

(19)



(11)

EP 2 956 250 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.12.2022 Patentblatt 2022/49

(21) Anmeldenummer: **14705081.9**

(22) Anmeldetag: **07.02.2014**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21B 45/02^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21B 45/0218

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/052388

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/124868 (21.08.2014 Gazette 2014/34)

(54) **KÜHLSTRECKE MIT POWER COOLING UND LAMINARKÜHLUNG**

COOLING SECTION WITH POWER COOLING AND LAMINAR COOLING

TUNNEL DE REFROIDISSEMENT AVEC POWER COOLING ET REFROIDISSEMENT À FLUX LAMINAIRE

(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: **15.02.2013 EP 13155337**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.12.2015 Patentblatt 2015/52

(73) Patentinhaber: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **CHEN, Jian**
A-4502 St. Marien (AT)
• **EHGARTNER, Sieglinde**
A-4020 Linz (AT)

- **KARL, Reinhard**
3400 Klosterneuburg (AT)
- **OPITZ, Erich**
A-7123 Mönchhof (AT)
- **PÖSCHL, Florian**
A-4040 Linz (AT)
- **SEILINGER, Alois**
A-4040 Linz (AT)
- **TRICKL, Thomas**
A-5321 Koppl (AT)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2014/032838 DE-A1- 19 854 675
US-A- 3 423 254 US-A- 4 720 310

EP 2 956 250 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke für ein flaches Walzgut,

- wobei das flache Walzgut durch einen Wirkbereich einer Anzahl von Spritzbalken geführt wird,
- wobei den Spritzbalken über eine Pumpe und ein Zuleitungssystem aus einem Reservoir ein flüssiges Kühlmittel zugeführt wird,
- wobei Öffnungsstellungen von den Spritzbalken innerhalb des Zuleitungssystems vorgeordneten Ventilen von einer Steuereinrichtung entsprechend eines mittels des jeweiligen Spritzbalkens auf das flache Walzgut aufzubringenden jeweiligen Teilflusses eingestellt werden.

[0002] Die oben genannten Gegenstände sind allgemein bekannt.

[0003] Aus der DE 198 54 675 A1 ist ein Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke für ein flaches Walzgut bekannt, wobei das flache Walzgut durch einen Wirkbereich einer Anzahl von Spritzbalken geführt wird. Den Spritzbalken wird über eine Pumpe und ein Zuleitungssystem aus einem Reservoir ein flüssiges Kühlmittel zugeführt. Die DE 198 54 675 A1 zeigt die Merkmale des Oberbegriffs von Anspruch 1.

[0004] Aus der US 3 423 254 A ist ein Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke für ein flaches Walzgut bekannt, wobei das flache Walzgut durch einen Wirkbereich einer Anzahl von Spritzbalken geführt wird. Den Spritzbalken wird über eine Pumpe und ein Zuleitungssystem aus einem Reservoir ein flüssiges Kühlmittel zugeführt.

[0005] Aus der US 4 720 310 A ist ein Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke für ein flaches Walzgut bekannt, wobei das flache Walzgut durch einen Wirkbereich einer Anzahl von Spritzbalken geführt wird. Oberen und unteren Rollen wird über eine jeweilige Pumpe und ein Zuleitungssystem aus einem Reservoir ein flüssiges Kühlmittel zugeführt. Ventile sind im Zuleitungssystem nicht vorhanden. Eine jeweilige Förderleistung der jeweiligen Pumpe wird eingestellt.

[0006] In der WO 2014/032 838 A1 ist eine Kühlstrecke zum Kühlen von Metallband beschrieben. Die Kühlstrecke weist mehrere Spritzbalken auf, die über eine Pumpe und ein Zuleitungssystem aus einem Reservoir mit flüssigem Kühlmittel versorgt werden. In der Betriebsart Power Cooling arbeitet die Pumpe. In der Betriebsart Laminarkühlung wird der Kühlmittelstrom um die Pumpe herum geführt.

[0007] Im Stand der Technik erfolgt oftmals eine so genannte Laminarkühlung. Bei einer Laminarkühlung weist die Kühlstrecke eine Anzahl von Spritzbalken auf, mittels derer das flüssige Kühlmittel entweder nur von oben oder sowohl von oben als auch von unten auf das flache Walzgut aufgebracht wird.

[0008] Neuerdings ist auch ein so genanntes Power Cooling bekannt. Power Cooling - das heißt das intensive

Kühlen von warmem Walzgut - ist eine neuartige Kühlmethode zum Kühlen eines Walzguts beim Warmwalzen oder unmittelbar danach. Sie dient dazu, die Mikrostruktur und damit die mechanischen Eigenschaften des Endprodukts gezielt einzustellen. Insbesondere sogenannte AHSS (= advanced high strength steels) erfordern immer mehr Kühlungsintensität und Kühlungsflexibilität. Diese Anforderungen werden durch Power Cooling erfüllt. Beim Power Cooling werden mittels der Spritzbalken deutlich größere Volumenströme an flüssigem Kühlmittel auf das flache Walzgut aufgebracht als bei einer Laminarkühlung.

[0009] Wenn mittels einer Kühlstrecke, die für ein Power Cooling ausgelegt ist, eine Laminarkühlung bewirkt werden soll, dürfen nicht einfach die den Spritzbalken vorgeordneten Ventile vollständig geöffnet und geschlossen werden. Denn dies hätte zur Folge, dass die große Menge an flüssigem Kühlmittel, die für ein Power Cooling benötigt wird, auf das flache Walzgut aufgebracht wird. Es ist also erforderlich, mittels des jeweiligen Spritzbalkens eine deutlich geringere Menge an flüssigem Kühlmittel auf das flache Walzgut aufzubringen.

[0010] Im Stand der Technik ist bekannt, zwei getrennte Zuleitungssysteme vorzusehen, denen jeweils eine eigene Pumpe zugeordnet ist. Soll ein Power Cooling realisiert werden, erfolgt die Zuführung an flüssigem Kühlmittel zu den Spritzbalken über das eine Zuleitungssystem, soll eine Laminarkühlung realisiert werden, erfolgt die Zuführung an flüssigem Kühlmittel zu den Spritzbalken über das andere Zuleitungssystem. Hierbei ist es alternativ möglich, dass in den Zuleitungssystemen für den jeweiligen Spritzbalken jeweils ein eigenes Ventil angeordnet ist und die Vereinigung der Zuleitungssysteme erst nach den jeweiligen Ventilen erfolgt. Alternativ kann die Vereinigung der Zuleitungssysteme vor dem jeweiligen Ventil erfolgen. In diesem Fall sind die Zuleitungssysteme - beispielsweise mittels Absperrventilen - gegeneinander verriegelt.

[0011] Es wäre wünschenswert, die Spritzbalken über ein einziges Zuleitungssystem mit dem flüssigen Kühlmittel versorgen zu können. Dies scheitert in der Praxis jedoch daran, dass für die Realisierung des Power Cooling ein relativ hoher Leitungsdruck erforderlich ist und das das jeweilige Ventil durchströmende flüssige Kühlmittel kavitiert, wenn der das jeweilige Ventil durchströmende Teilfluss an flüssigem Kühlmittel auf einen so niedrigen Wert eingestellt wird, wie er für eine Laminarkühlung erforderlich ist.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, die Spritzbalken über ein einziges Zuleitungssystem mit dem flüssigen Kühlmittel zu versorgen und dennoch sowohl ein Power Cooling als auch eine Laminarkühlung realisieren zu können.

[0013] Die Aufgabe wird durch ein Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird ein Betriebsverfahren der eingangs genannten Art dadurch weiter ausgebildet, dass der Steuerein-

richtung ein mittels der Spritzbalken in ihrer Gesamtheit auf das flache Walzgut aufzubringender Gesamtfluss bekannt ist oder der Gesamtfluss von der Steuereinrichtung anhand der Teilflüsse selbsttätig ermittelt wird und dass eine Förderleistung der Pumpe und/oder ein mittels der Pumpe im Zuleitungssystem generierter Leitungsdruck von der Steuereinrichtung entsprechend des Gesamtflusses eingestellt wird. Aufgrund der entsprechenden Ansteuerung der Pumpe durch die Steuereinrichtung wird der Leitungsdruck zwischen einem Minimalwert und einem Maximalwert eingestellt. Weiterhin sind die Öffnungsstellungen der Ventile zwischen einer jeweiligen vollständig geschlossenen Stellung und einer jeweiligen vollständig geöffneten Stellung stufenlos oder in mehreren Stufen einstellbar. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung ist es problemlos hinnehmbar, dass in dem Fall, dass der Leitungsdruck den Maximalwert aufweist, mindestens eine jeweilige Öffnungsstellung der Ventile existiert, bei welcher das das jeweilige Ventil durchströmende flüssige Kühlmittel kavitiert. Denn aufgrund der entsprechenden Ansteuerung der Pumpe herrscht in dem Fall, dass eine Laminarkühlung realisiert werden soll, im Zuleitungssystem ein Leitungsdruck, der deutlich niedriger als der Maximalwert ist. Das entsprechende Ventil kann daher wegen des relativ niedrigen Leitungsdruckes relativ weit geöffnet werden, so dass kein Kavittieren mehr zu befürchten ist.

[0014] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen in schematischer Darstellung:

FIG 1 eine Kühlstrecke von der Seite,
 FIG 2 Kennlinien und
 FIG 3 ein Ventil im Schnitt.

[0015] Gemäß FIG 1 weist eine Kühlstrecke für ein flaches Walzgut 1 einen Wirkbereich 2 auf, durch den das flache Walzgut 1 geführt wird. Im Wirkbereich 2 ist eine Anzahl von Spritzbalken 3i (i = 1, 2, 3,...) angeordnet. Mittels der Spritzbalken 3i ist der Wirkbereich 2 mit einem flüssigen Kühlmittel 4 beaufschlagbar. Das flüssige Kühlmittel 4 wird den Spritzbalken 3i über eine Pumpe 5 und ein Zuleitungssystem 6 aus einem Reservoir 7 für das flüssige Kühlmittel 4 zugeführt. Meist sind entsprechend der Darstellung in FIG 1 die Spritzbalken 3i sowohl oberhalb als auch unterhalb einer Passline 8 angeordnet, so dass das flüssige Kühlmittel 4 mittels der Spritzbalken 3i sowohl von oben als auch von unten auf das flache Walzgut 1 aufgebracht wird. In manchen Fällen kann es jedoch ausreichen, wenn die Spritzbalken 3i ausschließlich oberhalb der Passline 8 angeordnet sind.

[0016] Innerhalb des Zuleitungssystems 6 sind den Spritzbalken 3i Ventile 9i vorgeordnet. Die Ventile 9i - genauer: deren Öffnungsstellungen si - sind von einer

Steuereinrichtung 10 einstellbar. Die Ventile 9i werden von der Steuereinrichtung 10 derart angesteuert, dass die Öffnungsstellungen si der Ventile 9i entsprechend eines jeweiligen Teilflusses fi eingestellt werden, der mittels des jeweiligen Spritzbalkens 3i auf das flache Walzgut 1 aufgebracht werden soll. Weiterhin wird von der Steuereinrichtung eine Förderleistung M der Pumpe 5 entsprechend eines Gesamtflusses F eingestellt, der mittels der Spritzbalken 3i in ihrer Gesamtheit auf das flache Walzgut 1 aufgebracht werden soll. Alternativ zur Förderleistung M kann durch eine dem Gesamtfluss F entsprechende Ansteuerung der Pumpe 5 ein Leitungsdruck p eingestellt werden, der mittels der Pumpe 5 im Zuleitungssystem 6 generiert wird. Der Gesamtfluss F kann von der Steuereinrichtung 10 selbsttätig direkt durch Aufsummieren der Teilflüsse fi ermittelt werden.

[0017] Die Steuereinrichtung 10 ist in der Regel als softwareprogrammierbare Steuereinrichtung ausgebildet. Dies ist in FIG 1 dadurch angedeutet, dass in der Steuereinrichtung 10 das Kürzel "µP" für Mikroprozessor angegeben ist. In diesem Fall ist die Steuereinrichtung 10 mit einem Computerprogramm 11 programmiert. Das Computerprogramm 11 umfasst Maschinencode 12, der von der Steuereinrichtung 10 unmittelbar ausführbar ist. Die Ausführung des Maschinencodes 12 durch die Steuereinrichtung 10 bewirkt in diesem Fall die entsprechende Ausbildung und Betriebsweise der Steuereinrichtung 10.

[0018] Durch entsprechende Ansteuerung der Pumpe 5 von Seiten der Steuereinrichtung 10 kann der Leitungsdruck p im Zuleitungssystem 6 zwischen einem Minimalwert pmin und einem Maximalwert pmax eingestellt werden. Weiterhin können durch entsprechende Ansteuerung der Ventile 9i von Seiten der Steuereinrichtung 10 deren Öffnungsstellungen si zwischen einer jeweiligen vollständig geschlossenen Stellung si0 und einer jeweiligen vollständig geöffneten Stellung si1 eingestellt werden. Die Einstellung der Öffnungsstellungen si ist gemäß FIG 2 stufenlos möglich. Alternativ könnte eine Einstellung in mehreren Stufen realisiert sein. Mit jeder Öffnungsstellung si der Ventile 9i korrespondiert ein jeweiliger Teilfluss fi. Der Teilfluss fi ist gemäß FIG 2 zusätzlich auch vom Leitungsdruck p abhängig.

[0019] In dem Fall, dass der Leitungsdruck p den Maximalwert pmax aufweist, existiert gemäß FIG 2 mindestens eine jeweilige Öffnungsstellung si der Ventile 9i, bei welcher das das jeweilige Ventil 9i durchströmende flüssige Kühlmittel 4 kavitiert, d.h. es bilden sich in dem das jeweilige Ventil 9i durchströmenden flüssigen Kühlmittel 4 in Strömungsrichtung gesehen hinter dem jeweiligen Ventil 9i Bläschen.

[0020] Dieser - als solcher nachteilige und unerwünschte - Effekt kann im Rahmen der vorliegenden Erfindung ohne weiteres hingenommen werden, weil im Rahmen der vorliegenden Erfindung zur Erzielung eines bestimmten Teilflusses fi nicht nur die Öffnungsstellung si des entsprechenden Ventils 9i variiert werden kann, sondern auch die Fördermenge M der Pumpe 5 und/

oder der Leitungsdruck, den die Pumpe 5 im Zuleitungssystem 6 generiert, variiert werden kann.

[0021] Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf den Fall, dass der Leitungsdruck p den Maximalwert p_{\max} aufweist. Gemäß FIG 2 weist das jeweilige Ventil $9i$ durchströmende Kühlmittel 4 bei der jeweiligen vollständig geöffneten Stellung $si1$ einen jeweiligen Maximalfluss $fi1$ auf. Bei derjenigen jeweiligen Öffnungsstellung si , bei welcher das jeweilige Ventil $9i$ durchströmende flüssige Kühlmittel 4 kavitiert, weist das flüssige Kühlmittel einen niedrigeren Teilfluss fiK auf, nachfolgend als Kavitierfluss fiK bezeichnet. Das Verhältnis des jeweiligen Maximalflusses $fi1$ zum jeweiligen Kavitierfluss fiK liegt in der Regel maximal bei 5:1 liegt. Es kann auch bei einem kleineren Wert liegen, beispielsweise bei 3:1 oder 2:1.

[0022] Aufgrund des Umstands, dass durch eine entsprechende Verringerung der Förderleistung M und/oder eine entsprechende Verringerung des Leitungsdruckes p das Kavitieren vermieden werden kann, ist es gemäß FIG 3 ohne weiteres möglich, dass die Ventile $9i$ als Drosselklappen ausgebildet sind.

[0023] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere kann auf einfache Weise im Betrieb als Laminarkühlung ein Kavitieren vermieden werden. Weiterhin ist ohne Weiteres ein Nachrüsten bestehender Power Cooling-Anlagen möglich. Es müssen lediglich die Steuereinrichtung 10 ausgetauscht oder umprogrammiert werden und die Pumpe 5 entsprechend ertüchtigt werden.

[0024] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0025]

1	flaches Walzgut
2	Wirkbereich
3i	Spritzbalken
4	Kühlmittel
5	Pumpe
6	Zuleitungssystem
7	Reservoir
8	Passline
9i	Ventile
10	Steuereinrichtung
11	Computerprogramm
12	Maschinencode
F	Gesamtfluss
fi	Teilflüsse
fiK	Kavitierfluss
fi1	Maximalfluss
M	Förderleistung

p	Leitungsdruck
p_{\min}	Minimalwert
p_{\max}	Maximalwert
si	Öffnungsstellungen
5 $si0$	vollständig geschlossene Stellungen
$si1$	vollständig geöffnete Stellungen

Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für eine Kühlstrecke für ein flaches Walzgut (1),

- wobei das flache Walzgut (1) durch einen Wirkbereich (2) einer Anzahl von Spritzbalken (3i) geführt wird,

- wobei den Spritzbalken (3i) über eine Pumpe (5) und ein Zuleitungssystem (6) aus einem Reservoir (7) ein flüssiges Kühlmittel (4) zugeführt wird,

- wobei Öffnungsstellungen (si) von den Spritzbalken (3i) innerhalb des Zuleitungssystems (6) vorgeordneten Ventilen (9i) von einer Steuereinrichtung (10) entsprechend eines mittels des jeweiligen Spritzbalkens (3i) auf das flache Walzgut (1) aufzubringenden jeweiligen Teilflusses (fi) eingestellt werden,

- wobei der Steuereinrichtung (10) ein mittels der Spritzbalken (3i) in ihrer Gesamtheit auf das flache Walzgut (1) aufzubringender Gesamtfluss (F) bekannt ist oder der Gesamtfluss (F) von der Steuereinrichtung (10) anhand der Teilflüsse (fi) selbsttätig ermittelt wird,

- wobei eine Förderleistung (M) der Pumpe (5) und ein mittels der Pumpe (5) im Zuleitungssystem (6) generierter Leitungsdruck (p) von der Steuereinrichtung (10) entsprechend des Gesamtflusses (F) eingestellt wird,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** der Leitungsdruck (p) zwischen einem Minimalwert (p_{\min}) und einem Maximalwert (p_{\max}) eingestellt wird,

- **dass** die Öffnungsstellungen (si) der Ventile (9i) zwischen einer jeweiligen vollständig geschlossenen Stellung ($si0$) und einer jeweiligen vollständig geöffneten Stellung ($si1$) stufenlos oder in mehreren Stufen eingestellt werden,

- **dass** in dem Fall, dass der Leitungsdruck (p) den Maximalwert (p_{\max}) aufweist, mindestens eine jeweilige Öffnungsstellung (si) der Ventile (9i) existiert, bei welcher das jeweilige Ventil (9i) durchströmende flüssige Kühlmittel (4) kavitiert, und

- **dass** in dem Fall, dass eine Laminarkühlung realisiert wird, im Zuleitungssystem (6) ein Leitungsdruck (p) eingestellt wird, der deutlich

niedriger als der Maximalwert (p_{max}) ist und die Öffnungsstellungen (s_i) der Ventile (9i) so eingestellt werden, dass kein Kavitieren auftritt.

Claims

1. Operating method for a cooling section for a flat rolling stock (1),

- wherein the flat rolling stock (1) is guided through an active region (2) of a number of spray bars (3i),
- wherein a liquid coolant (4) is fed via a pump (5) and a feed-line system (6) from a reservoir (7) to the spray bars (3i),
- wherein opening positions (s_i) of valves (9i) arranged upstream of the spray bars (3i) within the feed-line system (6) are set by a control device (10) according to a respective partial flow (f_i) to be applied to the flat rolling stock (1) by means of the respective spray bar (3i),
- wherein a total flow (F) to be applied to the flat rolling stock (1) by means of the spray bars (3i) as a whole is known to the control device (10), or the total flow (F) is automatically ascertained by the control device (10) by way of the partial flows (f_i),
- wherein a delivery power (M) of the pump (5) and a line pressure (p) generated in the feed-line system (6) by means of the pump (5) are set by the control device (10) according to the total flow (F),

characterized

- **in that** the line pressure (p) is set between a minimum value (p_{min}) and a maximum value (p_{max}),
- **in that** the opening positions (s_i) of the valves (9i) are set in a continuously variable manner, or in multiple steps, between a respective fully closed position (s_{i0}) and a respective fully open position (s_{i1}),
- **in that**, in the case in which the line pressure (p) is at the maximum value (p_{max}), there exists at least one respective opening position (s_i) of the valves (9i) for which the liquid coolant (4) flowing through the respective valve (9i) cavitates, and
- **in that**, in the case in which laminar cooling is realized, a line pressure (p) which is significantly lower than the maximum value (p_{max}) is set in the feed-line system (6) and the opening positions (s_i) of the valves (9i) are set in such a way that no cavitation occurs.

Revendications

1. Procédé d'exploitation destiné à un tronçon de refroidissement pour un produit de laminage plat (1) :

- dans lequel le produit de laminage plat (1) est guidé à travers une zone de travail (2) d'un certain nombre de rampes de pulvérisation (3i) ;
- dans lequel un agent de refroidissement liquide (4) est acheminé aux rampes de pulvérisation (3i) par l'intermédiaire d'une pompe (5) et d'un système d'approvisionnement (6) à partir d'un réservoir (7) ;
- dans lequel on règle des positions d'ouverture (s_i) de soupapes (9i) qui sont montées en amont par rapport aux rampes de pulvérisation (3i) au sein du système d'approvisionnement (6), à partir d'un mécanisme de commande (10) de manière correspondante à un courant partiel respectif (f_i) qui doit être appliqué en faisant appel à la rampe de pulvérisation respective (3i) sur le produit de laminage plat (1) ;
- dans lequel un courant total (F) qui doit être appliqué au moyen des rampes de pulvérisation (3i), dans sa totalité, sur le produit de laminage plat (1) est connu du mécanisme de commande (10) ou bien le courant total (F) est déterminé de manière automatique par le mécanisme de commande (10) sur base des courants partiels (f_i) ;
- dans lequel on règle un refoulement (M) de la pompe (5) et une pression de ligne (p) générée dans le système d'approvisionnement (6) en faisant appel à la pompe (5) à partir du mécanisme de commande (10) en fonction du courant total (F) ;

caractérisé en ce que :

- on règle la pression de ligne (p) entre une valeur minimale (p_{min}) et une valeur maximale (p_{max}) ;
- on règle, de manière progressive ou en plusieurs étapes, les positions d'ouverture (s_i) des soupapes (9i) entre une position respective complètement fermée (s_{i0}) et une position respective complètement ouverte (s_{i1}) ;
- dans le cas où la pression de ligne (p) présente la valeur maximale (p_{max}), on se trouve en présence d'au moins une position d'ouverture respective (s_i) des soupapes (9i) dans laquelle l'agent de refroidissement liquide (4) qui traverse la soupape respective (9i) engendre une cavitation ;
- dans le cas où un refroidissement laminaire est mis en place, on règle, dans le système d'approvisionnement (6), une pression de ligne (p) qui est nettement inférieure à la valeur maximale

(p_{\max}) et on règle les positions d'ouverture (si) des soupapes (9i) d'une manière telle que l'on exclut toute cavitation.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

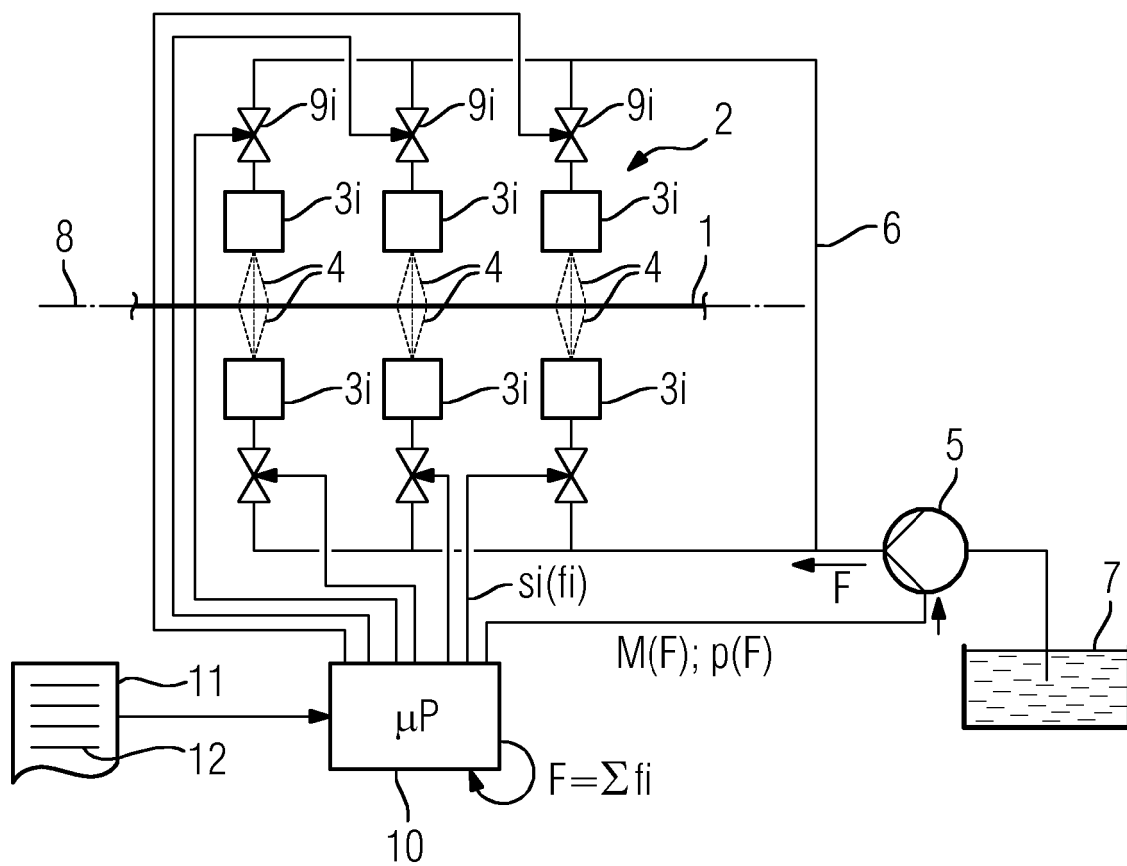


FIG 2

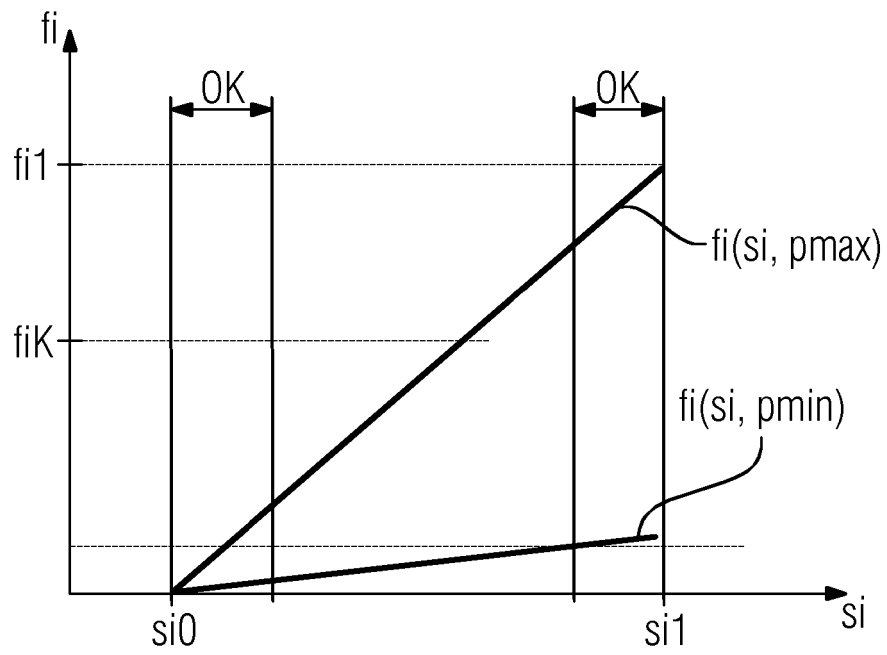
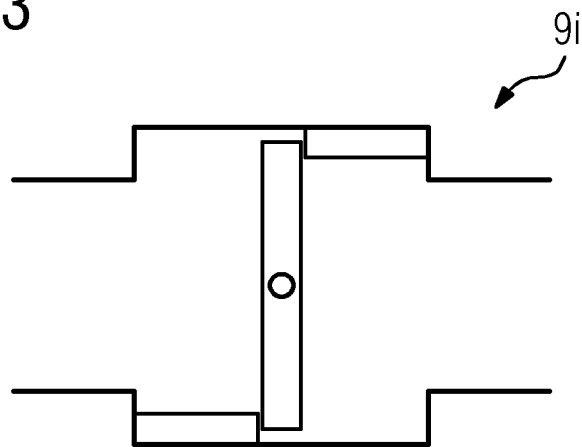


FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19854675 A1 [0003]
- US 3423254 A [0004]
- US 4720310 A [0005]
- WO 2014032838 A1 [0006]