

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 18269**

---

(54) Procédé de séchage et mise en gaz de canalisations.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 17 D 3/14.

(22) Date de dépôt..... 29 septembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 1-4-1983.

---

(71) Déposant : Société anonyme dite : PIPELINE-SERVICE. — FR.

(72) Invention de : Jean Bayen.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Cuer,  
30, rue de Leningrad, 75008 Paris.

La présente invention a trait au domaine de l'élimination de produits vaporisables, tels que notamment de l'eau, dans des conduites destinées au transport de fluide gazeux, comme par exemple du gaz naturel. Elle concerne tout particulièrement l'apport de perfectionnements au procédé connu de dégazage ou séchage de canalisations tels que pipe-lines ou analogues au moyen d'un système créateur de vide.

La Demanderesse a récemment décrit un procédé de séchage puis mise en gaz de canalisations selon lequel on injecte dans des éjecteurs en série à chambre d'aspiration et diffuseur convergent-divergent, en communication avec le pipe-line, un fluide moteur pressurisé qui provoque l'aspiration et le refoulement de l'humidité, après quoi l'on effectue la mise en gaz du pipe-line sous vide en dehors des limites inférieure et supérieure d'inflammabilité dudit gaz (brevet français n° 78.35499 du 18 décembre 1978).

Cette technique représente un réel progrès par rapport aux systèmes de séchage à l'aide de tampons inhibés de produits organiques avides d'eau et/ou à l'emploi de pompes à vide à palettes multi-étagées.

Toutefois, pour chaque dispositif créateur de vide il existe un vide limite auquel correspond un débit aspiré nul de fluide. Par exemple, pour un système -dans le procédé susvisé- de deux éjecteurs en série à air comprimé, ce vide limite est d'environ 2 mbars (millibars), ce qui correspond à un point de rosée de - 12 °C dans le cas où, en fin d'opération, il n'y a que de la vapeur d'eau dans le pipe-line. Or, dans de nombreux cas, les spécialistes exigent des points de rosée nettement plus faibles tels que par exemple : - 60°C pour un pipe-line d'éthylène, - 56°C pour du chlorure de vinyle, - 20 à - 30°C pour un pipe-line de gaz naturel... On sait que, dans l'industrie gazière, ce point de rosée à la pression atmosphérique caractérise l'état de siccité d'un pipe-line ; il est défini comme étant la température à laquelle la vapeur d'eau renfermée dans le gaz se condense, à la pression atmosphérique ; il correspond donc à une certaine quantité de vapeur d'eau par volume de gaz, que l'on exprime généralement en g par Nm<sup>3</sup> de gaz ou en pression partielle de vapeur d'eau évaluée en mm Hg, torrs ou millibars.

Un des buts de l'invention est donc d'obtenir des points de rosée très faibles, nettement inférieurs à ceux obtenus par les dispositifs connus créateurs de vide.

Un autre but est d'éviter la formation de glace et le risque de gel dans un pipe-line contenant de l'humidité, notamment lorsque le transfert thermique est insuffisant (pipe-line plus ou moins isolé intérieurement et extérieurement) ainsi que de maîtriser le processus de formation de glace par contrôle du point de rosée.

Un autre but encore est de réduire notablement la durée de séchage par le vide seul et d'éviter un débit nul lors de la chute de pression d'aspiration dans le pipe-line.

Pour résoudre les problèmes techniques et atteindre les buts susvisés, le procédé selon l'invention combine au séchage sous vide une technique de balayage sous vide avec un gaz inerte et, d'une façon générale, se caractérise par la mise en oeuvre des phases successives suivantes : a) un abaissement de la pression intérieure du pipe-line jusqu'à une valeur supérieure à celle correspondant à la formation de glace ; b) puis un balayage du pipe-line par un gaz inerte sec à une pression absolue supérieure à ladite pression de formation de glace, et c), après arrêt du balayage, à nouvelle descente en pression absolue jusqu'à la valeur limite maximum du dispositif créateur de vide.

La procédure de balayage est entreprise lorsque la pression absolue dans le pipe-line évolue entre 2 et 7 torrs environ, selon la pression de formation de glace. Par exemple, dans un système où le transfert thermique est insuffisant et où la formation de glace se produit vers 4, 5 torrs, on opérera à une pression absolue correspondant à 5 ou 6 torrs ; quand le transfert technique est tel qu'il n'y a pas de variation de température intérieure du pipe-line, la balayage est entrepris à pression légèrement supérieure au vide limite, par exemple 2 à 3 torrs pour un système de 2 éjecteurs à air comprimé en série où le vide limite est de 1,5 torr environ.

En pratique, la pression elle-même de balayage au gaz inerte est généralement comprise entre 15 et 40 mbars et de préférence 20 à 30 mbars.

Le gaz inerte est de préférence constitué par de l'azote le plus sec possible, ou équivalent, mais on peut également mettre en oeuvre du gaz naturel ou même l'air ambiant.

L'invention sera mieux comprise par la description détaillée de processus de séchage sous vide de canalisations, avec injection

intermédiaire d'azote, selon trois exemples illustrés par les courbes du graphique annexé, montrant l'évolution de la pression absolue (P) en fonction du temps de séchage (T) que l'on peut obtenir.

La courbe (1) illustre un cas classique correspondant au séchage d'un pipe-line où il n'y a pas de variation de température intérieure. La pression d'ébullition  $P_1$  de l'eau résiduelle est constante et le séchage s'effectue jusqu'au point C. Si, avec le système de vide utilisé, le vide limite est égal à  $P_5$ , on effectuera un balayage à l'azote à une valeur  $P_4$  légèrement supérieure à  $P_5$  afin d'éliminer le maximum de vapeur résiduelle.

La courbe (3) correspond à une opération de séchage avec transfert thermique insuffisant (par exemple long pipe-line aérien, non revêtu intérieurement et extérieurement). On observe bien la 1ère phase rapide de descente en vide AB jusqu'à une pression  $P_1$  par exemple de l'ordre de 16 à 18 mbars ; dans la phase d'évaporation de l'eau qui suit, on observe un palier décroissant BH (par exemple de 16 à 8 mbars, pression  $P_6$ ) correspondant à une réduction de la température d'ébullition de l'eau qui se traduit par une diminution de la pression intérieure du pipe-line. Au point H, la pression est supérieure à 4, 5 torrs correspondant dans ce cas à une pression de formation de glace. Dans le procédé de séchage sous vide selon le brevet précité (France n° 78.35499), la phase d'élimination de vapeur d'eau résiduelle, à partir de 8 mbars, s'effectue selon la portion de courbe HI et l'on atteint alors une pression finale  $P_5$  (ou vide limite) d'environ 1,4 mbars correspondant à un point de rosée sous vide de l'ordre de  $-15^{\circ}\text{C}$ . On ne peut plus alors améliorer ce point de rosée à partir du système générateur de vide car on dispose d'une pression absolue très faible, voisine du vide limite et le débit est donc minime.

Selon le perfectionnement conforme à l'invention, on met alors en oeuvre un balayage à l'azote dans les mêmes conditions que pour le cas de la courbe 1, c'est-à-dire que l'on introduit l'azote à une pression  $P_4$  légèrement supérieure au vide limite  $P_5$  et l'on ne se préoccupe pas du problème de formation de glace. Dans les conditions de l'exemple ci-dessus, le balayage à l'azote a été effectué sous pression de 21 à 25 mbars pendant dix minutes à partir de la pression initiale ( $P_6$ ) d'environ 8 mbars et d'un point de rosée sous vide de  $+2,6^{\circ}\text{C}$ . A l'issue de ce balayage, le point de rosée était descendu à  $-11,4^{\circ}\text{C}$ .

On a alors, après arrêt du balayage, repris la descente en vide jusqu'à  $P_6$  et pu obtenir finalement un point de rosée de  $-24,3^\circ\text{C}$  satisfaisant aux besoins et donc nettement inférieur à celui par le procédé de séchage sous vide seul ( $-15^\circ\text{C}$ ).

5           La courbe (2) illustre un cas typique de transfert thermique insuffisant pour lequel le palier d'évaporation EF se termine en un point F dont la pression  $P_3$  est inférieure à 4,5 torrs. Si le fluide à évaporer est constitué par de l'eau, il y aura formation de glace à cette pression. En opérant un seul séchage par le vide, le processus  
10 de séchage se poursuivra lentement par sublimation de la glace jusqu'au point G mais le temps de séchage sera alors nettement augmenté. Selon l'invention, on effectue le balayage à l'azote avant que la pression de 4,5 torrs de formation de glace ne soit atteinte par exemple vers 5 à 6 torrs ( $P_7$ ) et l'on suit l'évolution du point de rosée  
15 du mélange de vapeur d'eau et de gaz (ici : azote) en fonction du temps. On peut interrompre le balayage lorsque le point de rosée sous vide est suffisamment bas pour que le pipe-line soit considéré comme grossièrement sec, par exemple vers  $-20^\circ\text{C}$ . Au cours de la descente en vide qui suit, on note alors l'absence de palier d'évaporation et  
20 l'on se retrouve sur une partie de courbe du même type que CD (courbe 1) ou HI (courbe 3) ; c'est-à-dire que l'on a plus à se préoccuper du problème de formation de glace et que le balayage final pour l'obtention du point de rosée souhaité peut s'effectuer à la pression  $P_4$  -par exemple 2 à 3 torrs- légèrement supérieure au vide limite  $P_5$ . Dans  
25 un cas comme celui-ci, on effectue donc deux séries de balayage au gaz inerte en terminant par le séchage sous vide seul jusqu'à la valeur limite correspondant au système de vide.

Bien entendu, le choix de la pression  $P_4$  est laissé à l'appréciation de l'opérateur en fonction de facteurs tels que la durée de  
30 séchage et le point de rosée à obtenir. Dans tous les cas de figures et comme dit précédemment, le balayage à l'azote est généralement effectué entre 2 et 7 torrs, le choix de la pression étant fonction de la position de la fin du palier d'évaporation du fluide à éliminer, par rapport à la pression de formation de la glace.

35           Grâce au procédé de l'invention, on peut réduire de façon appréciable la durée du séchage par le vide seul, du fait que le taux de diffusion de la vapeur d'eau dans un gaz (par exemple l'azote) est

- amélioré par le vide (loi de STEFAN) et que l'on évite un débit nul lorsque la pression d'aspiration chute. En outre, on échappe aux problèmes techniques liés au fonctionnement des systèmes créateurs de vide pour des pressions voisines du vide limite, comme par exemple le désamorçage des éjecteurs en série. Par ailleurs, la consommation de matières plus nobles que l'air pour le balayage (azote, gaz naturel, etc) est très faible puisqu'on travaille sous vide et que la capacité d'absorption par Nm<sup>3</sup> de gaz (à 0°C et 760 mm Hg) augmente lorsque la pression diminue.
- Conformément à un autre avantage, le procédé susdécrit permet de procéder au séchage des pipe-lines isolés thermiquement, les calories nécessaires à la vaporisation de l'eau étant alors prélevées sur la capacité calorifique des parois et/ou sur le fluide gazeux lui-même. Enfin, dans le cas où le pipe-line renferme non seulement de l'eau mais aussi des hydrocarbures liquides vaporisables à température ambiante et sous vide, notamment des hydrocarbures légers, la technique au balayage intermédiaire par gaz inerte permet d'effectuer le séchage et l'évaporation des produits sous atmosphère contrôlée de façon telle que, en aucun point, on ne se trouve jamais à l'intérieur des limites d'explosivité.

# REVENDICATIONS

1. Procédé de dégazage ou séchage et de mise en gaz sous vide de canalisations ou pipe-lines de grande longueur destinés à transporter un fluide gazeux, selon lequel on injecte dans des éjecteurs en série à chambre d'aspiration et diffuseur convergent-divergent, en communication avec le pipe-line, un fluide moteur pressurisé qui aspire et refoule l'humidité, après quoi l'on effectue la mise en gaz du pipe-line sous vide en dehors des limites supérieure et inférieure d'inflammabilité dudit gaz, le procédé étant CARACTERISE en ce que, au lieu d'effectuer le dégazage ou séchage par le vide seul, on opère selon les phases successives suivantes : a) abaissement de la pression intérieure du pipe-line jusqu'à une valeur supérieure à celle correspondant à la formation de glace ; b) balayage du pipe-line par un gaz inerte sec à une pression absolue supérieure à ladite pression de formation de glace ; et c) arrêt du balayage et nouvelle descente en pression absolue jusqu'à la valeur limite maximum du dispositif créateur de vide.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le balayage est effectué lorsque la pression absolue dans le pipe-line évolue entre 2 et 7 torrs en fonction de la pression de formation de glace, la pression de balayage au gaz inerte étant elle-même comprise entre 15 et 40 millibars.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le gaz inerte sec utilisé pour le balayage est constitué par de l'azote, du gaz naturel, de l'air ambiant.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les opérations de balayage et de descente en pression sont répétées plusieurs fois en fonction du point de rosée final souhaité dans le pipe-line.

1/1

