(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 586 202**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **85 12438**

(51) Int Cl⁴ : B 01 D 35/22, 53/02, 27/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 13 août 1985.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 8 du 20 février 1987.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société anonyme dite : CENTRE MERIDIONAL D'ŒNOLOGIE.* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Bernard Castelas et Alfred Rosa.

(73) **Titulaire(s) :**

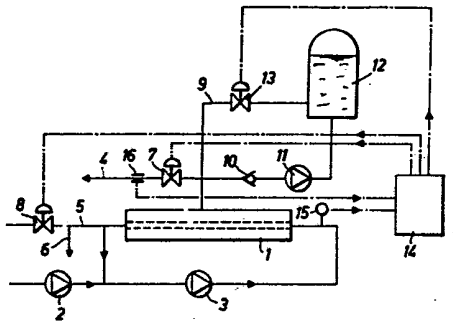
(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Beau de Loménie.

(54) Procédés et dispositifs de décolmatage en marche d'un filtre tangentiel.

(57) L'invention a pour objet des procédés et des dispositifs de décolmatage en marche d'un filtre tangentiel.

Un dispositif selon l'invention pour décolmater un filtre tangentiel 1 comporte une première vanne automatique 7, normalement ouverte, placée sur la sortie du filtrat, une deuxième vanne automatique 8, normalement fermée, placée sur une sortie de purge, et un circuit fermé 9 qui est connecté sur la sortie du filtrat et qui est équipé d'un clapet 10, d'une pompe 11, d'un réservoir hydropneumatique 12 et d'une troisième vanne automatique 13 normalement fermée. Périodiquement ou lorsque le débit de filtrat descend au-dessous d'un seuil, on envoie à l'aval du filtre de brèves impulsions de pression à contre-courant sans arrêter la pompe de circulation 3 et la pompe de gavage 2.

Une application est le décolmatage des filtres utilisés en ultra-filtration ou en micro-filtration tangentielle.



FR 2 586 202 A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention a pour objet des procédés et des dispositifs de décolmatage en marche d'un filtre tangentiel.

Le secteur technique de l'invention est celui de la construction des filtres.

Le colmatage des membranes ou cartouches filtrantes est un facteur limitant qui réduit très rapidement le débit de filtrat et de nombreuses recherches ont été faites dans le but de réduire la vitesse de colmatage.

Les procédés de filtrage tangentiel dans lesquels le fluide circule en régime turbulent tangentiellement à la surface de la membrane ou de la cartouche filtrante permet de réduire considérablement la rapidité du colmatage grâce au nettoyage permanent de la surface filtrante dû à la vitesse du fluide. C'est une des raisons pour lesquelles le filtrage tangentiel s'est beaucoup développé en ultrafiltration et en micro-filtration.

La filtration tangentielle induit deux types de colmatage.

Un premier colmatage de surface est dû à des particules ayant des dimensions supérieures au diamètre des pores qui s'accumulent contre la surface filtrante.

Un deuxième colmatage est dû à des particules plus fines qui pénètrent en profondeur dans le matériau filtrant.

Le colmatage de surface entraîne en quelques minutes et même en quelques secondes dans le cas de fluides très chargés en grosses particules, une chûte importante du débit de filtrat.

Le colmatage en profondeur entraîne une chûte progressive du débit qui nécessite de recourir à un nettoyage chimique du filtre après quelques jours de fonctionnement.

On connaît des procédés de décolmatage des filtres selon lesquels on interrompt périodiquement la circulation du fluide à filtrer lorsque le débit de filtrat est tombé au-dessous d'un seuil et on fait circuler un liquide de nettoyage à contre-courant à travers le filtre pendant une durée suffisante pour obtenir un bon décolmatage.

Ces procédés présentent l'inconvénient que le fonctionnement du filtre est discontinu. L'arrêt de la circulation normale du fluide à filtrer entraîne une diminution du débit moyen du filtre. Il est donc nécessaire d'espacer le plus possible les phases de décolmatage.

Un objectif de la présente invention est de procurer des moyens de décolmatage d'une membrane ou d'une cartouche de filtration

tangentielle qui permettent d'empêcher la pénétration des particules fines dans l'épaisseur du matériau filtrant en les repoussant à l'extérieur avant qu'elles n'aient pu atteindre une profondeur telle que seul un lavage chimique du filtre peut les déloger.

Un autre objectif de l'invention est de procurer des moyens de décolmatage qui agissent fréquemment sans qu'il soit nécessaire d'arrêter les moyens qui font circuler le fluide à filtrer dans le sens normal.

Un autre objectif de l'invention est de procurer des moyens de décolmatage d'un filtre tangentiel qui permettent de ralentir de façon très importante la chûte du débit de filtrat, de telle sorte que l'intervalle de temps entre lavages chimiques du filtre qui est habituellement de quelques jours, peut passer à plusieurs semaines et même à un ou plusieurs mois et que le débit moyen d'un filtre entre deux lavages successifs est nettement amélioré d'où une économie importante sur les temps de filtration ou sur les surfaces de filtre à installer.

Un autre objectif de l'invention est de procurer des procédés de décolmatage de filtres tangentiels à gros diamètre de pores permettant ainsi de filtrer des fluides très chargés en grosses particules qui ne pourraient pas être traités sans cela par filtration tangentielle par suite d'une chûte de débit de filtrat trop rapide.

Les objectifs de l'invention sont atteints par un procédé de décolmatage d'un filtre tangentiel selon lequel on soumet ledit filtre à des impulsions de pression très brèves qui créent de part et d'autre dudit filtre une différence de pression de sens inverse à la différence de pression transmembranaire normale, sans arrêter les pompes de circulation et d'alimentation du fluide à filtrer.

Selon un mode de réalisation préférentiel, on produit les impulsions de pression en créant une montée en pression de courte durée dans le circuit de sortie du filtrat et en ouvrant sensiblement pendant le même temps une vanne de purge située sur la sortie de rétentat dudit filtre.

Selon un mode de réalisation préférentiel, un procédé de décolmatage selon l'invention est automatique. Dans ce cas, on mesure le débit du filtrat, on enregistre le débit initial après chaque impulsion de décolmatage et on commande automatiquement une nouvelle impulsion de pression lorsque le débit instantané de filtrat descend au-dessous d'un seuil égal à une fraction déterminée et constante du débit

initial.

Selon une variante, on mesure en permanence la pression en amont du filtre, on enregistre la pression initiale au début de chaque cycle de filtration suivant une impulsion de décolmatage et on commande automatiquement une nouvelle impulsion de pression lorsque la pression instantanée devient supérieure à un seuil qui est un multiple déterminé et constant de la pression initiale.

Un dispositif selon l'invention est utilisé sur des installations de filtration qui comportent, de façon connue, un filtre tangentiel, une pompe de circulation, un circuit de sortie du filtrat et un circuit d'évacuation du rétentat.

Un dispositif de décolmatage selon l'invention comporte, en outre, une première vanne automatique, normalement ouverte, disposée sur ledit circuit de sortie du filtrat et une deuxième vanne automatique de purge, normalement fermée, disposée sur le circuit d'évacuation du rétentat et des moyens pour commander périodiquement la fermeture de ladite première vanne puis l'ouverture différée pour permettre la montée en pression du filtrat de ladite deuxième vanne pendant un temps très bref, de sorte que ledit filtre reçoit une brève impulsion de pression dirigée en sens inverse de la pression transmembranaire normale.

Selon un mode de réalisation préférentiel, un dispositif selon l'invention comporte, en outre, un circuit en boucle qui est connecté sur le conduit de sortie du filtrat et qui comporte un clapet anti-retour, une pompe, un réservoir hydropneumatique et une troisième vanne automatique qui est normalement fermée et ledit dispositif comporte des moyens pour envoyer périodiquement une impulsion de décolmatage à l'aval dudit filtre en commandant successivement la fermeture de la première vanne, l'ouverture simultanée ou légèrement retardée de la deuxième vanne, l'ouverture de la troisième vanne puis, après un temps très bref de l'ordre de 0,1 sec à 3 sec, la fermeture de la troisième vanne, l'ouverture de la première vanne et la fermeture de la deuxième vanne.

L'invention a pour résultat un décolmatage en continu des filtres tangentiels qui intervient sans arrêter le fonctionnement de l'installation de filtration et sans nécessiter aucune intervention manuelle.

Le procédé selon l'invention permet d'envoyer facilement sur un filtre des impulsions de décolmatage très fréquentes par exemple

une impulsion toutes les minutes, de sorte que la vitesse de colmatage du filtre est très réduite et que le rendement du filtre, c'est-à-dire le débit par unité de temps et de surface, est nettement amélioré, l'amélioration étant de 100 % à 400 % selon les cas.

Il en résulte que pour obtenir un même débit de filtrat, on peut réduire de façon importante la surface des filtres d'où une économie d'investissement très importante.

Un autre avantage important du procédé selon l'invention réside dans le fait qu'il permet d'espacer beaucoup plus les nettoyages chimiques du filtre qui exigent l'arrêt de l'installation et des opérations manuelles.

L'espacement entre nettoyages peut passer de quelques jours à quelques mois.

Il est facile d'automatiser un procédé de décommatage selon l'invention en mesurant le débit de filtrat et/ou la pression en amont du filtre et en déclenchant une impulsion de décolmatage lorsque l'un de ces paramètres dépasse un seuil.

Selon une caractéristique de l'invention, le seuil choisi n'est pas un seuil fixe mais un seuil variable qui est égal au débit initial ou à la pression initiale multiplié par un facteur constant et déterminé.

Ainsi, la fréquence des impulsions de décolmatage croît progressivement avec le décolmatage et il en résulte un ralentissement de la vitesse de colmatage.

La description suivante se réfère aux dessins annexés qui représentent, sans aucun caractère limitatif, un exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

La figure 1 est un schéma général d'un dispositif selon l'invention.

La figure 2 est un diagramme représentant la variation du débit de filtrat en fonction du temps.

La figure 1 représente un dispositif de filtration d'un liquide qui comporte une membrane ou une cartouche 1 qui est par exemple une cartouche multicanaux d'ultrafiltration tangentielle en céramique poreuse.

Le repère 2 représente une pompe de gavage qui est une pompe à faible débit et à pression élevée.

Le repère 3 représente une pompe de circulation à gros débit et faible pression.

Le conduit 4 est le conduit de sortie du filtrat. Le conduit 5 est le conduit d'évacuation du retentat. Ce conduit est normalement équipé d'un orifice de fuite permanente représenté en 6.

En marche normale le débit de la pompe 2 est égal à la somme du débit du filtrat et du débit de fuite/évacué par l'orifice 6 qui peut être nul.

La figure 2 est un diagramme qui représente en abscisses le temps exprimé en nombre de jours et en ordonnées le débit de filtrat exprimé par exemple en litres par heure et par m^2 de surface de filtre. Les courbes C1 représentent l'évolution du débit de filtrat D à travers un filtre qui ne comporte pas de dispositif de décolmatage.

Dès la mise en service du filtre, le débit décroît très rapidement puis il tend progressivement vers zéro. Au bout de quelques jours, par exemple de cinq jours dans l'exemple représenté, on doit arrêter l'installation pour effectuer un lavage chimique du filtre. La ligne en traits mixtes D1 représente le débit horaire moyen d'un filtre sans décolmatage.

Les procédés et dispositifs selon l'invention permettent d'obtenir un débit moyen beaucoup plus grand, de l'ordre de deux à cinq fois plus grand et permettent également d'espacer les nettoyages chimiques du filtre.

Selon le mode de réalisation le plus simple, un dispositif selon l'invention comporte une vanne automatique 7 qui est disposée sur le conduit 4 de sortie du filtrat et qui est normalement ouverte et une vanne de purge automatique 8 qui est disposée sur le conduit 5 de purge du circuit et qui est normalement fermée. En variante, la vanne de purge 8 peut être réglée pour rester légèrement ouverte en marche normale, auquel cas elle remplace l'orifice de purge 6.

Les vannes 7 et 8 sont, de préférence, des vannes à commande pneumatique et à passage intégral.

Périodiquement, sans arrêter les pompes 2 et 3, on commande une fermeture très brève de la vanne 7, dont la durée est comprise par exemple entre 0,1 sec et 3 secondes et une ouverture de même durée et sensiblement simultanée de la vanne de purge 8.

La fermeture de la vanne 7 crée une surpression à l'aval du filtre 1 et l'ouverture de la vanne 8 crée une dépression à

l'amont du filtre. Il en résulte que le filtre 1 est soumis à une brève impulsion de pression qui est dirigée en sens inverse de la différence de pression transmembranaire normale d'où une très brève circulation à contre-courant à travers le filtre qui repousse les particules à l'extérieur du matériau filtrant et qui destabilise la couche de particules qui se sont déposées au contact de la face amont de la membrane de filtrage.

Les impulsions de décolmatage peuvent être déclenchées automatiquement par des minuteries à des intervalles de temps constants qui dépendent de la nature de la membrane et du fluide à filtrer. Comme les impulsions de décolmatage n'entraînent pas un arrêt de l'installation de filtrage et une réduction notable du débit de celles-ci, on peut les reproduire à grande fréquence par exemple une toutes les minutes.

Les manoeuvres des vannes 7 et 8 peuvent ne pas être rigoureusement simultanées. On peut par exemple fermer d'abord la vanne 7 puis ouvrir la vanne 8 avec un retard de 0,1 seconde.

En fin d'impulsion on peut également commencer par ouvrir la vanne 7 puis fermer la vanne 8 avec un regard de 0,1 seconde.

La figure 1 représente un mode de réalisation préférentiel d'un dispositif qui comporte, en outre, une boucle 9 qui est connectée sur le conduit 4 d'évacuation du filtrat. Cette boucle 9 comporte un clapet de non retour 10, une petite pompe 11, un réservoir hydropneumatique 12 et une troisième vanne pneumatique 13.

La pompe 11 est pilotée par un capteur de pression qui capte la pression dans le réservoir 12. Elle fonctionne par intermittence en refoulant dans ce réservoir une partie du filtrat afin de maintenir dans le réservoir une pression constante qui est au moins égale à 1,5 fois la différence de pression transmembranaire.

La vanne 13 est normalement fermée et le réservoir 12 est isolé du conduit 4 d'évacuation de filtrat.

On envoie périodiquement à l'aval du filtre 1 des impulsions de pression pour le décolmater en effectuant la suite d'opérations suivantes.

Au temps zéro, on commande l'ouverture de la vanne 8 et la fermeture de la vanne 7. Avantageusement, la fermeture de la vanne 7 peut précéder de quelques dixièmes de secondes l'ouverture de la vanne 8.

Immédiatement après l'ouverture de la vanne 8, ce qui a pour double effet de faire chûter la pression dans la boucle et de purger celle-ci, on commande l'ouverture de la vanne 13 qu'on laisse ouverte pendant une durée comprise entre 0,1 sec et 3 sec., par exemple pendant 1 sec, ce qui a pour effet de mettre le réservoir 12 en communication avec l'aval du filtre et d'envoyer sur celui-ci une impulsion de décolmatage de sens opposé à la différence de pression transmembranaire normale en cours de filtration.

Immédiatement après la fermeture de la vanne 13, on ouvre la vanne 7 et on ferme la vanne 8, soit simultanément, soit avec un léger retard de l'ordre de 0,1 sec sur l'ouverture de la vanne 7. Les intervalles constants entre décolmatages et la durée de chaque impulsion de décolmatage peuvent être réglés par des minuteries.

La figure 1 représente un mode de réalisation d'un dispositif de décolmatage à fonctionnement automatique qui permet d'analyser en permanence le degré de colmatage du filtre et de déclencher automatiquement les impulsions de décolmatage non plus périodiquement mais lorsque le décolmatage devient nécessaire.

Les dispositifs automatiques de l'invention présentent l'avantage d'être autonomes et de s'adapter automatiquement à la qualité du liquide à filtrer et à la nature du filtre sans aucune intervention d'un opérateur.

Le dispositif automatique comporte une unité centrale de calcul et de mémoire 14, par exemple un microprocesseur qui reçoit des mesures provenant, d'une part, d'un capteur de pression 15 placé en amont du filtre 1, d'autre part d'un capteur de débit 16 disposé sur le conduit 4 de sortie du filtrat. Les liaisons entre les capteurs et l'unité centrale sont représentées en traits mixtes.

Le microprocesseur comporte un logiciel enregistré qui commande les cycles de fonctionnement. A intervalles réguliers, il échantillonne les signaux de débit d et de pression p transmis par les deux capteurs 15 et 16.

Après la fin de chaque impulsion de décolmatage, le microprocesseur enregistre un débit initial do et une pression initiale po. Il compare ensuite chaque valeur instantanée du débit d au débit initial do et il est programmé pour déclencher automatiquement une impulsion de décolmatage lorsque le débit instantané d tombe au-dessous d'un seuil égal à une fraction constante du débit initial

do, par exemple lorsque d devient inférieur à 0,9 do.

De même, le microprocesseur compare chaque valeur instantanée de la pression p à la pression initiale po et il est programmé pour déclencher automatiquement une impulsion de décolmatage lorsque la pression instantanée p devient supérieure à un seuil égal à un multiple plus grand que un de la pression initiale par exemple lorsque p excède 1,2 po.

Avantageusement le microprocesseur est programmé pour commander une impulsion de décolmatage dès que d < 0,9 do ou p > 1,2 po.

En variante, on peut construire un dispositif de décolmatage automatique comportant soit uniquement un capteur de débit 16 et un microprocesseur programmé pour déclencher une impulsion de décolmatage lorsque d < k do avec k < 1, soit uniquement un capteur de pression 15 et un microprocesseur programmé pour déclencher une impulsion de décolmatage lorsque p > k'po avec k'>1.

Le microprocesseur commande automatiquement des distributeurs pneumatiques qui commandent les ouvertures et fermetures des vannes 7, 8 et 13 pendant des durées déterminées par le programme enregistré.

La courbe en dents de scie C2 de la figure 2 représente les variations du débit de filtrat d'un filtre équipé d'un dispositif de décolmatage automatique selon la figure 1. Les parties verticales de cette courbe représentent les impulsions de décolmatage de durée négligeable. Les parties obliques situées entre deux parties verticales représentent la variation du débit au cours de chaque intervalle de temps compris entre deux impulsions de décolmatage.

La courbe en pointillés do sur laquelle se situent les sommets des dents de scie représente la variation du débit initial do après chaque impulsion de décolmatage. Ce débit décroît car le décolmatage n'est pas parfait mais il décroît très lentement. Le décolmatage peut s'approcher de la perfection pour certains fluides.

Comme le microprocesseur est programmé pour commander un décolmatage chaque fois que la chûte de débit est égale par exemple à 0,9 do et que do décroît progressivement, la fréquence des impulsions de décolmatage augmente progressivement à mesure que le colmatage croît, ce qui tend à ralentir la vitesse de décroissance du débit de filtrat. La ligne en pointillés S qui passe par les points bas de la courbe C2 représente l'évolution du seuil de déclenchement des

impulsions de décolmatage.

La ligne en traits mixtes D2 représente le débit moyen d'un filtre équipé d'un dispositif de décolmatage automatique.

A surface égale, le gain de rendement d'un filtre équipé d'un dispositif de décolmatage selon l'invention varie de 100% à 400% selon la nature du liquide.

Dans le cas d'un filtre utilisé pour épurer et stériliser de l'eau contenant de l'argile colloïdale et des bactéries, les nettoyages chimiques ont pu être espacés jusqu'à 1000 heures de fonctionnement grâce à un dispositif de décolmatage automatique selon l'invention.

Plus le diamètre de pores du filtre est important, plus la fréquence des décolmatages augmente et plus le gain de rendement obtenu par les procédés selon l'invention est important.

Les procédés selon l'invention permettent d'utiliser la micro-filtration dans certaines applications où elle serait inutilisable sans un décolmatage automatique par exemple pour concentrer des levures en éliminant les bactéries.

Bien entendu, les procédés selon l'invention doivent être utilisés uniquement pour décolmater des membranes ou des cartouches filtrantes non déformables et ayant une résistance mécanique suffisante pour supporter les impulsions de pression.

REVENDICATIONS

1. Procédé de décolmatage d'un filtre tangentiel (1), caractérisé en ce que l'on soumet ledit filtre à des impulsions de pression très brèves qui créent, de part et d'autre du filtre, une différence de pression de sens inverse à la différence de pression transmembranaire normale, sans arrêter les pompes de circulation et d'alimentation (2, 3) du fluide à filtrer.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on produit lesdites impulsions de pression en créant une montée en pression de courte durée dans le circuit de sortie du filtrat et en ouvrant sensiblement pendant le même temps une vanne de purge (8) située sur la sortie du rétentat dudit filtre.

3. Procédé de décolmatage automatique selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on mesure en permanence le débit (d) de filtrat, on enregistre le débit initial (do) après chaque impulsion de décolmatage et on commande automatiquement une nouvelle impulsion de pression lorsque le débit instantané de filtrat (d) descend au-dessous d'un seuil égal à une fraction constante dudit débit initial.

4. Procédé de décolmatage automatique selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on mesure la pression (p) en amont du filtre, on enregistre la pression initiale (po) au début de chaque cycle de filtration suivant une impulsion de décolmatage et on commande automatiquement une nouvelle impulsion de pression lorsque la pression instantanée (p) devient supérieure à un seuil qui est un multiple constant de ladite pression initiale.

5. Dispositif de décolmatage d'une installation de filtration tangentielle comportant un filtre tangentiel (1), une pompe de circulation (3), un circuit (4) de sortie du filtrat, et un circuit (5) d'évacuation du rétentat, caractérisé en ce qu'il comporte une première vanne automatique (7), normalement ouverte, disposée sur ledit circuit (4) de sortie du filtrat et une deuxième vanne automatique de purge (8), normalement fermée, disposée sur le circuit d'évacuation du rétentat et des moyens pour commander périodiquement la fermeture de ladite première vanne puis l'ouverture de ladite deuxième vanne pendant un temps très bref, de sorte que ledit filtre reçoit une brève impulsion de pression dirigée en sens inverse de la pression transmembranaire normale.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, un circuit en boucle (9) qui est connecté sur ledit conduit (4) de sortie du filtrat et qui comporte un clapet anti-retour (10), une pompe (11), un réservoir hydropneumatique (12) et une troisième vanne automatique (13) qui est normalement fermée et ledit dispositif comporte des moyens pour envoyer périodiquement une impulsion de décolmatage à l'aval dudit filtre en commandant successivement la fermeture de la première vanne (7), l'ouverture simultanée ou légèrement retardée de la deuxième vanne (8), l'ouverture de la troisième vanne (7) puis, après un temps très bref de l'ordre de 0,1 sec à 3 sec, la fermeture de la troisième vanne (13), l'ouverture de la première vanne (7) et la fermeture de la deuxième vanne (8).

7. Dispositif de décolmatage automatique selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, une unité centrale (14) de calcul et de mémoire, par exemple un microprocesseur, et un capteur de débit (16) qui est placé sur ledit circuit (4) de sortie du filtrat et ledit microprocesseur échantillonne le signal délivré par ledit capteur de débit (16), il enregistre le débit initial (do) après chaque impulsion de décolmatage, il compare les valeurs instantanées du débit (d) audit débit initial (do) et il déclenche automatiquement une impulsion de décolmatage chaque fois que ledit débit instantané (d) devient inférieur à une fraction déterminée dudit débit initial (do).

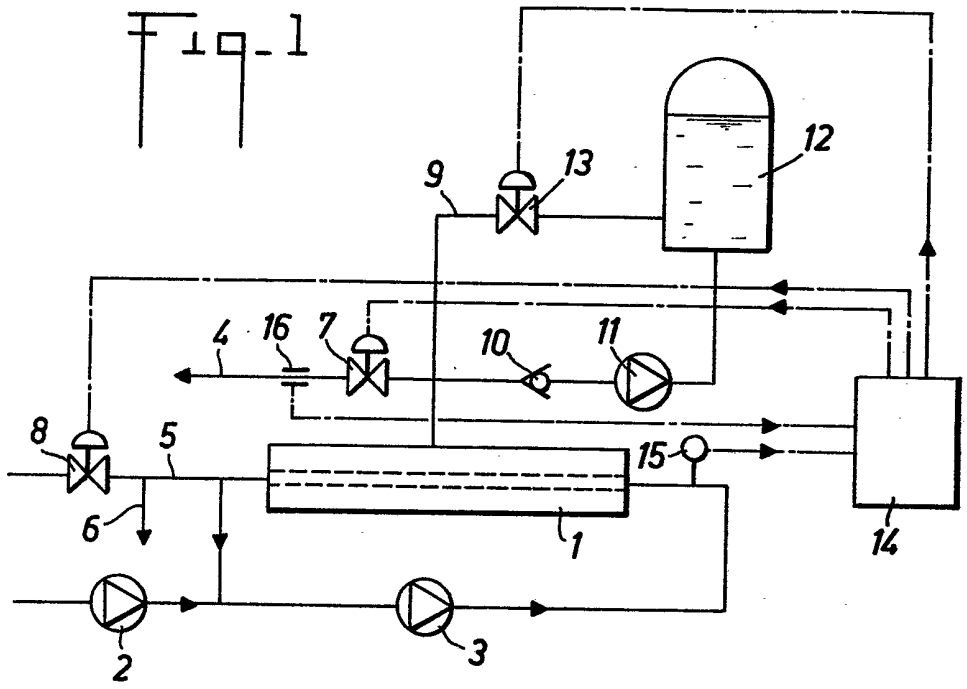
8. Dispositif de décolmatage automatique selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, une unité centrale (14) de calcul et de mémoire, par exemple un microprocesseur, et un capteur de pression (15) qui est placé en amont dudit filtre et ledit microprocesseur échantillonne le signal délivré par ledit capteur de pression, il enregistre la pression initiale (po) après chaque impulsion de décolmatage, il compare les valeurs instantanées de la pression (p) à ladite pression initiale (po) et il déclenche automatiquement une impulsion de décolmatage chaque fois que la pression instantanée (p) devient supérieure à un multiple déterminé de ladite pression initiale.

9. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte à la fois un dispositif selon la revendication 6 et un dispositif selon la revendication 7 et ledit microprocesseur déclenche une impulsion de décolmatage chaque fois que le débit instantané

(d) devient inférieur à une fraction du débit initial (do) ou que la pression instantalée (p) devient supérieure à un multiple de la pression initiale (po).

2586202

Фиг.1



Фиг.2

