

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 87401357.6

51 Int. Cl.4: **F 25 D 3/11**

22 Date de dépôt: 17.06.87

30 Priorité: 18.06.86 FR 8608774

43 Date de publication de la demande:
23.12.87 Bulletin 87/52

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71 Demandeur: **CARBOXYQUE FRANCAISE**
91, rue du Faubourg Saint-Honoré
F-75362 Paris-Cédex 08 (FR)

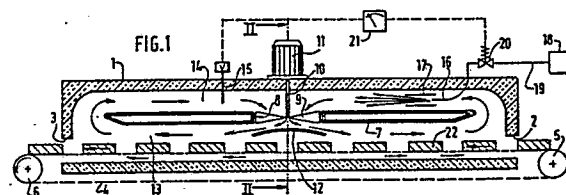
72 Inventeur: **Compagnon, Jean**
5, rue Vauthier
F-92100 Boulogne (FR)

74 Mandataire: **Jacobson, Claude et al**
L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE
75, quai d'Orsay
F-75321 Paris Cédex 07 (FR)

54 Procédé et tunnel de refroidissement.

57 De l'anhydride carbonique liquide est injecté par une extrémité dans le compartiment supérieur (14) du tunnel. Le CO₂ gazeux est mis en circulation dans le compartiment inférieur (13) partie à contre-courant, partie à co-courant des objets (22) à refroidir, par un ventilateur central (9).

Application au durcissement temporaire des caoutchoucs et des matières plastiques et au refroidissement précis de produits alimentaires.



Description

"PROCEDE ET TUNNEL DE REFROIDISSEMENT"

La présente invention est relative à un procédé et un tunnel de refroidissement d'un produit au moyen d'un liquide cryogénique. Par "produit", on entend soit un objet de grande longueur tel qu'un tuyau, soit une succession d'objets de petites dimensions. L'invention concerne en premier lieu un procédé de refroidissement d'un produit par injection d'un liquide cryogénique dans un tunnel transversé longitudinalement par ledit produit, du type dans lequel on divise le tunnel en deux compartiments qui communiquent entre eux aux extrémités du tunnel, on fait passer le produit dans un premier compartiment, on injecte le liquide cryogénique dans le second compartiment, et l'on crée entre les deux compartiments une circulation forcée des gaz résultant de la vaporisation du liquide en faisant passer ces gaz d'un compartiment à l'autre d'une part aux deux extrémités du tunnel, d'autre part en un emplacement intermédiaire de la longueur du tunnel, notamment à mi-longueur de celui-ci.

L'invention s'applique notamment aux cas suivants :

- modification des propriétés mécaniques d'un produit, par exemple durcissement de tuyaux en caoutchouc en vue de la pose d'une tresse métallique extérieure, durcissement de feuilles ou de joncs en caoutchouc ou en matière plastique pour l'obtention d'une découpe franche, durcissement de produits extrudés tels que des confiseries ou des fromages, etc...
- accélération du refroidissement de produits pour éviter leur entreposage et permettre une fabrication en continu, par exemple refroidissement de biscuits en sortie de four pour l'emballage en continu, sous-refroidissement de crèmes glacées avant enrobage à chaud, prise rapide de gelées en charcuterie, etc...

Tous ces cas exigent deux impératifs :

(1) Obtenir un résultat homogène sur l'ensemble de la production. Par exemple, en ce qui concerne les chaînes de production de biscuits, un biscuit trop chaud dégagera de la vapeur d'eau dans son emballage, d'où condensation et moisissures, tandis qu'un biscuit trop froid condensera l'humidité lors de son passage à l'air libre, ce qui provoquera le même inconvénient que précédemment.

(2) Pouvoir adapter exactement la température du tunnel à la nature du produit et au résultat recherché. Par exemple, s'il s'agit de refroidir un produit dans sa masse avec un gradient de température minimal, la température du tunnel devra pouvoir être réglée de manière précise en fonction de la conductibilité thermique du produit, et le gaz en circulation sur le produit devra être exempt de toutes particules liquides (azote liquide) ou solides (neige carbonique) qui provoqueraient des points froids en surface entraînant soit une condensation, soit une détérioration de l'aspect du produit. S'il s'agit d'obtenir un durcissement

en surface (croûtage), la température devra pouvoir être réglée sur la valeur minimale procurant ce résultat sans dommage pour l'état de surface du produit.

Le document EP-A-24 159 décrit un procédé du type indiqué plus haut, dans lequel un ventilateur central fait passer les gaz du premier compartiment au second, les gaz retournant dans le premier compartiment par les extrémités du tunnel.

Cette conception connue présente de graves inconvénients :

- ce sont les gaz les plus froids qui s'échappent du tunnel par les extrémités de celui-ci ;
- la partie frontale des produits à refroidir tend à s'opposer à la circulation des gaz, notamment lorsque ces produits sont hauts. Les gaz froids arrivant dans le premier compartiment sont ainsi partiellement refoulés vers l'extérieur du tunnel ;
- la position de l'injecteur de liquide cryogénique au centre du ventilateur ne permet pas un débit d'injection important sans risque d'accumulation de neige carbonique sur le ventilateur.

Par suite, le rendement thermique est médiocre, et de l'air humide tend à être aspiré dans le tunnel et à provoquer un givrage sur les produits.

L'invention a ainsi pour but de fournir un procédé et un appareil permettant de refroidir des objets, qui peuvent être discrets ou de grande longueur, de façon rapide, continue et à des températures précises, ce avec un bon rendement thermique.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé du type précité, caractérisé en ce qu'on assure ladite circulation forcée en soufflant lesdits gaz du second compartiment au premier compartiment audit emplacement intermédiaire.

Suivant des caractéristiques avantageuses :

- on injecte le liquide cryogénique à partir d'une seule extrémité du tunnel ;
- on règle l'injection de liquide cryogénique en mesurant la température des gaz en un point du tunnel où ce liquide est entièrement vaporisé ;

L'invention a également pour objet un tunnel de refroidissement d'un produit destiné à la mise en oeuvre du procédé ainsi défini. Ce tunnel, du type comprenant une cloison qui le divise en deux compartiments communiquant entre eux d'une part aux deux extrémités du tunnel, d'autre part en un emplacement intermédiaire, notamment à mi-longueur, du tunnel, des moyens pour déplacer longitudinalement le produit à refroidir à travers un premier compartiment, des moyens d'injection d'un liquide cryogénique débouchant dans l'autre compartiment, ainsi que des moyens de circulation pour faire passer les gaz résultant de la vaporisation du liquide du second compartiment au premier compartiment d'une part aux deux extrémités du tunnel, d'autre part audit emplacement intermédiaire, est caractérisé en ce que lesdits moyens de circulation sont agencés pour souffler lesdits gaz du second compartiment au premier compartiment audit emplacement intermédiaire.

Un exemple de réalisation de l'invention va maintenant être décrit en regard du dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe longitudinale d'un tunnel de refroidissement conforme à l'invention ; et
- la figure 2 est une vue schématique en coupe transversale prise suivant la ligne II-II de la figure 1.

Le tunnel représenté aux figures 1 et 2 comprend un caisson extérieur calorifugé 1 de forme générale parallélépipédique très allongée et à axe longitudinal horizontal. Ce tunnel comporte dans une paroi d'extrémité (à droite sur la figure 1) une fenêtre d'entrée 2 et, dans la paroi d'extrémité opposée, une fenêtre de sortie 3. Chaque fenêtre est équipée d'un rideau souple (non représenté) destiné à réduire au maximum les entrées d'air dans le tunnel.

Un convoyeur 4, constitué par un tapis sans fin ajouré, passe sur deux poulies de renvoi 5, 6, dont l'une 6 est motrice, situées respectivement un peu en amont de la fenêtre 2 et un peu en aval de la fenêtre 3. Le brin supérieur de ce convoyeur traverse longitudinalement le caisson 1.

A peu près à mi-hauteur de l'espace du caisson 1 situé au-dessus du convoyeur 4, le tunnel est équipé d'une cloison horizontale 7. Cette cloison s'étend transversalement sur toute la largeur du caisson et est reliée aux parois latérales de celui-ci. Par contre, dans le sens longitudinal, elle se termine à une certaine distance des deux parois d'extrémité du caisson.

La cloison 7 est constituée d'une double tôle, de façon à présenter une épaisseur notable. A chaque extrémité, cette cloison est profilée : sa face inférieure est inclinée vers le haut puis arrondie pour se raccorder à sa face supérieure. A peu près à mi-longueur du caisson, la cloison 7 présente une ouverture circulaire 8 définie par une virole. Dans cette ouverture est disposée une hélice 9 de ventilateur à flux axial, suspendue à un axe vertical 10 qui traverse le plafond du caisson 1. Sur ce plafond est fixé un moteur électrique 11 d'entraînement de l'axe 10. Un déflecteur 12, constitué par une tôle arquée longitudinalement et s'étendant latéralement jusqu'aux parois latérales du caisson, est disposé sous l'hélice 9.

Ainsi, la cloison 7 divise l'espace intérieur du caisson 1 en deux compartiments : un premier compartiment inférieur 13 traversé longitudinalement par le brin supérieur du convoyeur 4 et contenant le déflecteur 12, et un second compartiment supérieur 14, ces deux compartiments communiquant entre eux d'une part à chaque extrémité du tunnel, d'autre part à travers l'ouverture 8.

Une sonde de température 15 fait saillie dans le compartiment supérieur 14, du côté de la sortie 3 du tunnel, à travers le plafond du caisson. Un tube capillaire 16 pénètre dans le même compartiment 14 près de l'entrée 2 du tunnel. Ce capillaire traverse le plafond du caisson puis s'incurve pour déboucher horizontalement dans le compartiment 14 en direction de l'axe 10 du ventilateur. Pour accélérer l'échange de chaleur, le capillaire 16 débouche à l'entrée d'un venturi 17 orienté longitudinalement.

Au-dessus du caisson, l'extrémité amont du capillaire 16 est reliée à une source 18 d'anhydride carbonique liquide à -20°C, 20 bars par une conduite 19 équipée d'une électrovanne 20. Cette dernière est commandée en tout ou rien par un régulateur-indicateur de température 21 en fonction des informations fournies par la sonde de température 15.

En fonctionnement, le produit à refroidir, constitué par exemple, comme représenté, d'une succession d'objets parallélépipédiques 22, défile à travers toute la longueur du tunnel sur le brin supérieur du convoyeur 4, de l'entrée 2 à la sortie 3 en passant sous le déflecteur 12. L'hélice 9 est entraînée en rotation, et du CO₂ liquide est détendu à travers le capillaire 16 et forme à la sortie de celui-ci, dans le compartiment supérieur 14, de la neige carbonique qui se sublime. Le dimensionnement et le réglage sont tels que la neige carbonique se sublime avant d'atteindre la mi-longueur du tunnel et de se déposer sur les parois de celui-ci ou sur la cloison 7. Ainsi, à l'emplacement de l'ouverture 8, il n'y a aucune particule de CO₂ solide, c'est-à-dire que l'hélice 9 fait passer du compartiment 14 au compartiment inférieur 13 un flux exclusivement gazeux.

Ce flux gazeux est dévié par le déflecteur 12 vers les deux extrémités du tunnel et, comme tout l'apport de froid passe par le ventilateur, la température des gaz envoyés dans les deux directions dans le compartiment 13 est bien uniforme. A chaque extrémité, les gaz remontent dans le compartiment 14 pour être recyclés, ce mouvement étant favorisé par le profilage des extrémités de la cloison 7. La sonde 15 et le régulateur 21 règlent l'injection de CO₂ liquide dans le tunnel de façon à maintenir à une valeur précise la température des gaz circulant dans le tunnel, cette valeur pouvant être réglée entre 0 et -65°C environ, à $\pm 1^\circ\text{C}$ près.

Ainsi, les objets 22 subissent d'abord un refroidissement à contre-courant, jusqu'au déflecteur 12, puis un refroidissement à co-courant. Ceci présente l'avantage d'assurer un refroidissement uniforme des parties avant et arrière des objets 22, notamment lorsque ceux-ci sont relativement hauts. De plus, une partie des gaz froids traverse le convoyeur 4, ce qui assure également le refroidissement du dessous de ces objets. On peut encore remarquer que grâce à la forte épaisseur de la cloison 7, la section de passage des gaz froids est réduite, et donc la vitesse de circulation de ces gaz est augmentée, ce qui favorise l'efficacité du refroidissement.

On a constaté que le tunnel décrit ci-dessus permet de refroidir en continu, rapidement et à une température précise comprise dans une large gamme des produits très divers, parmi lesquels on peut citer des produits en caoutchouc ou en matière plastique, des articles de confiserie, de biscuiterie, de pâtisserie, de fromagerie, de charcuterie, etc...

En variante, on peut utiliser un liquide cryogénique autre que le CO₂, par exemple de l'azote liquide, pour assurer l'apport de froid dans le tunnel.

Revendications

1. Procédé de refroidissement d'un produit (22) par injection d'un liquide cryogénique dans un tunnel (1) traversé longitudinalement par ledit produit, du type dans lequel on divise le tunnel en deux compartiments (13, 14) qui communiquent entre eux aux extrémités du tunnel, on fait passer le produit dans un premier compartiment (13), on injecte le liquide cryogénique dans le second compartiment (14), et l'on crée entre les deux compartiments une circulation forcée des gaz résultant de la vaporisation du liquide en faisant passer ces gaz d'un compartiment à l'autre d'une part aux deux extrémités du tunnel, d'autre part en un emplacement intermédiaire (8) de la longueur du tunnel, notamment à mi-longueur de celui-ci, caractérisé en ce qu'on assure ladite circulation forcée en soufflant lesdits gaz du second compartiment (14) au premier compartiment (13) audit emplacement intermédiaire (8). 5
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les deux compartiments (13, 14) sont superposés. 10
3. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on injecte le liquide cryogénique à partir d'une seule extrémité du tunnel. 15
4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on règle l'injection de liquide cryogénique en mesurant la température des gaz en un point du tunnel où ce liquide est entièrement vaporisé. 20
5. Tunnel de refroidissement d'un produit (22), du type comprenant une cloison (7) qui le divise en deux compartiments (13, 14) communiquant entre eux d'une part aux deux extrémités du tunnel, d'autre part en un emplacement intermédiaire, notamment à mi-longueur, du tunnel, des moyens (4) pour déplacer longitudinalement le produit à refroidir à travers un premier compartiment, des moyens d'injection d'un liquide cryogénique débouchant dans l'autre compartiment (14), ainsi que des moyens de circulation (9) pour faire passer les gaz résultant de la vaporisation du liquide du second compartiment (14) au premier compartiment (13) d'une part aux deux extrémités du tunnel, d'autre part audit emplacement intermédiaire (8), caractérisé en ce que lesdits moyens de circulation sont agencés pour souffler lesdits gaz du second compartiment (14) au premier compartiment (13) audit emplacement intermédiaire. 25
6. Tunnel suivant la revendication 5, caractérisé en ce que la cloison (7) est horizontale. 30
7. Tunnel suivant l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que la cloison (7) présente une épaisseur notable pour diminuer la section de passage des gaz. 35
8. Tunnel suivant l'une quelconque des 40

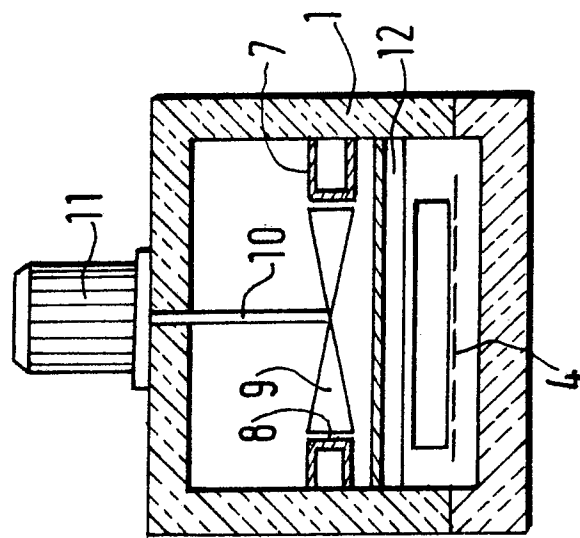
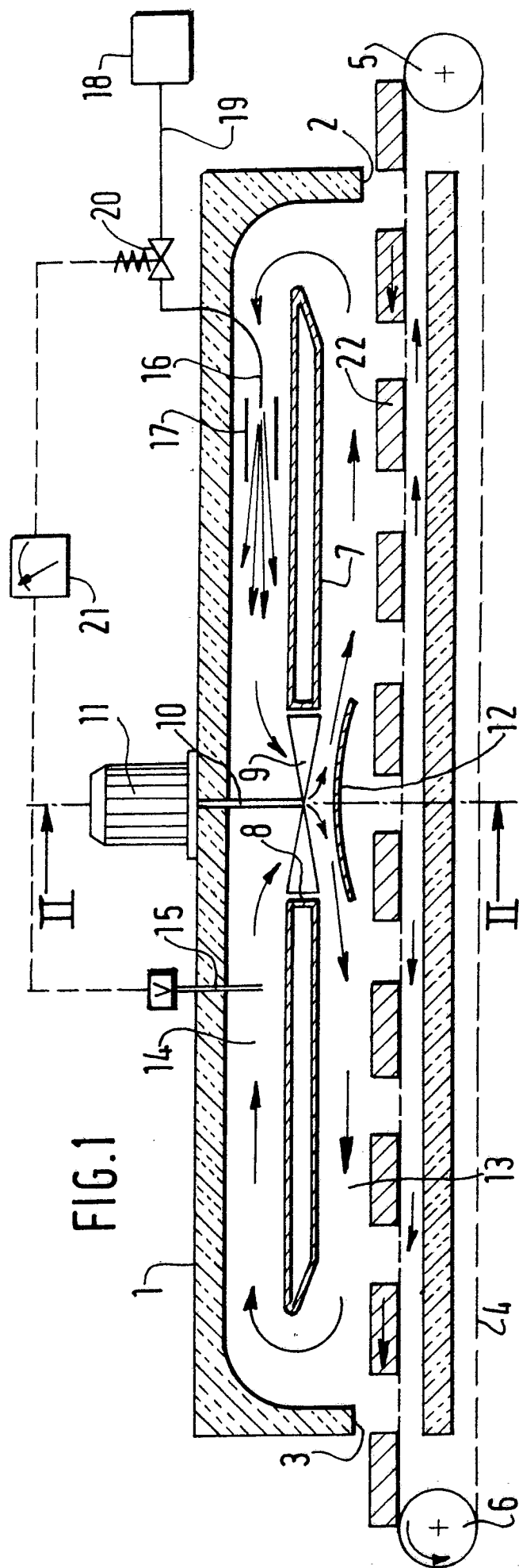
revendications 5 à 7, caractérisé en ce que lesdits moyens de circulation (9) comprennent un ventilateur, notamment à flux axial, monté dans une couverture (8) de la cloison (7) prévue audit emplacement intermédiaire.

9. Tunnel suivant la revendication 8, caractérisé en ce qu'un déflecteur longitudinal (12) est monté en regard du refoulement du ventilateur (9).

10. Tunnel suivant l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que lesdits moyens d'injection (16) débouchent à une seule extrémité du tunnel.

11. Tunnel suivant l'une quelconque des revendications 5 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend une sonde de température (15) adaptée pour mesurer la température des gaz en un point du tunnel où le liquide cryogénique est entièrement vaporisé et commandant une électrovanne (20) de régulation de l'injection de ce liquide. 45

0250318





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
D, Y	EP-A-0 024 159 (AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.) * En entier *	1-6, 8, 10, 11	F 25 D 3/11
D, A		7	
Y	FR-A-1 575 286 (AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC.) * Page 13, ligne 37 - page 14, ligne 9; figure 13 *	1-6, 8, 10, 11	
A	NL-B- 103 387 (GRASSO) * Figures 1, 2 *	9	
A	GB-A-1 283 073 (MEAGHER)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			F 25 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 25-08-1987	Examineur SILVIS H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	