

(19)



(11)

EP 2 672 081 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.12.2013 Patentblatt 2013/50

(51) Int Cl.:
F01K 13/00 (2006.01) F16K 11/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13169518.1**

(22) Anmeldetag: **28.05.2013**

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

(72) Erfinder:
• **Ganser, Jürgen**
91301 Forchheim (DE)
• **Moosandl, Harald**
91792 Ellingen (DE)

(30) Priorität: **05.06.2012 DE 102012209480**

(74) Vertreter: **Rau, Schneck & Hübner**
Patentanwälte - Rechtsanwälte
Königstraße 2
90402 Nürnberg (DE)

(71) Anmelder: **Envi Con & Plant Engineering GmbH**
90402 Nürnberg (DE)

(54) Hochdruck-Pumpsystem zur Förderung heißer Medien

(57) Ein Hochdruck-Pumpsystem zur Förderung heißer Medien, umfasst einen Vorlagebehälter (1) zur Bevorratung eines heißen Mediums, und eine Hochdruckpumpe (6) für das heiße Medium, die in einer Hauptleitung (4) zwischen dem Vorlagebehälter (1) und einem mit dem heißen Medium zu versorgenden Prozess angeordnet ist. Ein gesondertes Temperierpumpensystem (8) mit mindestens einer Warm- und Kaltfahrpumpe (11.1, 11.2) in einem Temperierleitungs-
zweig (9) ist zwischen dem Vorlagebehälter (1) und der Hochdruckpumpe (6) vorgesehen, mit welchem Temperierpumpensystem (8) die Hochdruckpumpe (6) mit einem Temperiermedium zum Warm- oder Kaltfahren der Hochdruckpumpe (6) beaufschlagbar ist.

mit mindestens einer Warm- und Kaltfahrpumpe (11.1, 11.2) in einem Temperierleitungs-
zweig (9) ist zwischen dem Vorlagebehälter (1) und der Hochdruckpumpe (6) vorgesehen, mit welchem Temperierpumpensystem (8) die Hochdruckpumpe (6) mit einem Temperiermedium zum Warm- oder Kaltfahren der Hochdruckpumpe (6) beaufschlagbar ist.

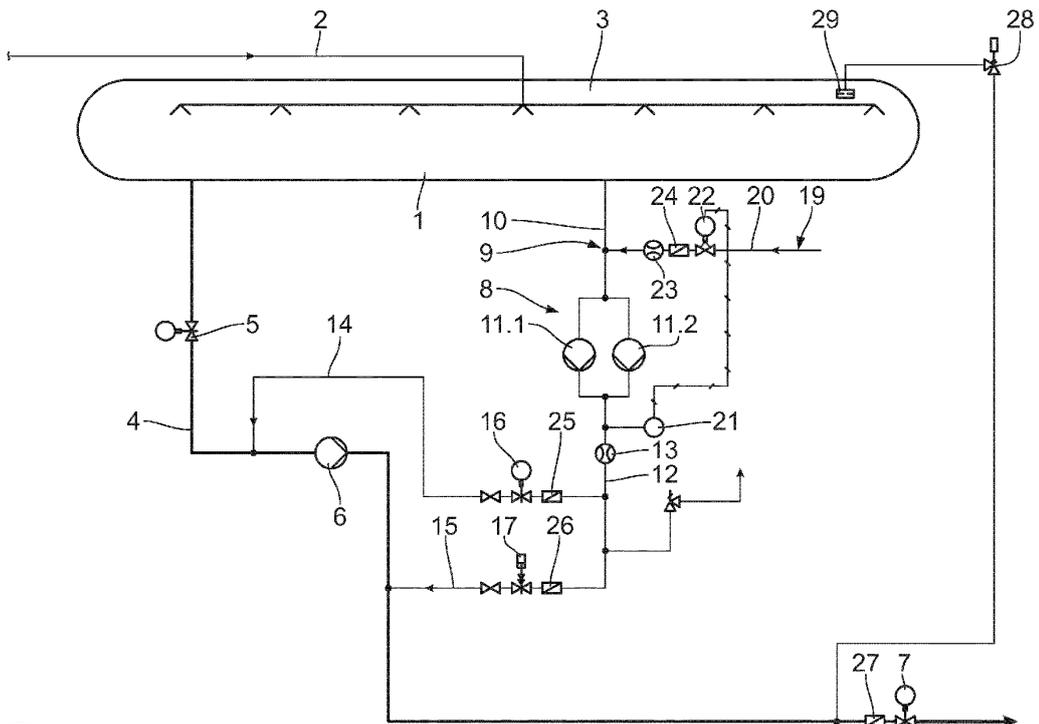


Fig. 1

EP 2 672 081 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hochdruck-Pumpsystem zur Förderung heißer Medien mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

[0002] Ein derartiges Hochdruck-Pumpsystem, wie es im Anlagen- und Kraftwerkbau zum Einsatz kommt, umfasst als Grundkomponenten einen Vorlagebehälter zur Bevorratung eines heißen Mediums, wie beispielsweise Heißwasser, sowie eine Hochdruckpumpe für dieses heiße Medium, die in einer Hauptleitung zwischen dem Vorlagebehälter und einem mit dem heißen Medium zu versorgenden Prozess angeordnet ist.

[0003] Zum Hintergrund der Erfindung ist festzuhalten, dass Hochdruckpumpen, die z.B. im Wasser-Dampf-Kreislauf von Kraftwerken zum Einsatz kommen, meist aus dickwandigen Bauteilen gefertigt sind. Insbesondere zur Wirkungsgradoptimierung und aufgrund der gesteigerten Anlagengrößen sind in den letzten Jahren die üblichen Prozessparameter, nämlich Druck und Temperatur angehoben worden. Dies führt zu größeren Wanddicken der Pumpenbauteile.

[0004] Diese Bauteile erfordern nun häufig eine schonendes Anwärmen und Abkühlen, sodass ein Versagen des Pumpenaggregates beispielsweise durch das Festlaufen seines Läufers in Folge von Verformungen innerhalb des Aggregates oder Ermüdungserscheinungen durch Spannungsüberschreitungen vermieden wird. Auch wirkt sich ein solches schonendes Temperieren des Pumpenaggregates vorteilhaft auf dessen Lebensdauer aus. Kritische Anlagenzustände, die demgegenüber für eine übermäßige Verkürzung der Standzeit sorgen können, treten insbesondere dann auf, wenn die Pumpe vor dem Anfahren kalt ist und mit heißem Fördermedium beaufschlagt werden soll. Ein anderer Fall ist der Abfahrprozess der Pumpe, die noch mit heißem Medium gefüllt ist. Dabei erfolgt eine Druckabsenkung im Vorlagebehälter, was zum spontanen Sieden des Pumpeninhaltes führen kann.

[0005] Zur Lösung der vorstehenden Problematik sind für Großkraftwerke Warm- und Kaltfahreinrichtungen bekannt, die durch Öffnen einer Armatur auf der Druckseite der Pumpe Medium in einen Entspanner abführen. Dabei entsteht eine Durchströmung der Pumpe in Richtung des Entspanners. Die Durchströmung ist jedoch vom Druck im Vorlagebehälter abhängig. Es wird nun kaltes Kondensat zur Temperaturregelung direkt in die Hauptleitung der Pumpe aufgegeben. Eine definierte Mischung des kalten Kondensates in der Hauptleitung ist dabei jedoch nicht gegeben, da die Dimensionen der Hauptleitung groß gegenüber dem zugeführten Massenstrom an Medium zum Temperieren sind.

[0006] Ausgehend von der geschilderten Problematik des Standes der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Hochdruck-Pumpsystem zur Förderung heißer Medien so zu verbessern, dass die Pumpe vor kritischen Anlagenzuständen wirkungsvoll geschützt wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichnungsteil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst, wonach ein gesondertes Temperierpumpsystem mit mindestens einer Warm- und Kaltfahrpumpe in einem Temperierleitungszweig zwischen dem Vorlagebehälter und der Hochdruckpumpe vorgesehen ist. Mit diesem Temperierpumpsystem kann die Hochdruckpumpe mit einem Temperiermedium zum Warm- oder Kaltfahren der Hochdruckpumpe beaufschlagt werden.

[0008] Die Erfindung ist also dadurch charakterisiert, dass die als separate Warm- und Kaltfahrpumpe fungierende Pumpe eine Zwangsdurchströmung der warm- bzw. kaltzufahrenden Pumpe mit einem entsprechend temperierten Medium erzeugt. Dabei kann das Temperiermedium definiert durch eine Mischung von kaltem und heißem Medium entsprechend temperiert werden. Dabei bleibt das Medium zum Kalt- und Warmfahren der Pumpe im System erhalten und muss nicht abgeführt werden.

[0009] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Hochdruck-Pumpsystems angegeben. So kann eine Zuflussleitung für ein kaltes Medium im Temperierleitungszweig vorgesehen sein, die vorzugsweise mit einer Zuflussregelung zum definierten Zumischen von kaltem Medium in das heiße Medium im Temperierleitungszweig versehen ist. Damit kann das Temperiermedium in seiner Temperatur optimal an den Warm- bzw. Kaltfahrprozess angepasst werden.

[0010] Bei der vorzugsweise vorgesehenen Verwendung zweier parallel geschalteter Warm- und Kaltfahrpumpen im Temperierleitungszweig ist eine Redundanz geschaffen, die für eine besondere Zuverlässigkeit des Temperierpumpsystems sorgt.

[0011] Durch die beiden ferner vorgesehenen Leitungszweige, die im Temperierleitungszweig strömungsabwärts der mindestens einen Warm- und Kaltfahrpumpe strömungsaufwärts und strömungsabwärts der Hochdruckpumpe mit der Hauptleitung in Verbindung stehen, kann eine Durchströmung der Hochdruckpumpe in Vorwärts- und Rückwärts-Richtung realisiert werden. Damit ist der Kalt- und Warmfahrprozess der Pumpe wiederum optimal an die herrschenden Bedingungen im Hochdruck-Pumpsystem anpassbar.

[0012] Bei Hochdruck-Pumpsystemen, bei denen vor die Hochdruckpumpe in der Hauptleitung eine Vorpumpe gesetzt ist, mündet ein Temperierleitungszweig vorzugsweise zwischen Vor- und Hauptpumpe. Dadurch können Verzögerungen bei der Beaufschlagung der kritischeren Hochdruckpumpe mit Temperiermedium vermieden werden.

[0013] Zusammenfassend ergeben sich durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Hochdruck-Pumpsystems vielerlei Vorteile:

- Es ist eine definierte Umwälzung und genauere Regelung des Temperiermediums zum Warm- und Kaltfahren der Hochdruckpumpe erreichbar.
- Die definierte Mischung des Mediums zum Warm-

und Kaltfahren erfolgt durch eine externe Mischung außerhalb der Hauptleitungen des Systems.

- Es wird ein konstanter und großer Volumenstrom an Temperiermedien ohne Wasserverlust im System erzeugt.
- Der große Volumenstrom am Temperiermedium vermeidet eine Schichtungsbildung innerhalb des Pumpengehäuses.
- Die Verfügbarkeit der Hochdruckpumpe wird insgesamt verbessert.
- Desgleichen erhöht sich die Lebensdauer dieser Pumpe erheblich.

[0014] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipdiagramm eines Hochdruck-Pumpsystems mit ge sonderem Temperierdrucksystem in einer ersten Ausführungsform, und

Fig. 2 ein Prinzipdiagramm eines solchen Systems in einer zweiten Ausführungsform.

[0015] Das in Fig. 1 gezeigte Hochdruck-Pumpsystem zur Förderung heißer Medien, wie beispielsweise Wasser mit einer Temperatur von 130° C und einem Druck von 2,7 bar umfasst einen Vorlagebehälter 1, in dem das heiße Medium beispielsweise für den Wasser-Dampf-Kreislauf von Kraftwerken bevorratet wird. Als Prozess läuft in diesem Falle die Dampferzeugung durch die thermische Energiequelle des Kraftwerks und die Beschickung einer Dampfturbine zum Antreiben eines Generators. Von diesem Prozess ist in Fig. 1 die Rückführleitung 2 gezeigt, über die der von der Dampfturbine herangeführte Dampf über eine Dampfeinspeisung 3 in den Vorlagebehälter 1 eingebracht wird.

[0016] Vom Vorlagebehälter 1 führt eine als Ganzes mit 4 bezeichnete, in der Zeichnung verstärkt dargestellte Hauptleitung über eine Absperrarmatur 5, eine Hochdruckpumpe 6 zur Förderung des heißen Mediums und eine weitere Absperrarmatur 7 wieder zum Prozess.

[0017] Zwischen dem Vorlagebehälter 1 und der Hauptleitung 4 ist ein als Ganzes mit 8 bezeichnetes, gesondertes Temperierpumpsystem vorgesehen, das mit einem Temperierleitungsweig 9 den Vorlagebehälter 1 mit der Hauptleitung 4 beiderseits der Hochdruckpumpe 6 verbindet. Dazu führt eine Medienleitung 10 vom Vorlagebehälter 1 zu zwei parallel geschalteten Warm- und Kaltfahrpumpen 11.1, 11.2, deren Ausgang wieder zu einer gemeinsamen Medienleitung 12 vereinigt wird. In dieser Medienleitung 12 ist ein Volumenstrom-Messgerät 13 zur Bestimmung des Volumenstroms im Temperierleitungsweig 9 eingesetzt. Danach verzweigt sich die Medienleitung 12 in einen ersten Leitungsast 14, der in Förderrichtung der Hochdruckpumpe 6 vor dieser in die Hauptleitung 4 mündet. Der zweite

Leitungsast 15 mündet nach der Hochdruckpumpe 6 in die Hauptleitung 4. Im ersten Leitungsast 14 ist eine elektromotorisch betriebene Absperrschieber-Einheit 16 zum Öffnen und Schließen des Leitungsastes 14 eingesetzt. Im zweiten Leitungsast 15 sitzt eine Schnellschluss-Einheit 17.

[0018] Zur Druckabsicherung ist an die Medienleitung 12 zwischen dem Volumenstrom-Messgerät 13 und den abgehenden Leitungsästen 14, 15 ein Sicherheitsventil 18 angeschlossen.

[0019] Zur Temperaturregelung des durch das Temperierpumpsystem 8 geförderten Temperiermediums dient eine Temperaturregelung 19, die eine in die Medienleitung 10 zwischen Vorlagebehälter 1 und Warm- und Kaltfahrpumpenanordnung 11.1, 11.2 mündende Zuflussleitung 20 aufweist. Diese führt kaltes Temperiermedium, wie beispielsweise Kaltwasser von einem nicht näher dargestellten Vorratsbehälter zu dem Temperierpumpsystem 8 heran. Zur Regelung der Temperatur des im Temperierpumpsystem 8 zugeführten Temperiermediums ist ein Temperatursensor 21 an die Medienleitung 12 angeschlossen, der über ein Regelventil 22 in der Zuflussleitung 20 den Zustrom an kaltem Medium regelt. Zur Überwachung des Volumenstroms ist dem Regelventil ein Durchflussmesser 23 nachgeschaltet.

[0020] Zu ergänzen sind noch verschiedene Sicherheitsmaßnahmen in Form von Rückschlagarmaturen 24, 25, 26, 27 in der Zuflussleitung 20, den beiden Leitungsästen 14, 15 und der Hauptleitung 4 vor der Absperrarmatur 7. Das Mindestmengenregelventil 28 stellt in Verbindung mit der Mindestmengenleitung 33 zurück zum Vorlagebehälter 1 die Mindestmengen einrichtung für die Hochdruckpumpe 6 dar. Die Drosselblende 29 verhindert ein Ausdampfen des über die Mindestmengenleitung 33 geförderten Mediums vor dem Eintritt in den Vorlagebehälter 1.

[0021] In funktionstechnischer Hinsicht wird durch das Temperierpumpsystem 8 ein unabhängiger Kreislauf aufgebaut, wobei die Pumpen 11.1, 11.2 als Warm- und Kaltfahrpumpe das Temperiermedium mit einer gleichbleibenden Fördermenge vor und hinter die Hochdruckpumpe fördern. Dadurch kann beispielsweise nach einem Ausfall der Hochdruckpumpe 6 das kalt eingestellte Temperiermedium schnell an alle relevanten Stellen der Hochdruckpumpe 6 gelangen. Die zur Verfügung stehende Zeit wird dabei durch die Fahrweise des Systems nach einem Ausfall der Hochdruckpumpe 6 bestimmt und muss so bemessen sein, dass ein Druckabfall im Vorlagebehälter 1, der im gezeigten Beispiel ein Mischvorwärmer im Siedezustand ist, zu keiner Ausdampfung des Pumpeninhalts führt.

[0022] Durch Zumischen von kaltem Kondensat über die Zuflussleitung 20 wird dabei das Temperiermedium auf eine gewünschte Temperatur gebracht. Dies erfolgt durch die Temperaturregelung 19, den Temperatursensor 21 und die Warm- und Kaltfahrpumpen 11.1, 11.2, die gleichzeitig als Fördereinrichtung und als Mischer wirken. Dadurch wird die gewünschte Temperatur des Tem-

periermediums bereits vor einer Zuführung in die Hauptleitung 4 der Hochdruckpumpe 6 zuverlässig eingestellt.

[0023] Da das Temperierpumpensystem 8 hinter der Hochdruckpumpe 6 in Normalbetrieb mit dem vollen Enddruck der Hochdruckpumpe 6 beaufschlagt wird, wird das Temperierpumpensystem 8 mittels der über einen Druckschalter angesteuerten Schnellschluss-Einheit 17 und dem Restsicherheitsventil 18 gegen den Berechnungsdruck des Systems hinter der Hochdruckpumpe 6 abgesichert.

[0024] Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform des Hochdruck-Pumpensystems unterscheidet sich von der anhand von Fig. 1 erläuterten Konfiguration lediglich darin, dass die als Hauptpumpe fungierende Hochdruckpumpe 6 durch eine in der Hauptleitung 4 strömungsaufwärts davor angeordnete Vorpumpe 30 ergänzt ist. Hochdruckpumpe 6 und Vorpumpe 30 werden dabei durch einen gemeinsamen Antrieb 31 betätigt, wobei zwischen dem Antrieb 31 und der Vorpumpe 30 ein Reduktionsgetriebe 32 eingeschaltet ist.

[0025] Der erste Leitungsast 14 mündet in dieser Ausführungsform in die Hauptleitung 4 zwischen Vorpumpe 30 und Hochdruckpumpe 6. Alle verbleibenden Komponenten des Systems entsprechen denen der Ausführungsform nach Fig. 1 und sind mit identischen Bezugszeichen versehen. Zur Beschreibung kann daher auf die entsprechenden Ausführungen im Zusammenhang mit der Fig. 1 verwiesen werden.

[0026] Die Einspeisung des Temperiermediums zwischen Vorpumpe 30 und Hochdruckpumpe 6 dient zum wirksamen Schutz der Hochdruckpumpe 6, da das Temperiermedium dadurch ohne Verzögerung schnell zur Hochdruckpumpe gelangen kann.

[0027] Für das Warmfahren der Hochdruckpumpe 6 wird zuerst kühles Temperiermedium über das Temperierpumpensystem 8 rückwärts durch die Hochdruckpumpe 6 gefördert und die Temperatur des Temperiermediums durch entsprechende Einstellung der Temperaturregelung 19 unter Veränderung des Mischungsverhältnisses des heißen Mediums aus dem Vorlagebehälter 1 und des kalten Mediums aus der Zuflussleitung 20 hochgefahren, bis eine Gehäusetemperatur von etwa 95 bis 100 °C erreicht ist. Anschließend kann die Hochdruckpumpe 6 in ihren normalen Betriebszustand versetzt werden.

[0028] Beim Kaltfahren der Hochdruckpumpe 6 wird über das Temperierpumpensystem 8 zuerst heißes Medium aus dem Vorlagebehälter 1 in Vorwärtsrichtung durch die Hochdruckpumpe 6 geleitet und dabei durch allmählich stärkeres Zumischen von kühlem Medium über die Zuflussleitung 20 die Temperatur des Temperiermediums von anfänglich schätzungsweise 200 °C und 18 bar auf Kaltfahrbedingungen von beispielsweise 100 °C abgesenkt.

Patentansprüche

1. Hochdruck-Pumpensystem zur Förderung heißer Me-

dien, umfassend

- einen Vorlagebehälter (1) zur Bevorratung eines heißen Mediums, und

- eine Hochdruckpumpe (6) für das heiße Medium, die in einer Hauptleitung (4) zwischen dem Vorlagebehälter (1) und einem mit dem heißen Medium zu versorgenden Prozess angeordnet ist, **gekennzeichnet durch**

- ein gesondertes Temperierpumpensystem (8) mit mindestens einer Warm- und Kaltfahrpumpe (11.1, 11.2) in einem Temperierleitungsast (9) zwischen dem Vorlagebehälter (1) und der Hochdruckpumpe (6), mit welchem Temperierpumpensystem (8) die Hochdruckpumpe (6) mit einem Temperiermedium zum Warm- oder Kaltfahren der Hochdruckpumpe (6) beaufschlagbar ist.

2. Hochdruck-Pumpensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperierleitungsast (9) mit einer Zuflussleitung (20) für ein kaltes Medium versehen ist.

3. Hochdruck-Pumpensystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Zuflussleitung (20) eine Zuflussregelung (21, 22, 23) zum definierten Zumischen von kaltem Medium in das heiße Medium im Temperierleitungsast (9) angeordnet ist.

4. Hochdruck-Pumpensystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei parallel geschaltete Warm- und Kaltfahrpumpen (11.1, 11.2) im Temperierleitungsast (9) vorgesehen sind.

5. Hochdruck-Pumpensystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Temperierleitungsast (9) strömungsabwärts der mindestens einen Warm- und Kaltfahrpumpe (11.1, 11.2) über zwei Leitungsäste (14, 15) strömungsaufwärts und strömungsabwärts der Hochdruckpumpe (6) mit der Hauptleitung (4) in Verbindung steht.

6. Hochdruck-Pumpensystem nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer vor die Hochdruckpumpe (6) in die Hauptleitung (4) gesetzten Vorpumpe (30) ein Temperierleitungsast (14) zwischen Vor- (30) und Hochdruckpumpe (6) mündet.

55

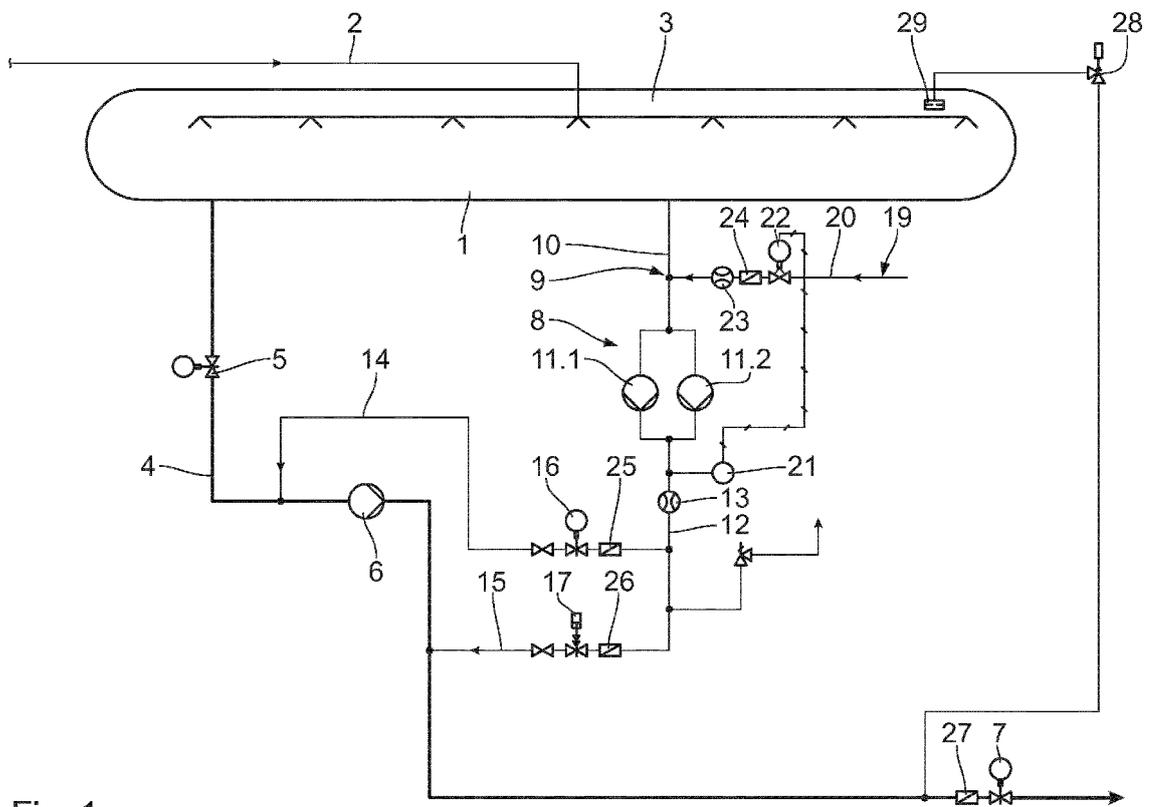


Fig. 1

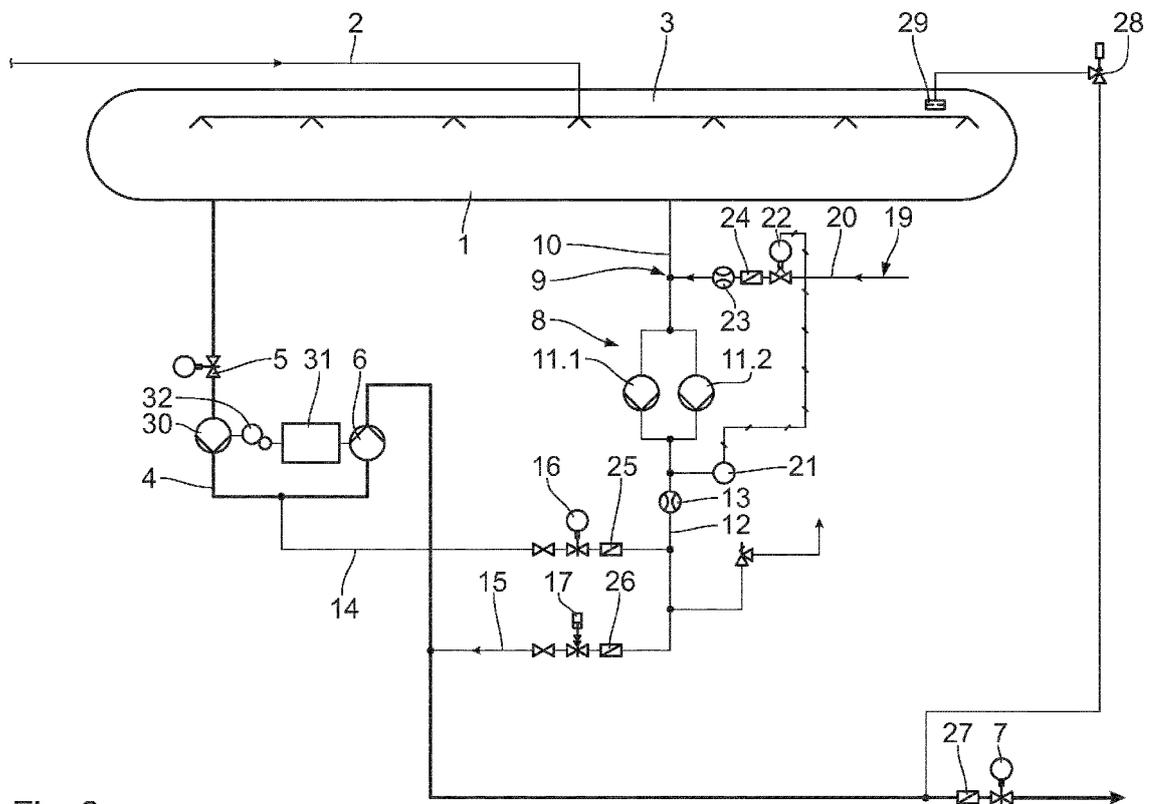


Fig. 2