



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 053 355**  
**B1**

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :  
**28.12.83**

(51) Int. Cl.<sup>3</sup> : **F 28 G 1/12, B 08 B 9/04,**  
**B 08 B 9/06**

(21) Numéro de dépôt : **81109896.1**

(22) Date de dépôt : **26.11.81**

(54) **Elément de nettoyage et installation de nettoyage mettant en œuvre cet élément.**

(30) Priorité : **01.12.80 FR 8025448**

(43) Date de publication de la demande :  
**09.06.82 Bulletin 82/23**

(45) Mention de la délivrance du brevet :  
**28.12.83 Bulletin 83/52**

(84) Etats contractants désignés :  
**AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

(56) Documents cités :  
**EP-A- 0 041 700**  
**DE-B- 1 247 359**  
**DE-B- 1 281 456**  
**FR-A- 1 214 853**  
**FR-A- 1 449 837**  
**FR-E- 74 154**  
**GB-A- 1 230 129**  
**US-A- 3 011 197**

(73) Titulaire : **ALSTHOM-ATLANTIQUE Société anonyme  
dite :  
38, Avenue Kléber  
F-75784 Paris Cedex 16 (FR)**

(72) Inventeur : **Condolios, Elie  
6, rue Aristide Bergès  
F-38000 Grenoble (FR)**  
Inventeur : **Duport, Jacques  
Chemin du Moulin Montbonnot St-Martin  
F-38330 St-Ismier (FR)**  
Inventeur : **Rey, Michel  
206, cours de la Libération  
F-38000 Grenoble (FR)**

(74) Mandataire : **Weinmiller, Jürgen et al  
Zeppelinstrasse 63  
D-8000 München 80 (DE)**

**EP 0 053 355 B1**

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Elément de nettoyage et installation de nettoyage mettant en œuvre cet élément

La présente invention est relative au nettoyage de récipients ou dispositifs industriels dans lesquels circule un fluide susceptible de laisser des dépôts biologiques ou minéraux. En particulier, l'invention concerne le nettoyage des échangeurs, qu'ils soient tubulaires, à plaques ou en serpentin.

On connaît des systèmes de nettoyage mécaniques ou chimiques ; certains systèmes mécaniques utilisent des brosses, lorsque le récipient à nettoyer permet leur introduction. Un tel système a l'inconvénient de nécessiter l'arrêt du dispositif à nettoyer et le démontage et le remontage de certaines pièces. L'immobilisation du dispositif, la main d'œuvre nécessaire au nettoyage, rendent onéreuse l'application du système, qui par ailleurs, ne s'applique pas à tous les dispositifs à nettoyer.

On a amélioré le système en utilisant, pour le nettoyage des condenseurs à tube, des boules, entraînées par le fluide et décrivant un circuit fermé à l'intérieur du dispositif à nettoyer. Ces boules, qui ont un diamètre voisin de celui des tubes à nettoyer, s'usent rapidement ; par ailleurs, le système est inutilisable pour le nettoyage de certains types d'échangeurs comme les échangeurs à plaques ou en serpentin.

Les systèmes chimiques de nettoyage par introduction dans le fluide d'agents de nettoyage (par exemple chlore) présentent des graves inconvénients en raison des difficultés posées par la pollution créée par le rejet de ces agents ou la corrosion des matériaux.

On a également utilisé des systèmes dans lesquels le fluide est chargé d'éléments abrasifs, tels que le sable ou la terre de diatomées. L'emploi de ces abrasifs nécessite l'arrêt du fonctionnement de l'échangeur à nettoyer et des dispositions particulières des échangeurs.

Par ailleurs, ces abrasifs ont le défaut d'user le récipient à nettoyer et de s'accumuler dans certaines parties du récipient où la vitesse du fluide est plus faible, ce qui rend leur emploi impossible dans certains types d'échangeurs.

Un but de l'invention est de réaliser un élément de nettoyage permettant d'être utilisé dans tous types de récipients industriels, sans risque d'accumulation ou de décantation dans une partie du récipient. Un autre but de l'invention est de réaliser un élément qui ne s'use pas trop vite lui-même et qui ne risque pas de détériorer par abrasion excessive l'intérieur du dispositif à nettoyer.

L'invention a pour objet un élément de nettoyage d'un dispositif industriel dans lequel circule un fluide susceptible de provoquer des dépôts minéraux et biologiques, ledit élément de nettoyage étant introduit en grand nombre dans le fluide et agissant par action mécanique sur les parois du dispositif, élément caractérisé en ce qu'il est constitué d'un grain artificiel d'un mélange de matériaux synthétiques susceptibles

de supporter une température allant jusqu'à 150 degrés, le grain ayant une densité relative comprise entre 0,8 et 1,5 par rapport à la densité dudit fluide et un diamètre moyen compris entre 40 et 6 000 microns.

Le grain a dans tous les cas un diamètre moyen inférieur ou égal au tiers du diamètre hydraulique équivalent des parois à nettoyer, le diamètre équivalent étant égal à 4 fois le rapport de la section du passage du fluide au périmètre mouillé.

Le grain est avantageusement constitué d'un mélange de polypropylène et de carbonate de calcium.

Pour le nettoyage de dépôts durs, le grain est chargé de particules abrasives, régulièrement réparties au sein du grain et dont le matériau est de préférence choisi parmi le quartz et le corindon.

L'invention est précisée sur les exemples de réalisation donnés ci-après en référence au dessin annexé dans lequel :

la figure 1 est une vue en coupe d'un élément de nettoyage selon un premier mode de réalisation,

la figure 2 est une vue en coupe d'un élément de nettoyage selon une variante,

la figure 3 est une vue schématique d'une installation de nettoyage utilisant l'élément de nettoyage de l'invention, le fonctionnement du dispositif à nettoyer étant préalablement arrêté,

la figure 4 est une vue schématique d'une installation de nettoyage utilisant l'élément de nettoyage conforme à l'invention et permettant de nettoyer l'installation sans arrêter son fonctionnement.

La figure 1 représente, vu en coupe transversale, un élément de nettoyage 1 conforme à l'invention, qui s'applique aux encrassements mous.

Il est présenté sous forme sensiblement sphérique, et son diamètre est compris entre 40 et 6 000 microns. Il peut aussi être de forme quelconque pour les encrassements mous.

En tous cas, le grain aura un diamètre moyen inférieur ou égal au tiers du diamètre hydraulique équivalent des parois à nettoyer. Ce diamètre est égal à  $4(S/p)$ , où  $S$  est la section de passage du fluide et  $p$  le périmètre de la surface mouillée.

Dans le cas d'un tube de rayon  $r$ , le diamètre équivalent  $d$  est égal à  $2r$ .

Dans le cas de plaques de longueur  $L$  et d'écartement  $e$ , le diamètre équivalent est égal à  $2e$ , si  $L$  est grand devant  $e$ .

L'élément est réalisé par un mélange de matière plastique et de divers composants ; les proportions des divers composants sont choisies de manière que la densité moyenne relative par rapport à celle du fluide soit comprise entre 0,8 et 1,5. Cet intervalle de densité présente un double avantage : l'élément est de densité suffisamment faible pour ne pas s'accumuler dans les parties

du dispositif où la vitesse d'écoulement du fluide est plus faible ; d'autre part, sa densité peut être choisie suffisamment différente de celle du fluide de travail du dispositif (généralement de l'eau lorsque le dispositif est un échangeur de chaleur), pour pouvoir être séparé du fluide au moyen de séparateur compris dans une installation de nettoyage, comme il sera décrit plus loin.

On choisit en outre des matériaux susceptibles de résister à une température atteignant 150 °C, et ayant une dureté supérieure à celle des dépôts mous à ôter, mais inférieure à celle du métal constituant le dispositif à nettoyer.

A titre d'exemple, l'élément est réalisé à partir de polypropylène de densité voisine de 0,8, mélangé à du carbonate de calcium, de densité 2,7 dans des proportions choisies, pour assurer à l'élément terminé une densité relative comprise dans l'intervalle indiqué plus haut.

Les éléments sont obtenus par un procédé de compoundage à chaud.

Lorsqu'on a des dépôts durs à ôter (précipités de sels minéraux par exemple), on utilise de préférence des éléments de nettoyage du type de celui de la figure 2, sensiblement sphérique et qui diffère de celui de la figure 1 en ce qu'il comporte, noyées en son intérieur, des particules abrasives 2, telles que de la poudre de corindon, de silice, ou de quartz.

Les éléments de nettoyage peuvent être utilisés classiquement pour nettoyer une installation dont le fonctionnement est préalablement arrêté.

Une telle installation est représentée schématiquement dans la figure 3.

On distingue un dispositif à nettoyer 10, qui est par exemple un échange de chaleur, recevant un fluide (de l'eau) froid par une canalisation d'entrée 11 grâce à une pompe 12, ce fluide sortant du dispositif par une canalisation de sortie 13.

Des vannes 14 et 15 permettent d'isoler le dispositif afin de le nettoyer. L'installation de nettoyage comprend en parallèle sur le dispositif 10 de la sortie vers l'entrée de celui-ci un circuit composé successivement d'un séparateur liquide-solide 30, d'un silo de stockage 40, d'un appareil de dosage 45 et d'une pompe de nettoyage 50. Une canalisation 60 relie en outre la sortie du dispositif 10 et l'entrée de la pompe 50 et permet de circuler en dérivation lorsque le fluide a la concentration d'éléments voulue.

Tous les organes ci-dessus sont encadrés de vannes d'arrêt. Une canalisation 61 relie par l'intermédiaire d'une vanne 62 la partie supérieure du séparateur à la canalisation 60. Elle permet de recycler le liquide jusqu'à la séparation totale des éléments du fluide.

De même une canalisation 63 relie par l'intermédiaire d'une vanne 64, le haut du silo de stockage 40 à la canalisation 60 ; elle permet la mise en concentration du fluide. Une canalisation 65, isolée par une vanne 66, permet le rejet des suspensions biologiques issues du nettoyage.

Une canalisation 70, partant du sommet du silo de stockage 40 permet la fluidisation des élé-

ments. Cette canalisation est reliée à la base du silo par une canalisation 71 par l'intermédiaire d'une vanne 72 et d'une pompe 73.

Des vannes 41, 51, 67 et 81 complètent le dispositif.

Le fonctionnement de l'installation est le suivant :

— en l'absence de nettoyage les vannes 51 et 81 sont fermées, les vannes 14 et 15 sont ouvertes et l'eau circule dans l'échangeur sous l'action de la pompe 12.

— pour nettoyer, on arrête la pompe 12, on isole l'échangeur par fermeture des vannes 14 et 15, et on ouvre les vannes 51 et 81.

Le jeu de vannes et de tuyauteries permet la réalisation des trois phases suivantes :

1. l'injection d'éléments dans le liquide à une concentration donnée ;

2. la circulation du fluide chargé d'éléments nettoyants dans le dispositif à nettoyer en dérivation avec le séparateur et le silo de stockage ;

3. la récupération des éléments nettoyants avant la remise en service du dispositif nettoyé.

Dans la première phase, on isole le séparateur par fermeture des vannes 31 et 62. Les vannes 12, 64, 41 et 72 sont ouvertes ; la vanne 67 est fermée. Le dosage en concentration d'éléments de nettoyage s'effectue par la fluidisation d'une partie des éléments contenus dans le silo de stockage 40. La fluidisation est obtenue par l'injection d'un faible débit d'eau avec la pompe 73. La mesure de la concentration est déterminée par le doseur 45.

Dans la deuxième phase, les vannes 31, 62, 64 et 41 sont fermées ; les vannes 12 et 67 sont ouvertes.

Le nettoyage se fait par circulation du fluide chargé d'élément de nettoyage hors le séparateur 30 et le silo de stockage 40. La concentration en éléments est avantageusement de 5 à 15 %. La vitesse d'écoulement peut être comprise entre 0,2 et 1,5 m/s pour les tubulures de diamètre inférieur à 8 mm, et entre 0,8 et 4 m/s pour les tubulures de diamètre supérieur à 8 mm.

Un temps de nettoyage de 15 minutes est suffisant en général s'il est répété périodiquement (par exemple, tous les mois).

La troisième phase consiste à récupérer les éléments de nettoyage. A cet effet, les vannes 12, 64, 41 et 72 sont fermées et les vannes 31, 62, 67 sont ouvertes.

Les éléments sont tout à la fois nettoyés et séparés de l'eau dans le séparateur 30. Les déchets sont évacués par la canalisation 65 et les éléments de nettoyage retournent au silo de stockage 40. On peut ensuite réalimenter l'installation en eau propre et nettoyer l'installation en faisant circuler l'eau dans le séparateur et la tuyauterie 65.

Une installation du type qui vient d'être décrit a l'inconvénient d'obliger l'arrêt du fonctionnement du dispositif à nettoyer. Elle nécessite l'emploi d'une forte pompe de nettoyage 50 capable de faire circuler tout le débit de l'échangeur. Elle ne permet pas d'évaluer avec précision l'état d'avancement du nettoyage.

L'installation représentée schématiquement dans la figure 4, permet au contraire le nettoyage d'un dispositif sans nécessiter l'arrêt de son fonctionnement. En outre, elle ne nécessite qu'une pompe de faible débit. Elle permet, par des tests périodiques sur le coefficient d'échange de chaleur, de procéder à des phases de nettoyage de durée précise effectuées correctement.

Les éléments communs aux figures 3 et 4 ont reçu le même numéro de référence. Au cours du nettoyage, la vanne 15 étant fermée, le séparateur 30 est traversé cette fois par le débit total Q de l'échangeur augmenté du débit q de l'installation de nettoyage.

Les éléments de nettoyage synthétiques, introduits dans le circuit de nettoyage constitué par le séparateur 30, le silo 40, le doseur 45 et la pompe 50 traversent l'échangeur 10 et entraînent avec eux les dépôts. Dans le séparateur 30, ils sont séparés du fluide de travail de l'échangeur qui rejoint la canalisation 13 à travers une vanne 35 ; une part importante des déchets est évacuée par la canalisation 65. Le débit extrait par cette canalisation est composé par un appoint à travers la vanne 74. Les éléments de nettoyage synthétique retournent dans le cycle de nettoyage jusqu'à la fin de l'opération qui est commandée par l'arrêt de la pompe 50.

Cette dernière est de capacité plus faible que dans le cas de l'installation de la figure 3 puisqu'elle ne véhicule qu'un faible débit, de l'ordre du 1/10 de celui de la pompe de l'échangeur.

La même installation peut servir au nettoyage successif de plusieurs dispositifs. Il suffit de prévoir des jeux de tuyauteries et de vannes appropriées.

#### Revendications

1. Elément de nettoyage d'un dispositif industriel dans lequel circule un fluide susceptible de provoquer des dépôts calcaires et biologiques, ledit élément de nettoyage étant introduit en grand nombre dans le fluide et agissant par action mécanique sur les parois du dispositif, élément caractérisé en ce qu'il est constitué d'un grain artificiel (1) d'un mélange de matériaux synthétiques susceptibles de supporter une température allant jusqu'à 150 degrés, le grain ayant une densité moyenne relative comprise entre 0,8 et 1,5 par rapport à la densité du fluide et un diamètre moyen compris entre 40 et 6 000 microns.

2. Elément de nettoyage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le grain (1) a un diamètre moyen inférieur ou égal au 1/3 du diamètre hydraulique équivalent des parois à nettoyer, ce diamètre hydraulique équivalent étant égal à 4 fois le rapport de la section de passage du fluide au périmètre mouillé.

3. Elément de nettoyage selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le grain est constitué d'un mélange de polypropylène et de

carbonate de calcium.

4. Elément de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que pour le nettoyage de dépôts durs, le grain est chargé de particules (2) en matériau abrasif, lesdites particules étant régulièrement réparties au sein du grain.

5. Elément de nettoyage selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le matériau abrasif est choisi parmi la silice, le quartz et le corindon.

#### Claims

15 1. A cleaning component for an industrial apparatus in which a fluid flows which is capable of provoking calcium deposits and biological deposits, said cleaning component being brought into the fluid in great quantities and acting by mechanical action on the walls of the apparatus, characterized in that it is constituted by an artificial grain (1) made of a mixture of synthetic substances which are capable of withstanding a temperature of up to 150 °C, the grain having an average density of between 0,8 and 1,5 relative to the density of the fluid and an average diameter which lies between 40 and 6 000 µm.

20 2. A cleaning component according to claim 1, characterized in that the grain (1) has an average diameter which is less than or equal to 1/3rd of the equivalent hydraulic diameter of the walls which are to be cleaned, said equivalent hydraulic diameter being equal to 4 times the ratio of the fluid flow cross-section divided by the wetted perimeter.

25 3. A cleaning component according to either one of the claims 1 and 2, characterized in that the grain is constituted by a mixture of polypropylene and of calcium carbonate.

30 4. A cleaning component according to any one of the claims 1 to 3, characterized in that to clean hard deposits, the grain is charged with particles (2) of abrasive substance, said particles being uniformly spaced out within said grain.

35 5. A cleaning component according to one of the claims 1 to 4, characterized in that the abrasive substance is chosen from among silica, quartz and corundum.

40

#### Ansprüche

45 55 1. Reinigungselement einer industriellen Vorrichtung, in der ein Fluid zirkuliert, das kalkhaltige und biologische Ablagerungen hervorrufen kann, wobei das Reinigungselement in großer Anzahl in das Fluid eingeführt wird und durch mechanische Einwirkung auf die Wände der Vorrichtung wirkt, dadurch gekennzeichnet, daß das Element aus einem künstlichen Korn (1) aus einer Mischung von synthetischen Materialien besteht, die eine Temperatur bis zu 150 °C aushalten können, wobei das Korn eine relative Dichte zwischen 0,8 und 1,5 in Bezug auf die Dichte des

60

65

Fluides und einen mittleren Durchmesser zwischen 40 und 6 000  $\mu\text{m}$  hat.

2. Reinigungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Durchmesser eines Korns (1) kleiner oder gleich einem Drittel des äquivalenten hydraulischen Durchmessers der zu reinigenden Wände ist, wobei dieser äquivalente hydraulische Durchmesser gleich viermal dem Verhältnis des Querschnitts des Fluide durchgangs zum benetzten Umfang ist.

3. Reinigungselement nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß

das Korn aus einer Mischung von Polypropylen und Kalziumkarbonat besteht.

4. Reinigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Reinigung harter Ablagerungen das Korn mit Partikeln (2) aus abschleifendem Material angereichert ist, wobei diese Partikel gleichmäßig im Inneren des Korns verteilt sind.

5. Reinigungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Schleifmaterial aus Kieselerde, Quarz und Korund ausgewählt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

FIG.1

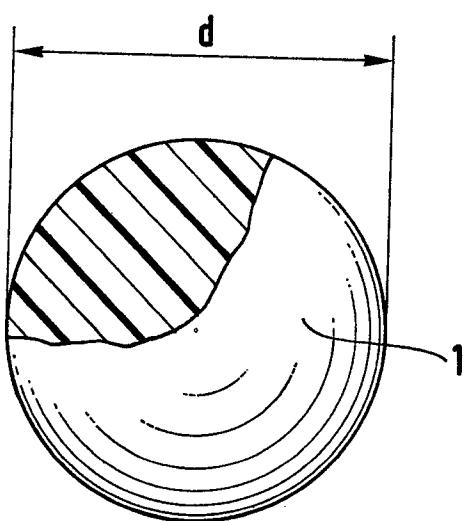


FIG.2

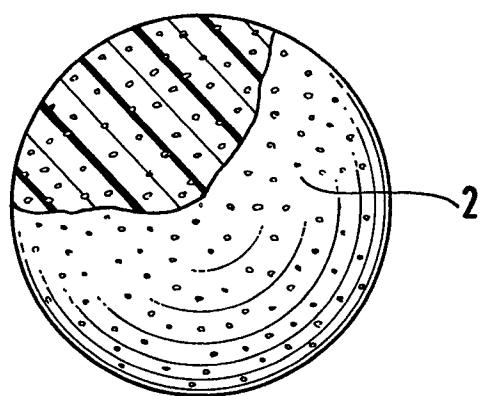


FIG.3

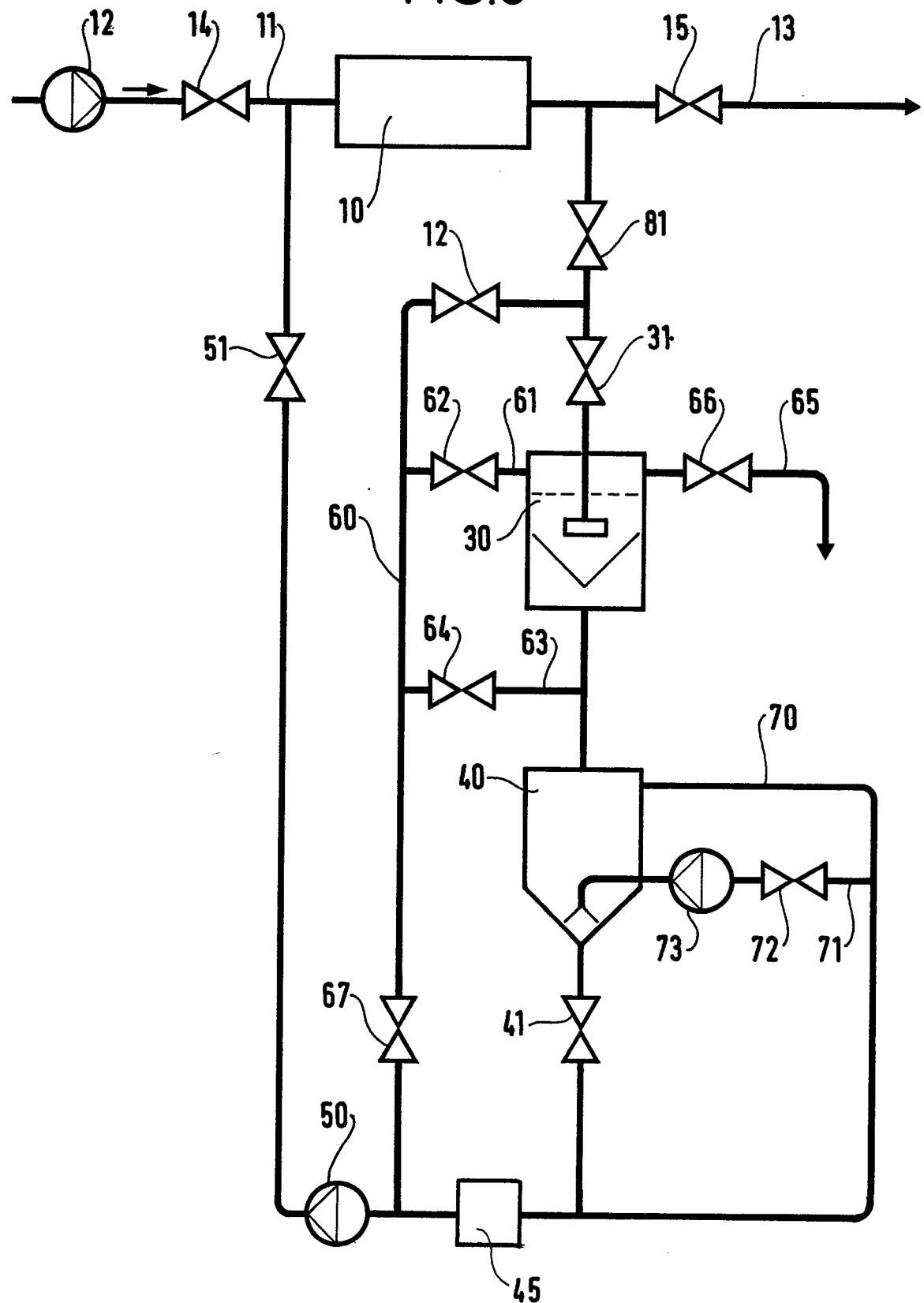


FIG.4

