckminderungsventil 18 gesperrt werden, wenn sein Stelltrieb 20 entsprechend angesteuert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Anlage zum Wasserstrahlschneiden mit einer mehrere Tauchkolben (2) aufweisenden, an einen Wasserbehälter (5) angeschlossenen Hochdruckpumpe (1) und mit einer an die Hochdruckpumpe (1) angeschlossenen Hochdruckleitung (7), die über ein Schneidkopfventil (11) an einen Schneidkopf (8) angeschlossen ist, wobei für den Schneidvorgang die Tauchkolben (2) der Hochdruckpumpe (1) über eine Kurbelwelle (3) von einem Antrieb zur Erzeugung eines Drucks in der Hochdruckleitung (7) angetrieben werden und das Schneidkopfventil (11) geöffnet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Ende des Schneidvorgangs die Hochdruckpumpe (1) während des Schließens des Schneidkopfventils (11) unter Aufrechterhaltung des Drucks in der Hochdruckleitung (8) durch einen Servomotor (4) des Antriebs über die Kurbelwelle (3) stillgesetzt und am Beginn des Schneidvorgangs während des Öffnens des Schneidkopfventils (11) durch den Servomotor (4) des Antriebs über die Kurbelwelle (3) wieder in Betrieb genommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in der Hochdruckleitung (7) vor dem Öffnen des Schneidkopfventils (11) auf einen vorgebbaren Wert absenkbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass die Hochdruckleitung (7) über ein einstellbares Druckminderungsventil (18) an eine Rücklaufleitung (19) angeschlossen ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck in der Hochdruckleitung (7) über das entsprechend dem vorgegebenen Wert einstellbare Druckminderungsventil (18) absenkbar ist.

5. Anlage zum Wasserstrahfschneiden mit einer Kurbelwelle (3), mit einem Antrieb, mit einer mehrere Tauchkolben (2) aufweisenden, an einen Wasserbehälter (5) angeschlossenen, antreibbaren Hochdruckpumpe (1), wobei die Tauchkolben (2) über die Kurbelwelle (3) vom Antrieb angetrieben werden, und mit einer an die Hochdruckpumpe (1) angeschlossenen Hochdruckleitung (7), die über ein Schneidkopfventil (11) an einen Schneidkopf (8) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb der Hochdruckpumpe (1) einen in Abhängigkeit von der Betätigung des Schneidkopfventils (11) schaltbaren, die Kurbelwelle (3) antreibenden Servomotor (4) mit einem Servoumrichter (13) umfasst und dass zur Ansteuerung des Servoumrichters (13) ein einerseits an einen Sollwertgeber (16) und anderseits an einen Istwertgeber (17) für den Druck in der Hochdruckleitung (7) angeschlossener Regler (15) vorgesehen ist, so dass am Ende des Schneidvorgangs die Hochdruckpumpe (1) während des Schließens des Schneidkopfventls (11) unter Aufrechterhaltung des Drucks in der Hochdruckleitung (8) durch den Servomotor (4) des Antriebs über die Kurbelwelle (3) stillgesetzt und am Beginn des Schneidvorgangs während des Öffnens des Schneidkopfventils (11) durch den Servomotor (4) des Antriebs über die Kurbelwelle (3) wieder in Betrieb genommen wird.

6. Anlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hochdruckleitung (7) über ein einstellbares Druckminderungsventil (18) an eine Rücklaufleitung (19) angeschlossen ist.

Claims

1. A method for operating an installation for water jet cutting, with a high-pressure pump (1) connected to a water container (5) and having a plurality of plungers (2), and with a high-pressure pipe (7) connected to the high-pressure pump (1), which is connected to a cutting head (8) via a cutting head valve (11), wherein for the cutting process the plungers (2) of the high-pressure pump (1) are driven via a crankshaft (3) by a drive for generating a pressure in the high-pressure pipe (7) and the cutting head valve (11) is opened, **characterised in that** at the end of the cutting process, the high-pressure pump (1) is stopped during the closing of the cutting head valve (11) while maintaining the pressure in the high-pressure pipe (8) by means of a servomotor (4) of the drive via the crankshaft (3), and at the beginning of the cutting process is restarted during the opening of the cutting head valve (11) by means of the servomotor (4) of the drive via the crankshaft (3).

2. The method according to claim 1, **characterised in that** the pressure in the high-pressure pipe (7) can be lowered to a pre-determined value before the opening of the cutting head valve (11).

3. The method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the high-pressure pipe (7) is connected to a return pipe (19) via an adjustable pressure-reducing valve (18).

4. The method according to claim 2 and 3, **characterised in that** the pressure in the high-pressure pipe (7) can be lowered via the pressure-reducing valve (18) adjustable according to the pre-determined value.

5. An installation for water jet cutting with a crankshaft (3), with a drive, with a drivable high-pressure pump (1) connected to a water container (5) and having a plurality of plungers (2), wherein the plungers (2) are driven by the drive via the crankshaft (3), and with a high-pressure pipe (7) connected to the high-pressure pump (1), which is closed via a cutting head valve (11) on a cutting head (8), **characterised in that** the drive of the high-pressure pump (1) comprises a servomotor (4) with a servo converter (13) driving the crankshaft (3), which can be switched in response to the actuation of the cutting head valve (11) and **in that**, to control the servo converter (13), a regulator (15) connected on the one hand to a set-point adjuster (16) and on the other hand to an actual value adjuster (17) is provided for the pressure in the high-pressure pipe (7), so that at the end of the cutting process the high-pressure pump (1) is stopped by the servomotor (4) of the drive via the crankshaft (3) during the closing of the cutting head valve (11) while maintaining the pressure in the high-pressure pipe (8) and at the beginning of the cutting process is restarted by the servomotor (4) of the drive via the crankshaft (3) during the opening of the cutting head valve (11).

6. The installation according to claim 5, **characterised in that** the high-pressure pipe (7) is connected to a return pipe (19) via an adjustable pressure-reducing valve (18).

Revendications

1. Procédé d'exploitation d'un dispositif de découpe par jet d'eau avec une pompe haute pression (1) comportant plusieurs pistons (2), raccordée à un réservoir d'eau (5) et une conduite haute pression (7) raccordée à la pompe haute pression (1), qui est raccordée à une tête de découpe (8) via une soupape de tête de découpe (11), où pour la découpe, les pistons (2) de la pompe haute pression (1) sont déplacés par un vilebrequin (3) d'un moteur pour produire une pression dans la conduite haute pression (7), et la soupape de tête de découpe (11) est ouverte, **caractérisé en ce qu'**on arrête la pompe haute pression (1) à la fin du processus de découpe pendant la fermeture de la soupape de tête de découpe (11), en maintenant la pression dans la tête de découpe (8) par un servomoteur (4) du moteur via le vilebrequin (3) et on la remet en marche au début du processus de découpe pendant l'ouverture de la tête de découpe (11) par le servomoteur (4) du moteur via le vilebrequin (3).

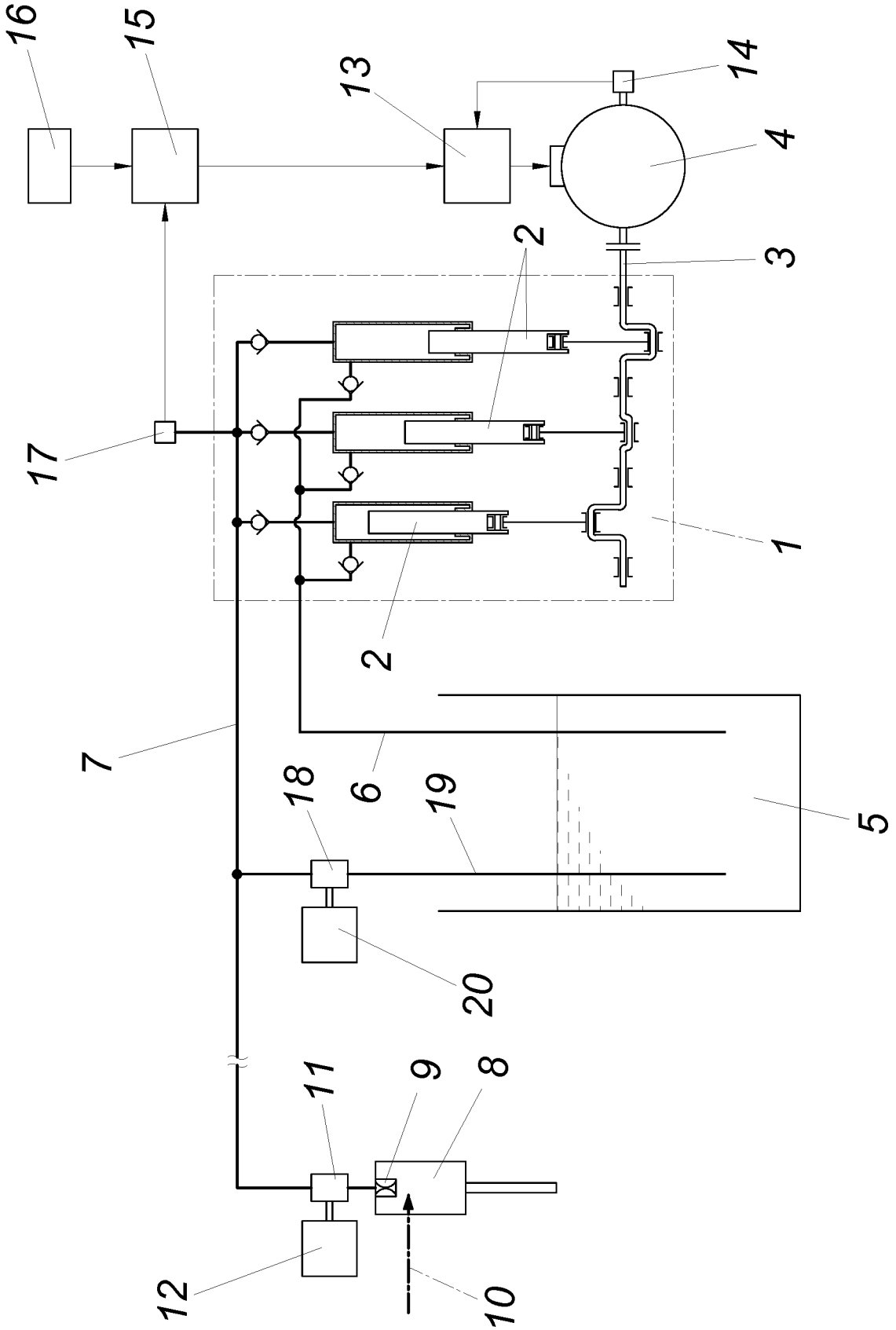
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**on peut diminuer la pression dans la conduite haute pression (7) avant l'ouverture de la tête de découpe (11) à une valeur prédéterminable.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la conduite haute pression (7) est raccordée à une conduite de retour (19) via une soupape de réduction de pression réglable (18).

4. Procédé selon la revendication 2 et 3, **caractérisé en ce qu'**on peut diminuer la pression dans la conduite haute pression (7) via la soupape de réduction de pression (18) réglable à la valeur prédéterminée correspondante.

5. Dispositif de découpe par jet d'eau avec un vilebrequin (3) avec un moteur, raccordé à une pompe haute pression (1) actionnable comportant plusieurs pistons (2), raccordée à un réservoir d'eau (5), les pistons (2) étant actionnées par le moteur via le vilebrequin (3), et avec une conduite haute pression (7) raccordée à la pompe haute pression (1), qui est raccordée à une tête de découpe (8) via une soupape de tête de découpe (11), **caractérisé en ce que** le moteur de la pompe haute pression (1) comprend un servomoteur (4) avec un servovariateur (13) entraînant le vilebrequin (3), actionnable en fonction de l'actionnement de la soupape de tête de découpe (11), et **en ce qu'**est prévu pour le contrôle du servovariateur (13) un régulateur raccordé d'une part à un générateur de valeur de consigne (16) et d'autre part à un générateur de valeur de mesure (17) pour la pression dans le régulateur (15) inclus dans la conduite haute pression (7), de sorte que la pompe haute pression (1) s'arrête à la fin du processus de découpe, pendant la fermeture de la soupape de tête de découpe (11), en maintenant la pression dans la tête de découpe (8) par un servomoteur (4) du moteur via le vilebrequin (3) et se remet en marche au début du processus de découpe pendant l'ouverture de la tête de découpe (11) par le servomoteur (4) du moteur via le vilebrequin (3).

6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la conduite haute pression (7) est raccordée à une conduite de retour (19) via une soupape de réduction de pression réglable (18).


16
15
13
14
4
2
3
17
1
2
7
6
18
19
5
20
11
9
8
12
10