

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 479 009

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 07342**

-
- (54) Procédé de concentration de solutions à forte surébullition par compression mécanique de vapeur et installation correspondante.
- (51) Classification internationale (Int. Cl. 3). B 01 D 1/28.
- (22) Date de dépôt..... 1^{er} avril 1980.
- (33) (32) (31) Priorité revendiquée :
- (41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 40 du 2-10-1981.
-
- (71) Déposant : Société dite : APPAREILS ET EVAPORATEURS KESTNER, résidant en France.
- (72) Invention de : Lucien Lahousse.
- (73) Titulaire : *Idem* (71)
- (74) Mandataire : Office Josse et Petit,
126, bd Haussmann, 75008 Paris.
-

Procédé de concentration de solutions à forte surébullition par compression mécanique de vapeur et installation correspondante

- 5 L'invention a pour objet un procédé de concentration de solutions à forte surébullition, par compression mécanique de vapeur, qui permet de réduire de façon importante la consommation d'énergie à fournir.
- 10 On sait qu'entre la température d'ébullition d'une solution à une pression donnée et la température de saturation de la vapeur de solvant émise par cette solution sous la même pression, il existe une différence appelée surébullition ou élévation du point d'ébullition. La surébullition peut atteindre 15 des valeurs notables pour un grand nombre de solutions et dépasse couramment 10°C.

L'évaporation par compression mécanique de vapeur consiste à comprimer dans un appareil adapté à cet effet la vapeur de solvant émise par la solution en ébullition jusqu'à une pression telle que la chaleur de condensation de cette vapeur puisse être utilisée au chauffage de la solution en cours d'ébullition.

- 25 On sait tout l'intérêt que présente, sur le plan énergétique, l'évaporation par compression mécanique de vapeur, encore appelée pompe à chaleur directe.

Or, le dispositif de compression mécanique de vapeur est fortement pénalisé lorsqu'il s'agit de concentrer des solutions présentant une surébullition notable, la pénalisation étant d'autant plus importante que la valeur de la surébullition est élevée, c'est-à-dire que l'augmentation de pression à fournir est élevée.

En effet, la compression doit porter la vapeur à un niveau de pression tel que la température de condensation de la vapeur soit supérieure à la température d'ébullition de la solution qui se trouve de l'autre côté de la surface d'échange. Pour 5 réaliser cette performance, la compression devra réaliser une augmentation de pression de la vapeur telle que le niveau thermique de celle-ci se trouve augmenté de l'écart réel de température à l'échangeur, augmenté de la surébullition de la solution.

10

A titre d'exemple nullement limitatif, on considérera le cas de l'évaporation de solution saturée en chlorure de sodium. La surébullition de cette solution est de 8°C environ, c'est-à-dire que la saumure va bouillir à 108°C sous pression atmosphérique. L'évaporateur devra donc être chauffé par de la vapeur ayant une température de condensation supérieure à 108°C, par 15 exemple 115°C à titre de démonstration.

Le compresseur de vapeur devra donc fonctionner avec une pression de refoulement de 1,72 Bar Abs pour une pression d'aspiration de 1,03 Bar Abs. Dans ce système, l'énergie nécessaire à la compression de 1,03 Bar Abs à 1,36 Bar Abs (108°C) ne sert qu'à vaincre l'effet de la surébullition. On peut donc dire que la moitié environ de l'énergie absorbée par le compresseur n'a 20 pas d'autre but que de vaincre la surébullition, ou que l'énergie absorbée est sensiblement le double de celle qui aurait été nécessaire à l'évaporation d'une solution ayant une surébullition nulle. 25

La présente invention consiste à utiliser la reversibilité du phénomène de surébullition, que l'on peut illustrer par le fait que si on chauffe par un contact intime avec de la vapeur d'un solvant sous une pression donnée, une solution quelconque, celle-ci s'échauffera jusqu'à sa température d'ébullition sous 30 la pression considérée, cette dernière température pouvant être 35

supérieure à la température de saturation du solvant.

- A titre d'exemple, si on réalise un contact intime entre de la vapeur d'eau à pression atmosphérique et une solution maintenue saturée en chlorure de sodium, la température de cette solution monte jusqu'à 108°C, bien que la température de saturation de la vapeur d'eau à pression atmosphérique soit de 100°C.
- 10 En réalisant la condensation d'une vapeur par échange thermique par contact avec une solution, la température de cette dernière atteint une valeur correspondant à la température de saturation de la vapeur augmentée de la surébullition de la solution.
- 15 La présente invention, en utilisant ce phénomène, permet de chauffer une solution à une température supérieure à la température de saturation de la vapeur d'eau, et d'utiliser la chaleur sensible de la solution pour chauffer l'évaporateur qui produit la vapeur d'eau destinée à chauffer cette solution. Il suffit, dans ce cas, d'augmenter la température de saturation (donc la pression) de la vapeur entre l'évaporateur et le réchauffeur de solution, d'une valeur égale à l'écart de température que l'on veut réaliser dans l'échangeur de l'évaporateur.
- 25 L'invention sera maintenant décrite en se référant, à titre d'exemple, au dessin annexé dans lequel la figure unique est un schéma d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé.
- On supposera que le procédé est appliqué à la concentration d'une solution de saumure, par évaporation de la solution saturée. L'installation est constituée de la façon suivante :
- 30 La solution à concentrer arrive par une conduite 1 dans un échangeur de chaleur 2, où elle s'échauffe et passe dans un séparateur-évaporateur 3, dans lequel la vapeur d'eau se
- 35

dégage tandis que la solution concentrée est évacuée par une conduite 4.

De l'évaporateur 3, la vapeur est prélevée à la pression atmosphérique dans une conduite 5 et envoyée à un compresseur 6 destiné à porter sa pression jusqu'à la pression correspondant à la température de condensation de la vapeur d'eau ; puis, elle est dirigée vers un absorbeur de vapeur 7 où elle se condense en cédant sa chaleur de vaporisation à une saumure. Cette dernière circule en permanence grâce à une pompe 8 entre l'absorbeur 7 et la calandre 9 de l'échangeur 2, au moyen des conduits 10 et 11. Une canalisation 12 d'appoint de solution saturée permet de maintenir la saumure au taux désiré, tandis qu'une canalisation 13 permet de purger la conduite 10 en la débarrassant de la saumure diluée.

On supposera que l'évaporateur fonctionne sous pression atmosphérique et que la saumure circulant entre l'absorbeur 7 et l'échangeur 2 soit aussi une solution saturée en chlorure de sodium.

La vapeur à l'entrée du compresseur 6 sera à la pression de 1,03 Bar Abs et pourra être comprimée à 1,32 Bar Abs, ce qui correspond à une température de condensation de cette vapeur de 107°C. Celle-ci permettra par contact intime dans l'absorbeur 7 avec une solution saturée en chlorure de sodium, de porter la température de cette dernière à 115°C ($107 + 8 = 115$). La solution ainsi réchauffée est transportée par la pompe 8 à l'échangeur 2, où elle cède sa chaleur sensible, à travers la surface d'échange, à la solution en cours d'évaporation. La solution refroidie dans l'évaporateur retourne en continu en tête de l'absorbeur 7 pour y être réchauffée à nouveau.

Une purge continue de la solution d'absorption est effectuée en 13 par exemple sur la liaison 11 pour limiter la dilution de la

solution d'absorption par la condensation de la vapeur. Cette purge sera compensée par un appoint de solution saturée qui peut se faire, par exemple en 12 à l'aspiration de la pompe 8.

- 5 La consommation d'énergie du compresseur 6 sera celle nécessaire à l'élévation de pression de la vapeur de 1,03 à 1,32 Bar Abs pour réaliser des performances équivalentes à celles d'un évaporateur traditionnel à compression mécanique de vapeur, dans lequel la pression de vapeur aurait dû être portée de
10 1,03 Bar Abs à 1,72 Bar Abs. L'économie d'énergie ainsi réalisée peut atteindre 50 % de l'énergie consommée dans l'appareil conventionnel.

Cette économie d'énergie s'accompagne, comme il est apparu
15 dans l'exemple ci-dessus, d'une dilution de la solution circulant dans l'absorbeur de vapeur comprimée.

Pour cette raison, le procédé revendiqué s'appliquera de façon particulière avantageuse, dans tous les cycles de fabrication
20 dans lesquels l'évaporation a pour objet d'enlever temporairement de l'eau (ou un solvant en général) qui se trouve réintroduite en totalité ou en partie en un autre point du même cycle de fabrication. L'objectif de l'enlèvement temporaire d'eau peut être, selon les cas, une cristallisation partielle, une concentration modifiant une cinétique de réaction
25 ou un équilibre de réaction réversible ou toute autre opération de génie chimique.

Le procédé garde tous ses avantages si l'eau séparée d'un cycle de fabrication par évaporation peut être utilement employée dans un cycle de fabrication différent, la solution circulant entre l'absorbeur et l'échangeur pouvant être de nature tout à fait différente de la solution traitée dans l'évaporateur.

Dans ce cas, il peut, à la limite, être envisagé de n'avoir pas besoin de comprimer la vapeur si la solution circulant dans le circuit d'absorption présente une surébullition suffisamment plus importante que celle de la solution à évaporer.

REVENDICATIONS

1. Procédé de concentration de solutions à forte surébullition par compression mécanique de vapeur suivant lequel, la solution, 5 après chauffage dans un échangeur, est envoyée à un évaporateur pour évaporation partielle du solvant, caractérisé par ceci que ladite vapeur, après avoir été comprimée, est absorbée par une solution présentant également une forte surébullition, cette solution étant ensuite utilisée comme élément chauffant dans 10 l'échangeur.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par ceci que le solvant est constitué par de l'eau, l'eau séparée de la solution en un point d'un processus de traitement sous forme de 15 vapeur étant réintroduite en totalité ou en partie en un autre point du cycle de fabrication.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par ceci que l'eau séparée d'une solution au cours de son traitement est ré- 20 introduite dans un cycle de traitement d'une autre solution.
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par ceci que la solution du circuit d'absorption de vapeur a une surébullition plus importante que celle de la solution à évaporer, la 25 compression de vapeur pouvant dans ce cas être très faible et éventuellement nulle.
5. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisée par ceci qu'elle comporte un échangeur de chaleur (2) qui reçoit d'une part la solution à 30 évaporer et d'autre part un fluide de chauffage, un évaporateur (3) dans lequel se dégage la vapeur du solvant de la solution, et d'où est retirée la solution concentrée, un compresseur (6) prélevant la vapeur de solvant de l'évaporateur et la dirigeant 35 à une pression accrue dans un absorbeur (7) contenant une

solution circulant en cycle fermé entre ledit absorbeur et l'échangeur, et une pompe (8) pour asservir cette circulation.

6. Installation selon la revendication 5, caractérisée par
5 ceci qu'il est prévu entre l'absorbeur et l'échangeur, sur la canalisation vers l'échangeur, une arrivée (12) de solution concentrée d'appoint, et sur la canalisation de retour une canalisation (13) de prélèvement de solution diluée.

