

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication:

0 488 909 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN(45) Date de publication de fascicule du brevet: **02.08.95** (51) Int. Cl.⁶: **B01F 3/02**(21) Numéro de dépôt: **91420413.6**(22) Date de dépôt: **22.11.91**(54) **Procédé pour réguler le conditionnement d'un gaz et dispositif de conditionnement de gaz.**(30) Priorité: **27.11.90 FR 9015134**(43) Date de publication de la demande:
03.06.92 Bulletin 92/23(45) Mention de la délivrance du brevet:
02.08.95 Bulletin 95/31(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(56) Documents cités:

WO-A-88/01195	DE-B- 1 249 223
FR-A- 1 009 750	FR-A- 1 093 703
FR-A- 1 157 164	FR-A- 2 558 737
FR-A- 2 564 566	US-A- 2 060 166
US-A- 2 709 577	US-A- 4 038 980
US-A- 4 913 856	

(73) Titulaire: **ASSOCIATION DE GESTION DE
L'ECOLE FRANCAISE DE PAPETERIE ET DE
L'IMPRIMERIE**
Domaine Universitaire,
Rue de la Papèterie
F-38400 Saint Martin D'Heres (FR)

Titulaire: **Serra Tosio, Jean-Marie**
70 chemin de l'Eglise
F-38240 Meylan (FR)

Titulaire: **Chave, Yves**
18 Allée des Myosotis
F-38610 Gieres (FR)

(72) Inventeur: **Chave, Yves**
18, allée des Myosotis
F-38610 Gieres (FR)
Inventeur: **Serra Tosio, Jean Marie**
70 chemin de l'Eglise
F-38240 Meylan (FR)

(74) Mandataire: **Laurent, Michel et al**
Cabinet LAURENT et CHARRAS,
20, rue Louis Chirpaz
B.P. 32
F-69131 Ecully Cédex (FR)

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).

EP 0 488 909 B1

Description

L'invention concerne un procédé pour réguler le conditionnement d'un gaz. Elle concerne également un dispositif pour conditionner un gaz mettant en oeuvre ce procédé ; elle concerne plus particulièrement un dispositif régulateur ajustable, pilotable, de la concentration en vapeur et de la température d'un courant gazeux.

Comme on le sait, pour l'essentiel, un dispositif de conditionnement de gaz comprend dans une enceinte thermostatée :

- . une amenée de gaz à conditionner,
- . un dispositif saturateur d'évaporation et de mélange,
- . une sortie du courant gazeux conditionné.

Dans le document FR-A-2 558 737, on a proposé un dispositif générateur de gaz humide, dans lequel on mélange de l'air humidifié avec de l'air sec en vue de produire un gaz humide de référence, notamment pour le contrôle et le calibrage d'un hygromètre en exploitation industrielle, particulièrement adapté à la régulation en sidérurgie. Selon ce document, l'humidificateur thermostaté est constitué par une chambre de barbotage partiellement remplie d'eau à niveau constant, reliée d'une part par un diffuseur à l'arrivée de gaz à humidifier, d'autre part, à une tubulure d'amenée d'eau à niveau constant, et enfin à une sortie du gaz humidifié. Cette solution est parfaitement adaptée aux faibles débits, notamment pour l'étalonnage d'une sonde ou d'un hygromètre. Toutefois, du fait de la technique même de barbotage, on ne peut pas utiliser ce dispositif pour le conditionnement de volumes importants, tels que des pièces, des ateliers ou des appareils de pulvérisation, qui nécessitent des débits conséquents, car de tels débits ne sont pas compatibles avec un système d'humidification par barbotage.

Par ailleurs, on cherche de plus en plus à produire de l'air conditionné dont la teneur en humidité est contrôlée à 1% près, voire un pour mille. Tel est notamment le cas pour les appareils de mesure.

L'un des objets de l'invention est de proposer un procédé apte à permettre la réalisation de l'humidification ou de la saturation d'un gaz, et de manière générale le conditionnement d'un gaz, pour des volumes relativement importants, en optimisant le processus de saturation dudit gaz.

Un premier aspect de l'invention est donc un procédé pour réguler le conditionnement d'un courant gazeux selon la revendication 1.

En d'autres termes, l'invention consiste à saturer le gaz déjà conditionné thermiquement avec le liquide de conditionnement également conditionné thermiquement, et ce en milieu dépressionnaire, favorisant de la sorte le processus d'évaporation, et

optimisant le phénomène de saturation.

Avantageusement, la saturation du gaz est auto-régulée par la dépression elle-même engendrée dans le milieu dépressionnaire.

Le dispositif selon l'invention permet d'obtenir économiquement et efficacement ces résultats.

Ce dispositif régulateur de conditionnement d'un courant gazeux, comprend dans une enceinte thermostatée, destinée à recevoir un liquide de transfert thermique, et immergés dans cette enceinte :

- . une amenée de gaz à une température programmée, reliée à une source dudit gaz ;
- . un saturateur de gaz pour amener un liquide de conditionnement au contact du gaz à conditionner ;
- . une tubulure de sortie de gaz conditionné reliant l'orifice de sortie du saturateur au volume à conditionner.

Selon l'invention, le saturateur est constitué par un conduit déprimogène à effet "venturi" associé à une chambre de vaporisation, comprenant des moyens d'alimentation en liquide de conditionnement à niveau constant, le conduit venturi comprenant dans l'ordre :

- . un convergent relié à la tubulure d'amenée thermostatée, prolongeant l'amenée dudit gaz,
- . un col,
- . un divergent débouchant dans la chambre de vaporisation,

ladite chambre de vaporisation présentant :

- . une tubulure reliant le liquide de conditionnement et débouchant dans le col du venturi,
- . et un orifice de sortie disposé au-dessus du niveau maximum prévu pour le liquide de conditionnement dans la dite chambre de vaporisation.

En d'autres termes, le liquide de conditionnement acheminé au niveau du col du conduit venturi par la dépression créée à son niveau, se trouve pulvérisé dans le courant gazeux déjà conditionné thermiquement, cette pulvérisation en milieu dépressionnaire s'effectuant en outre à la température de conditionnement du gaz, le saturateur étant immergé dans l'enceinte thermostatée. De la sorte, on favorise le processus d'évaporation, attendu que suite à son passage dans le col du venturi, où la vitesse d'écoulement du gaz et par conséquent la dépression créée à ce niveau sont les plus importantes, le gaz subit certes une diminution de sa température, mais cette diminution est immédiatement compensée par l'apport de chaleur par convection du à l'écoulement du gaz le long des parois conditionnées du divergent. Cette évaporation est en outre accentuée par le choix d'un divergent à angle au sommet faible, donc de longueur relativement grande, de sorte que la vitesse

d'écoulement du gaz n'est pas immédiatement réduite, maintenant de fait une certaine dépression. En d'autres termes, les parois du divergent compensent l'évaporation due à l'échange adiabatique. En outre, compte tenu de la structure particulière du dispositif, le conditionnement peut résulter tant dans un chauffage que dans un refroidissement du volume, attendu que le système de fonctionnement est réversible.

Avantageusement, la chambre de vaporisation comprend une chambre de séparation liquide-gaz située au dessus du niveau du liquide de conditionnement, et reliée à la tubulure de sortie.

Dans une forme de réalisation pratique, le courant gazeux est de l'air comprimé, et le liquide humidificateur est de l'eau.

Dans une forme de réalisation préférée, pour obtenir de l'air conditionné à hygrométrie contrôlée et programmée, la tubulure d'amenée d'air sec est raccordée par un branchement disposé hors de l'enceinte thermostatée à une vanne mélangeuse pilotée, reliée à la tubulure de sortie de la chambre de vaporisation, ladite vanne mélangeuse étant reliée à son tour à la tubulure de sortie qui traverse l'enceinte thermostatée.

Avantageusement, en pratique :

- le gaz comprimé est de l'air comprimé sec dont la source est reliée en série à la tubulure d'amenée par un premier détendeur, puis, par un moyen dessiccant, par un second détendeur associé à une vanne, pour introduire dans la tubulure d'amenée de l'air sec comprimé à débit constant ;
- de manière connue, le liquide de transfert thermique (avantageusement de l'eau) de l'enceinte thermostatée, comprend une résistance électrique, un agitateur, un thermomètre et un moyen d'affichage et de programmation de la température de l'eau et de l'enceinte, le tout étant pilotable depuis l'extérieur ;
- le moyen d'alimentation en eau de la chambre de vaporisation à niveau constant, comprend hors de l'enceinte thermostatée, en série, un vase d'expansion, une première vanne autorisant une légère fuite d'air, une réserve d'eau thermostatée par l'eau de l'enceinte, une seconde vanne pilotée, et une tubulure traversant l'enceinte thermostatée, reliée à un orifice débouchant dans la chambre de vaporisation, pour maintenir dans celle-ci un niveau constant ;
- la tubulure de sortie présente en série une vanne mélangeuse pilotable, reliée à un serpentin disposé dans l'enceinte thermostatée ;
- cette vanne mélangeuse est associée à une vanne légèrement ouverte, autorisant une légère fuite destinée à assurer dans tous les

cas un débit minimum d'air dans le saturateur ;

- la chambre de vaporisation à niveau constant comporte une succession de plaques ou de grilles parallèles horizontales réalisées en un matériau conducteur thermique, lesdites grilles ou plaques faisant alors corps avec la chambre de vaporisation, et comportant une pluralité d'orifices décalés d'une plaque ou d'une grille par rapport à l'autre ;
- l'humidificateur étanche immergé dans l'enceinte, est réalisé en un matériau conducteur de la chaleur, et comporte des ailettes d'échange thermique avec le liquide de transfert thermostaté ;
- la tubulure reliant la chambre de vaporisation et débouchant dans le col du venturi, présente des orifices opposés disposés horizontalement dans la section du col ;
- l'orifice de sortie de la chambre de vaporisation est relié par un séparateur de gouttelettes de type centrifuge disposé dans l'enceinte au dessus dudit orifice, et dont la sortie de gaz saturé est reliée à la tubulure, le liquide séparé retournant ensuite par une autre tubulure dans le liquide de conditionnement par l'orifice situé au dessous du niveau constant.

La manière dont l'invention peut être réalisée et les avantages qui en découlent ressortiront mieux de l'exemple de réalisation qui suit à l'appui des figures annexées.

La figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif préféré de l'invention.

La figure 2 est une représentation en coupe de l'ensemble étanche caractéristique de l'invention.

La figure 3 est une représentation schématique d'une forme d'exécution simplifiée de l'invention.

La figure 4 montre un détail d'exécution adapté aux réalisations exigeant de gros débits.

Le dispositif conforme à l'invention pour produire de l'air conditionné à hygrométrie contrôlée et programmée, comprend tout d'abord une source d'air, par exemple de l'air comprimé (1) tel qu'un compresseur, une bouteille, etc., reliée par une tubulure à une vanne (2), puis à un détendeur (3) régulateur de la pression. Ce détendeur (3) est relié à son tour à un ensemble dessiccateur (4) hygroscopique connu, par exemple du type dénommé "VAN AIR" commercialisé par AUXITROL qui, de manière connue, présente une purge (5). Cet ensemble dessiccateur (4) est relié à son tour à un second détendeur (6), puis à un manomètre (7) et à une vanne (8), de manière à assurer un débit constant d'air sec dans la tubulure d'amenée (21) (pression de l'air comprimé sec sur la vanne (8) compris entre six cents et mille KPa).

Le dispositif de conditionnement proprement dit désigné par la référence générale (10), com-

prend une enceinte (11) thermostatée, avantageusement calorifugée, remplie d'eau distillée (12) jusqu'à un niveau (13). Cette enceinte (11) est thermostatée par un moyen connu (14) comprenant essentiellement, immergés dans l'eau, une résistance électrique (15), un agitateur (16) associé à une pompe de circulation, un thermomètre (17) et un appareil (18) d'affichage et de contrôle de programmation de la température, l'ensemble étant pilotable depuis l'extérieur.

L'air comprimé sec débouche dans l'enceinte (11) par un orifice (20), puis est relié à une tubulure d'amenée (21) formant serpentin (22) immergé dans cette enceinte. Cette tubulure (21) et le serpentin (22) sont reliés par un raccordement en T (23) à deux autres tubulures, respectivement une tubulure immergée (24), et une autre tubulure non immergée totalement (25), sortant de l'enceinte (11). La tubulure immergée (24) est reliée à l'humidificateur (30) caractéristique de l'invention.

Cet humidificateur caractéristique étanche (30) détaillé à la figure 2, comprend essentiellement un conduit déprimogène ou dépressionnaire à effet venturi associé à une chambre de vaporisation (36). Le tube venturi est constitué dans l'ordre par un convergent (31) relié en amont (32) à la tubulure d'amenée d'air sec (24) immergée, puis en aval à un col (33). Ce col (33) est associé à un divergent (34) relié à son tour par un raccordement conique (35) à la chambre de vaporisation cylindrique caractéristique (36). Dans une forme de réalisation pratique, pour un conduit venturi de symétrie axiale, l'angle au sommet du convergent (31) est voisin de 21°, alors que l'angle au sommet du divergent (34) est voisin de 6 ou 7°.

La chambre de vaporisation caractéristique (36) présente au niveau du fond (37) un orifice (38) relié par une tubulure (39) immergée dans l'enceinte (11) à un moyen d'alimentation en eau désigné par la référence générale (40) disposé hors de cette enceinte (11). Ce moyen d'alimentation en eau (40) est thermostaté par une tubulure (41) en serpentin, puisant l'eau (12) dans l'enceinte thermostatée (11). Ce moyen d'alimentation en eau (40) disposé hors de l'enceinte, comprend essentiellement dans l'ordre un vase d'expansion et d'alimentation en eau distillée (42), relié à une vanne manuelle (43), puis à un réservoir proprement dit (44), débouchant sur une vanne (45) pilotée électro-pneumatiquement, reliée à la tubulure immergée (39). La vanne (43) est légèrement ouverte de manière à assurer un certain débit de fuite d'air et donc un maintien de l'eau (50) dans la chambre de vaporisation (36) à un niveau constant (51), défini par l'orifice (38).

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'eau distillée (50) de la chambre de vaporisation (36) est reliée par une tubulure (52), tout d'abord à

un filtre (56) à poussières destiné notamment à éviter le colmatage, puis au gicleur disposé dans le col (33) du venturi. Le bas (53) de cette tubulure (52) est disposé en dessous du niveau (51), de manière à ce que le col (33) soit alimenté en permanence en eau distillée. L'extrémité supérieure (54) de la tubulure (52) débouche exactement dans ce col (33) qui, à cet effet, présente deux orifices traversants opposés (55), disposés horizontalement en regard l'un de l'autre dans la section même du col (33) formant de la sorte gicleur.

De manière connue, le venturi induit au niveau du divergent (34) une dépression, qui entraîne l'aspiration de l'eau (50) au niveau du col (33) et sa pulvérisation instantanée sous forme de fines gouttelettes dans le divergent (34), dont partie d'entre elles retombent dans la chambre (36).

Avantageusement, l'humidificateur caractéristique (30) est usiné en bronze, et est donc conducteur thermique. En outre, il comporte des ailettes (60,61) destinées à faciliter l'échange thermique avec le liquide de transfert thermostaté (12). De la sorte, la température du divergent (34) et de la chambre de vaporisation (36) est très proche de la température du liquide thermostaté.

Dans une forme de réalisation pratique, la chambre de vaporisation (36) présente deux plaques horizontales (non représentées), percées d'orifices traversants décalés d'une plaque à l'autre, ou deux grilles appropriées, et ce afin de provoquer le dépôt sur ces plaques ou sur ces grilles des gouttes d'eau véhiculées par l'air saturé. En outre, on peut avantageusement insérer entre les deux grilles du métal fritté sous forme de grenaille, voire du "PORAL" (marque déposée). Ces plaques ou grilles sont avantageusement réalisées en un matériau conducteur thermique, permettant ainsi de compléter la condensation ou l'évaporation du liquide selon le cas, en augmentant la surface d'échange thermique. En outre, ces grilles jouent un rôle régulateur, dans la mesure où lorsque des gouttelettes d'eau se déposent au niveau desdites grilles, diminuant de la sorte le flux d'air traversant les grilles, elles réduisent de fait la différence de pression entre le col (33) du venturi et la chambre de vaporisation. De la sorte, la quantité d'eau distillée aspirée au niveau du col (33) est réduite, et par voie de conséquence, la pulvérisation diminue. De fait, une moins grande quantité de gouttelettes se dépose au niveau des grilles, réaugmentant la différence de pression, et partant la quantité d'eau pulvérisée au niveau du col (33). On obtient ainsi une auto-régulation de la saturation, et un régime permanent par rapport à la consigne imposée.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la chambre de vaporisation (36) présente au-dessus du niveau constant de l'eau (51) un orifice de

sortie (65), par lequel va s'échapper l'air quasiment saturé en vapeur. Cet orifice de sortie (65) de l'air saturé est disposé juste en-dessus d'une chambre annulaire (66), puis est reliée par une tubulure (67) immergée à une vanne mélangeuse (70) pilotée, disposée par exemple hors de l'enceinte (11), et est reliée également à la tubulure d'amenée d'air sec (25) non immergée. Si l'on souhaite travailler à haute température, il est préférable alors que la vanne mélangeuse (70) soit également immergée dans l'enceinte (11).

Pour de grands débits dans le saturateur (30) (voir figure 4), on place entre l'orifice (65) et la tubulure (67) un séparateur de gouttelettes de type centrifuge (100), disposé dans l'enceinte (11) au dessus de l'orifice (65), et dont la sortie (101) de gaz saturé est reliée à la tubulure (80). Le liquide séparé retourne ensuite par la tubulure (102) dans le liquide (50) par l'orifice (103) situé au dessous du niveau constant (51).

La vanne mélangeuse (70) est avantageusement associée à une autre vanne (71), destinée à maintenir une légère fuite pour assurer la remontée de l'eau dans la tubulure (52). La vanne mélangeuse (70) est reliée ensuite par une tubulure (72) à un serpentin (73) immergé, lequel est relié par une nouvelle tubulure (74) au volume (75) à conditionner disposée hors de l'enceinte (11).

Le dispositif de conditionnement de gaz selon l'invention fonctionne de la manière suivante.

L'air comprimé (1) est mis en température en traversant l'enceinte thermostatée (11). Son passage forcé dans le venturi (31,33,34) provoque l'aspiration de l'eau (50) contenue dans la chambre de vaporisation (36) par le biais de la canalisation (52) et de son filtre (56). L'eau qui débouche alors dans le col (33) de ce venturi sature l'air qui le traverse. Cet air, après s'être déchargé des gouttes d'eau les plus lourdes sur les plaques horizontales de la chambre de vaporisation (36), quitte cette dernière par l'orifice (65) et la canalisation (67) jusqu'à atteindre la vanne mélangeuse (70). Cette vanne (70) est pilotée de sorte que l'air qui s'en échappe en (72) ait une hygrométrie déterminée. En effet, pour une position précise de cette vanne (70), correspond une humidité d'air stable. Si l'on désire contrôler avec plus de précision le fonctionnement, on peut mesurer la température et l'humidité dans le volume à conditionner (75) et on maintient la consigne à 0,1 % d'humidité relative par de petites impulsions sur cette vanne (70).

Dans une forme d'exécution non représentée, le dispositif de conditionnement automatisé selon l'invention comprend en outre :

- un appareil de mesure de la température et de concentration en vapeur de gaz conditionné (75) ;

- un système à microprocesseur équipé d'une carte multifonctions entrées/sorties, numériques/analogiques, et un logiciel spécifique de contrôle et de pilotage des éléments pilotables, tels que (2,6,8,14,45,70), gérant les consignes programmées de température et de concentration en vapeur.

L'eau pulvérisée dans le col (33) est en partie évaporée dans le divergent (34) et la chambre (36), et l'excès retombe dans le réservoir (37). L'apport de chaleur nécessaire à cette évaporation est réalisé par le corps conducteur de l'humidificateur (30) muni d'ailettes (60,61) d'échange. Comme déjà dit, la séparation des gouttelettes et un complément d'évaporation est obtenu par passage à travers des chicanes (plaques, grilles) situées dans la chambre (36). Compte tenu de la structure même de l'humidificateur, on observe un maximum d'apport de chaleur au début du divergent, et donc dès le départ des gouttelettes dans celui-ci, et ce, du fait de la forte dépression qui règne en ce lieu. Cet apport diminue avec l'élargissement du divergent (34), et donc corollairement avec la remontée en pression. Cet échange thermique est de plus optimisé par l'adoption d'un divergent à profil effilé (6° d'angle au sommet). On obtient de la sorte un réchauffement uniforme de l'ensemble, et un apport de chaleur constant pour un débit donné.

L'air saturé produit (67) est alors mélangé à l'air sec (25) dans une vanne mélangeuse pilotable (70) pour produire l'air conditionné (75). Si une légère fuite d'air en (43) permet un balayage et le maintien du niveau d'eau constant (51) dans la chambre (36), une autre fuite contrôlée (71) permet également de maintenir un léger débit nécessaire à la pulvérisation lorsque l'on désire de l'air relativement sec. En effet, cette fuite contrôlée (71) permet l'éjection d'air saturé, et corrélativement empêche le désamorçage du venturi. Enfin, elle permet d'utiliser ce dispositif même pour de très faible débit, attendu que la perte de charge est en permanence maintenue.

L'air contenu dans la chambre (36) exerce une pression supérieure à la colonne d'eau contenue respectivement dans la tubulure (39) et dans le réservoir (44). Comme la vanne (43) autorise un léger débit de fuite d'air, il s'établit un courant inversé eau-air dans le conduit (39), de sorte que si le niveau d'eau (51) dans la chambre de vaporisation (36) dépasse celui du point haut de l'orifice (38), l'eau en excès est refoulée dans le réservoir (44). En revanche, lorsque le niveau d'eau (51) dans la chambre (36) se trouve en dessous du point haut de l'orifice (38), l'eau descend du réservoir (44) vers la chambre (36). Ainsi, le niveau d'eau dans la chambre de vaporisation (36) est régulé par excès ou par défaut, la précision de régulation étant fixé par le débit d'air de fuite

autorisé par la vanne (46). Le réservoir (44) peut se remplir de manière complémentaire à partir du vase d'expansion (42), après la fermeture de la vanne pilotée (45) et l'ouverture des vannes (43) et (46).

La figure 3 montre comme déjà dit un exemple de réalisation simplifié de l'invention. Les parties communes aux figures 1,2 et 3 ont conservé les mêmes références.

Dans cette forme de réalisation, l'air sous pression (1) est détendu à une pression de consigne par son passage dans un détendeur régulateur de pression piloté (6) avant l'entrée (20) de l'enceinte thermostatée (11). La tubulure d'amenée d'air sec (24) est intégralement reliée à l'humidificateur étanche (30), et l'orifice de sortie d'air saturé (65) est intégralement relié à une tubulure (80,67) associée en série à un détendeur (81), puis à un manomètre (82) et une vanne (83), et toujours en série au serpentin immergé (73) relié à son tour au volume (75) à conditionner. Dans une variante, l'ensemble détendeur (81)/vanne (83) peut être remplacé par un régulateur de débit. De la sorte, en faisant simplement varier le débit, on peut obtenir le conditionnement voulu du volume (75) en gaz de concentration constante en vapeur d'eau, directement fonction de la pression et de la température régnant dans l'humidificateur (30).

Dans cette forme de réalisation, le fonctionnement de l'installation est particulièrement stabilisé en débit d'air constant. Les variations d'humidité de l'air en sortie (75) sont directement liées à la pression et à la température dans l'humidificateur (30), et à la température et pression d'utilisation. Cette forme d'utilisation complètement réversible, peut également servir à déshumidifier l'air pour le conditionnement de salles par exemple, ou peut être utilisée pour des gaz comprimés autres que l'air, et d'autres liquides que l'eau. Cette solution est particulièrement avantageuse, car elle conduit à de l'air contrôlé calculable à partir de lois physiques connues, puisque tout passe par le venturi (33). Or quelque soit l'humidité demandée, le débit est toujours constant dans la chambre de vaporisation (36).

Le dispositif selon l'invention présente de nombreux avantages par rapport à ceux connus et commercialisés à ce jour. On peut citer :

- une bonne compacité et un faible encombrement ;
- la possibilité d'obtenir de grands débits conditionnés de manière efficace, ce que ne permettait pas les solutions décrites dans le préambule ;
- un fonctionnement autonome ;
- une souplesse de fonctionnement ;
- une possibilité de programmation et de gestion du conditionnement par micro-ordinateur

ou automate programmable ;

- une efficacité accrue, de par l'utilisation d'un humidificateur particulièrement performant.

De la sorte, ce dispositif peut être utilisé avec succès pour le conditionnement de tout volume ou de toute enceinte nécessitant un degré hygrométrique contrôlé et programmé avec précision, tel que par exemple dans les appareils de mesure, notamment de laboratoires, ou dans les pistolets de pulvérisation, par exemple de peinture, de mélanges gaz et solvants, etc ...

Revendications

1. Procédé pour réguler le conditionnement d'un courant gazeux, dans lequel :

- on amène la température du gaz à la température de conditionnement souhaitée,
- on sature le gaz au moyen d'un liquide dit de conditionnement,
- et on mélange le gaz saturé et conditionné thermiquement ainsi obtenu avec ledit gaz non conditionné insaturé selon une proportion fonction du conditionnement souhaité,

caractérisé en ce qu'il consiste :

- à amener la température du liquide à une température voisine de la température de conditionnement du gaz,
- à saturer le gaz par pulvérisation de ce liquide dans un conduit déprimogène à effet venturi lui-même conditionné thermiquement et comprenant dans l'ordre :
 - un convergent relié à la tubulure d'amenée du gaz comprimé,
 - un col dans lequel débouche le liquide de conditionnement,
 - un divergent débouchant dans une chambre de vaporisation délivrant le gaz saturé et conditionné.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la saturation du gaz est auto-régulée par la dépression elle-même engendrée dans le milieu dépressionnaire.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le gaz est préalablement réglé en pression à l'entrée par un moyen pilotable et est intégralement introduit dans le convergent du venturi, et en ce que le gaz saturé issu de la chambre de vaporisation est détendu à débit constant à la pression d'utilisation, afin d'obtenir un conditionnement du gaz à concentration constante en vapeur du liquide de refroidissement et directement fonction de la température et de la pression dans

le saturateur.

4. Procédé selon les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que le gaz à conditionner est de l'air comprimé et en ce que le liquide de conditionnement est de l'eau. 5
5. Dispositif régulateur de conditionnement d'un courant gazeux, comprenant dans une enceinte thermostatée (11) destinée à recevoir un liquide de transfert thermique (12), immergés dans cette enceinte (11) : 10
 - . une amenée (21,22) de gaz à une température programmée, reliée à une source (1) de gaz ; 15
 - . un saturateur (30) de gaz pour amener un liquide de conditionnement (50) au contact du gaz (1) à conditionner ;
 - . une tubulure de sortie (67,72,73,74,80) de gaz conditionné reliant l'orifice de sortie du saturateur au volume (75) à conditionner, 20
 caractérisé en ce que le saturateur (30) est constitué par un conduit déprimogène à effet venturi, associé à une chambre de vaporisation (36), comprenant des moyens d'alimentation en liquide (50) à niveau constant (51), le conduit venturi comprenant dans l'ordre : 25
 - un convergent (31) relié (32) à une tubulure d'amenée (24) thermostatée de gaz, prolongeant l'amenée (20, 21) dudit gaz comprimé ; 30
 - un col (33),
 - un divergent (34) débouchant dans la chambre de vaporisation (36), 35
 ladite chambre de vaporisation (36) présentant :
 - . une tubulure (52) reliant le liquide de conditionnement (50) et débouchant dans le col (33) du venturi, 40
 - . et un orifice de sortie (65) disposé au-dessus du niveau maximum prévu pour le liquide de conditionnement (50) dans la dite chambre de vaporisation (36). 45
6. Dispositif régulateur de conditionnement d'un courant gazeux selon la revendication 5, caractérisé en ce que la chambre de vaporisation (36) comporte une chambre de séparation liquide-gaz (66), elle-même située au dessus du niveau (51) prévu pour le liquide (50), et reliée à la tubulure de sortie (67,72,73,74,80). 50
7. Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que la chambre de vaporisation (36) présente un moyen d'alimentation (40) en liquide à niveau constant (51), constitué par un vase d'expansion (42), une première vanne (43) autorisant une légère fuite, une réserve de liquide (44) thermostatée et une seconde vanne pilotée (45), cet ensemble thermostaté disposé hors ou dans l'enceinte (11) étant relié par une tubulure (39) qui traverse l'enceinte (11) et est reliée à un orifice (38) débouchant dans la chambre de vaporisation (36) à niveau constant (51). 55

8. Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que l'extrémité de la tubulure (52) reliant par l'intermédiaire d'un filtre (56) la chambre de vaporisation (36) au col (33) du venturi, comporte deux orifices traversants (55) disposés au regard et horizontalement dans la section du col (33). 60
9. Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que la chambre de vaporisation (36) à niveau constant (51) comporte une succession de grilles ou de plaques horizontales réalisées en un matériau conducteur thermique, et faisant corps avec ladite chambre, les grilles ou plaques comportant une pluralité d'orifices décalés d'une plaque par rapport à l'autre, destinés à arrêter les gouttelettes de condensation du liquide de conditionnement, et partant à favoriser l'échange thermique entre le gaz saturé et la chambre de vaporisation. 65
10. Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que l'orifice de sortie (65) de la chambre de vaporisation (36) est relié par un séparateur (100) de gouttelettes de type centrifuge disposé dans l'enceinte (11) au dessus dudit orifice de sortie (65) et dont la sortie (101) de gaz saturé est reliée à la tubulure de sortie (80), le sortie de liquide séparé étant reliée par une tubulure (102) à la réserve de liquide (50) par un orifice (103) situé au dessous du niveau constant (51) prévu pour le liquide. 70
11. Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 5 à 10, caractérisé en ce que la tubulure d'amenée (22) de gaz sec est raccordée par un branchement (23) à une seconde tubulure (25) reliée par une vanne mélangeuse pilotée (70) à la tubulure de sortie (67) de gaz saturé de la chambre (36) de vaporisation, ladite vanne mélangeuse (70) étant reliée en série à son tour à une tubulure thermostatée (73) reliée à la tubulure de sortie (74). 75

12. Dispositif de conditionnement selon les revendications 5 et 11, caractérisé en ce que la source d'air comprimé (1) est reliée à la tubulure d'amenée (21) en série par un détendeur (3), un moyen dessicant (4) et un second détendeur (6) pour amener dans la tubulure (21) de l'air sec à débit constant. 5
13. Dispositif de conditionnement selon la revendication 11, automatisé, comportant : 10
- un appareil de mesure de la température et concentration en vapeur de gaz conditionné (75) ;
 - un système à microprocesseur équipé d'une carte multifonctions entrées/sorties, numériques/analogiques ; 15
 - un logiciel spécifique de contrôle et pilotage des éléments pilotables (2,6,8,14,45,70) gérant les consignes programmées de température et de concentration en vapeur. 20

Claims

1. Method for regulating the conditioning of a gaseous flow, in which : 25
- the temperature of the gas is brought to the desired conditioning temperature,
 - the gas is saturated by means of a liquid called conditioning liquid, 30
 - and the saturated and thermally conditioned gas thus obtained is mixed with the said non-saturated non-conditioned gas in a proportion depending on the desired conditioning, 35
- characterised in that it consists :
- in bringing the liquid temperature to a temperature in the vicinity of the temperature for conditioning the gas ;
 - in saturating the gas by pulverisation of said liquid in a pipe generating a partial vacuum by Venturi effect itself thermally conditioned, and comprising in order : 40
 - . a converging region connected to a compressed gas inlet tubing ; 45
 - . a neck, at the level of which the conditioning liquid emerges ;
 - . a diverging region emerging in a vaporisation chamber delivering the saturated and conditioned gas. 50
2. Method according to claim 1, characterised in that the saturation of the gas is self-regulated by the reduced pressure itself generated in the reduced-pressure environment. 55
3. Method according to one of claims 1 and 2, characterised in that the gas is previously

pressure-regulated at the input by a controllable means and is integrally introduced into the converging region of the Venturi, and in that the saturated gas coming from the vaporisation chamber has a pressure which is reduced at a constant rate to the pressure of use, so as to obtain a conditioning of the gas to a constant concentration of vapour of the cooling liquid and directly depending on the temperature and pressure in the humidifier.

4. Method according to one of claims 1 to 3, characterised in that the gas to be conditioned is compressed air and in that the conditioning liquid is water.

5. Regulating device for conditioning a gaseous flow, comprising in a thermostatted enclosure (11) intended to receive a heat transfer liquid (12), immersed in this enclosure (11) :

- an inlet (21, 22) of gas at a programmed temperature, connected to a source (1) of gas ;
- a gas humidifier (30) for bringing a conditioning liquid (50) into contact with the gas (1) to be conditioned ;
- a conditioned gas outlet tubing (67, 72, 73, 74, 80) connecting the outlet orifice of the humidifier to the volume (75) to be conditioned,

characterised in that the humidifier (30) is formed by a pipe generating a partial vacuum by Venturi effect, associated with a liquid constant level vaporisation chamber (36) comprising liquid supplying means, the Venturi pipe comprising, in order :

- a converging region (31) connected (32) to the thermostatted inlet tubing (24), extending the inlet (20, 21) of said compressed gas ;
- a neck (33),
- a diverging region (34) emerging in the vaporisation chamber (36),

said vaporisation chamber (36) having :

- . a tubing (52) connecting the conditioning liquid (50) and emerging in the neck (33) of the Venturi,
- . and an outlet orifice (65) disposed above the maximum specified level of the conditioning liquid (50) in said vaporisation chamber (36).

6. Regulating device for conditioning a gaseous flow according to claim 5, characterised in that the vaporisation chamber (36) comprises a liquid-gas separation chamber (66) itself located above the specified level (51) of the liquid (50) and connected to the outlet tubing (67, 72, 73,

74, 80).

7. Conditioning device according to one of claims 5 and 6, characterised in that the vaporisation chamber (36) has a means (40) for supplying liquid to a constant level (51), formed by an expansion vessel (42), a first valve (43) allowing a slight leakage, a thermostatted liquid reservoir (44) and a controlled second valve (45), this thermostatted assembly exposed outside or inside the enclosure (11) being connected via a tubing (39) which traverses the enclosure (11) and is connected to an orifice (38) emerging in the vaporisation chamber (36) having a constant level (51). 5
8. Conditioning device according to one of claims 5 to 7, characterised in that the end of the tubing (52) connecting, by means of a filter (56), the vaporisation chamber (36) to the neck (33) of the Venturi, comprises two traversing orifices (55) facing each other horizontally in the cross-section of the neck (33). 10
9. Conditioning device according to one of claims 5 to 8, characterised in that the vaporisation chamber (36) having a constant level (51) comprises a succession of horizontal plates or grids made from a thermally conductive material, and integral with said chamber, the grids or plates comprising a plurality of orifices offset from one plate in relation to another, which are intended to stop the condensation droplets of the conditioning liquid and, hence, to promote the heat exchange between the saturated gas and the vaporisation chamber. 15
10. Conditioning device according to one of claims 5 to 9, characterised in that the outlet orifice (65) of the vaporisation chamber (36) is connected via a centrifuge-type droplet separator (100) disposed in the enclosure (11) above said outlet orifice (65) and whose saturated gas outlet (101) is connected to the outlet tubing (80), the outlet of the separated liquid being connected by a tubing (102) to the liquid reserve (50) via an orifice (103) situated below the constant specified level (51) of the liquid. 20
11. Conditioning device according to any one of claims 5 to 10, characterised in that the dry gas inlet tubing (22) is connected via a branch-off (23) to a second tubing (25) connected via a controlled mixer valve (70) to the saturated gas outlet tubing (67) of the vaporisation chamber (36), said mixer valve (70) being connected in series, in turn, to a thermostatted tubing (73) connected to the outlet tubing (74). 25

12. Conditioning device according to claims 5 to 11, characterised in that the source of compressed air (1) is connected to the inlet tubing (21) in series via a pressure-reducing valve (3), a drying means (4) and a second pressure-reducing valve (6) in order to bring into the tubing (21) dry air at a constant rate. 30
13. Conditioning device according to claim 11, automated, comprising :
 - an apparatus for measuring the temperature and vapour concentration of conditioned gas (75) ;
 - a microprocessor system equipped with a digital/ analog, input/output multifunctional card ;
 - specific software for monitoring and controlling the controllable elements (2, 6, 8, 14, 45, 70) managing the programmed temperature and vapour concentration reference values. 35

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Konditionierens eines Gasstromes, bei dem
 - die Temperatur des Gases auf die gewünschte Konditioniertemperatur gebracht wird,
 - das Gas mittels einer Konditionierflüssigkeit gesättigt wird,
 - und das so erhaltene gesättigte und thermisch konditionierte Gas mit dem nicht-konditionierten ungesättigten Gas in einem von dem gewünschten Konditionieren abhängigen Verhältnis gemischt wird, dadurch gekennzeichnet, daß
 - die Temperatur der Flüssigkeit auf eine nahe bei der Konditioniertemperatur des Gases liegende Temperatur gebracht wird,
 - das Gas durch Zerstäuben der Flüssigkeit in einem Druckabfallkanal mit Venturi-Effekt gesättigt wird, der selbst thermisch konditioniert ist und in folgender Reihenfolge umfaßt:
 - einen sich verengenden Abschnitt, der mit der Rohrleitung für die Zuführung des komprimierten Gases verbunden ist,
 - einen Hals, in den die Konditionierflüssigkeit einmündet,
 - und einen sich aufweitenden Abschnitt, der in eine Verdampfungskammer mündet, die das gesättigte und konditionierte Gas abgibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sättigung des Gases durch

die Druckabsenkung selbst geregelt ist, die sich selbst in der Unterdruckatmosphäre ausbildet.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst der Druck des Gases beim Eintritt mittels eines Steuergliedes reguliert und das Gas vollständig in den sich verengenden Abschnitt des Venturi-Kanales eingeleitet wird, und daß das gesättigte, aus der Verdampfungskammer ausgelassene Gas bei konstantem Durchsatz auf den Verwendungsdruck entspannt wird, um ein Konditionieren des Gases mit konstanter Konzentration an Kühlflüssigkeitsdampf und in unmittelbarer Abhängigkeit von der Temperatur und dem Druck in dem Sättiger zu erzielen. 5 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zu konditionierende Gas komprimierte Luft und die Konditionierflüssigkeit Wasser ist. 15 20
5. Vorrichtung zur Regelung des Konditionierens eines Gasstromes, die in einem thermostabilisierten Behälter (11), der dazu vorgesehen ist, eine Flüssigkeit (12) zur Wärmeübertragung aufzunehmen, in einer in diesen Behälter (11) eingetauchten Lage umfaßt: 25
 - eine mit einer Gasquelle (1) verbundene Zuführung (21, 22) des Gases bei einer bestimmten Temperatur; 30
 - einen Sättiger (30) für das Gas, um eine Konditionierflüssigkeit (50) mit dem zu konditionierenden Gas (1) in Berührung zu bringen; 35
 - eine Auslaßrohrleitung (67, 72, 73, 74, 80) für das konditionierte Gas, die die Auslaßöffnung des Sättigers mit dem zu konditionierenden Volumen (75) verbindet, 40

dadurch gekennzeichnet, daß der Sättiger (30) einen Druckabfallkanal mit Venturi-Effekt umfaßt, der einer Verdampfungskammer (36) zugeordnet ist, die Mittel zur Beaufschlagung mit der Flüssigkeit (50) auf einen konstanten Flüssigkeitsstand (51) umfaßt, wobei der Venturi-Kanal in folgender Reihenfolge umfaßt: 45

 - einen sich verengenden Abschnitt (31), der mit einer thermostabilisierten Rohrleitung (24) für die Zuleitung des Gases verbunden ist (32), die die Verlängerung der Zuführung (20, 21) für das komprimierte Gas bildet, 50
 - einen Hals (33), 55
 - einen sich aufweitenden Abschnitt (34), der in die Verdampfungskammer (36) mündet,

wobei die Verdampfungskammer (36)

- eine Verbindungs-Rohrleitung (52) für die Konditionierflüssigkeit (50) aufweist, die in den Hals (33) des Venturi-Kanales mündet,
 - und eine Auslaßöffnung (65) aufweist, die oberhalb des maximalen für die Konditionierflüssigkeit (50) in der Verdampfungskammer (36) vorgesehenen Flüssigkeitsstandes angeordnet ist.
6. Vorrichtung zur Regelung des Konditionierens eines Gasstromes nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfungskammer (36) eine Flüssigkeit-Gas-Trennkammer (66) aufweist, die oberhalb des für die Flüssigkeit (50) vorgesehenen Flüssigkeitsstandes (51) angeordnet ist und mit der Auslaßrohrleitung (67, 72, 73, 74, 80) verbunden ist.
 7. Vorrichtung zum Konditionieren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfungskammer (36) ein Mittel (40) für die Beaufschlagung mit der Flüssigkeit auf einen konstanten Flüssigkeitsstand (51) aufweist, das ein Expansionsgefäß (42), ein erstes Ventil (43) mit einer geringfügigen Leckage, eine thermostabilisierte Flüssigkeitsreserve (44) und ein zweites Steuerventil (45) umfaßt, wobei diese thermostabilisierte Einheit, die außerhalb des oder in dem Behälter (11) angeordnet ist, mit einer Rohrleitung (39) verbunden ist, die durch den Behälter (11) verläuft und mit einer Öffnung (38) verbunden ist, die in die Verdampfungskammer (36) in Höhe des konstanten Flüssigkeitsstandes (51) mündet.
 8. Vorrichtung zum Konditionieren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das äußere Ende der Rohrleitung (52), die über einen zwischengeschalteten Filter (56) die Verdampfungskammer (36) mit dem Hals (33) des Venturi-Kanales verbindet, zwei durchgehende Öffnungen (55) aufweist, die einander gegenüberliegend und horizontal in dem Abschnitt des Halses (33) angeordnet sind.
 9. Vorrichtung zum Konditionieren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfungskammer (36) mit konstantem Flüssigkeitsstand (51) eine Folge von aus einem wärmeleitenden Material bestehenden Gittern oder horizontalen Platten aufweist, die mit der Kammer eine Einheit bilden, wobei die Gitter oder Platten eine Vielzahl von Öffnungen aufweisen, die von einer Platte zur

anderen gegenseitig versetzt sind und dazu vorgesehen sind, die Kondenströpfchen der Konditionierflüssigkeit aufzufangen und mithin den Wärmeaustausch zwischen dem gesättigten Gas und der Verdampfungskammer zu fördern. 5

Stellwerte der Temperatur und der Dampfkonzentration verwaltet.

10. Vorrichtung zum Konditionieren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslaßöffnung (65) der Verdampfungskammer (36) mit einem in der Art einer Zentrifuge ausgebildeten Tröpfchenabscheider (100) verbunden ist, der in dem Behälter (11) oberhalb der Auslaßöffnung (65) angeordnet ist, und dessen Auslaß (101) des gesättigten Gases mit der Auslaßrohrleitung (80) verbunden ist, wobei der Auslaß der abgeschiedenen Flüssigkeit durch eine Rohrleitung (102) mit der Flüssigkeitsreserve (50) durch eine Öffnung (103) verbunden ist, die sich unterhalb des für die Flüssigkeit vorgesehenen Flüssigkeitsstandes (51) befindet. 10
15
20
11. Vorrichtung zum Konditionieren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrleitung (22) für die Zuführung des trockenen Gases mittels einer Verzweigung (23) an eine zweite Rohrleitung (25) angeschlossen ist, die durch ein Steuermischventil (70) mit der Auslaßrohrleitung (67) des gesättigten Gases der Verdampfungskammer (36) verbunden ist, wobei das Mischventil (70) seinerseits seriell mit einer thermostabilisierten Rohrleitung (73) verbunden ist, die mit der Auslaßrohrleitung (74) verbunden ist. 25
30
35
12. Vorrichtung zum Konditionieren nach einem der Ansprüche 5 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Quelle für die komprimierte Luft (1) mit der Zuführungsrohrleitung (21) seriell mit einem Reduzierventil (3), einem Trockenmittel (4) und einem zweiten Reduzierventil (6) verbunden ist, um die Rohrleitung (21) mit trockener Luft bei konstantem Durchsatz zu beaufschlagen. 40
45
13. Vorrichtung zum Konditionieren nach Anspruch 11, die automatisiert ist, mit:
 - einer Meßapparatur für die Temperatur und die Dampfkonzentration des konditionierten Gases (75); 50
 - einem Mikroprozessorsystem, das mit einer Multifunktionskarte für numerische/analoge Eingaben/ Ausgaben ausgerüstet ist; 55
 - einem spezifischen Kontroll- und Steuerprogramm für die Steuerelemente (2, 6, 8, 14, 45, 70), das die programmierten

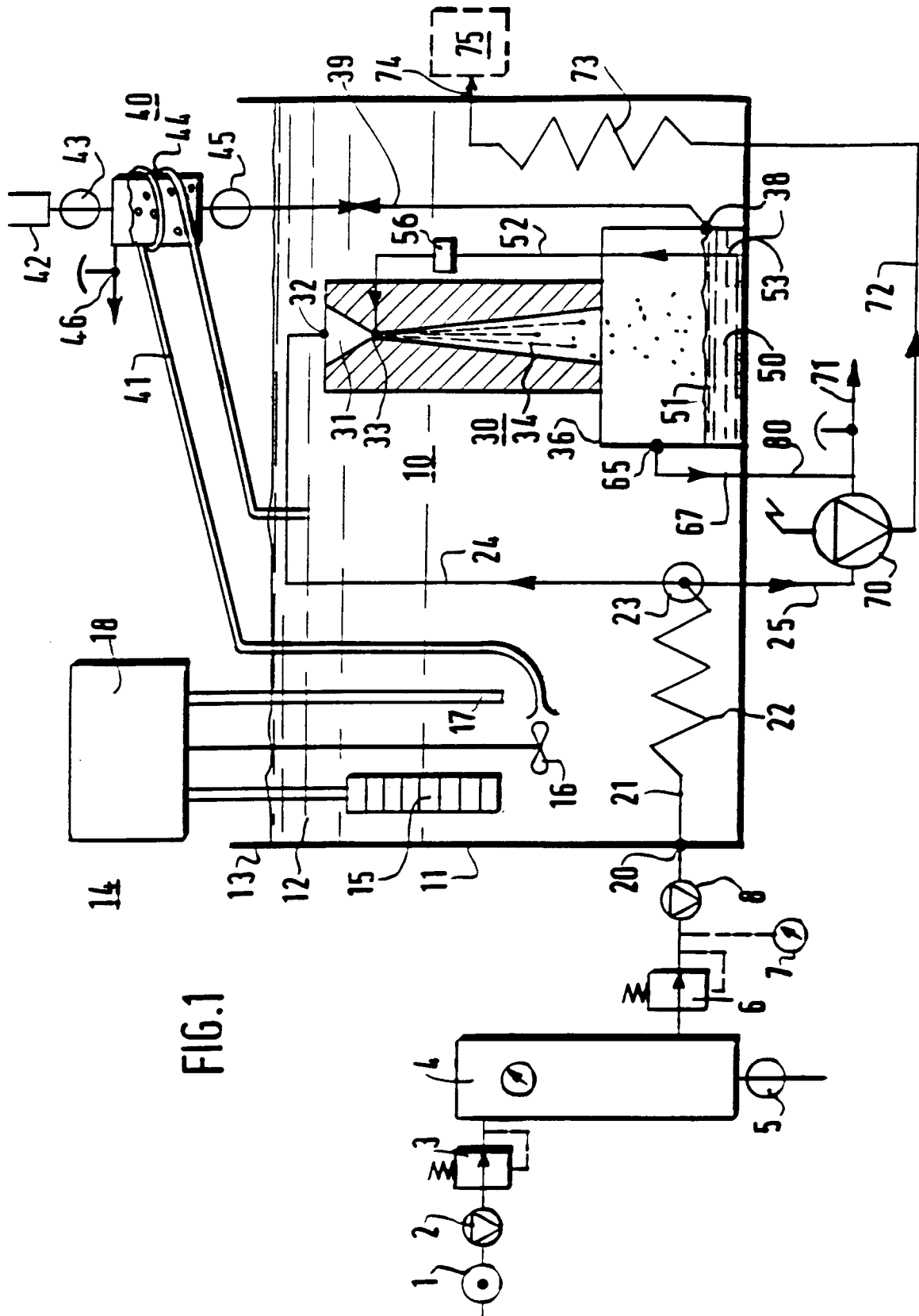
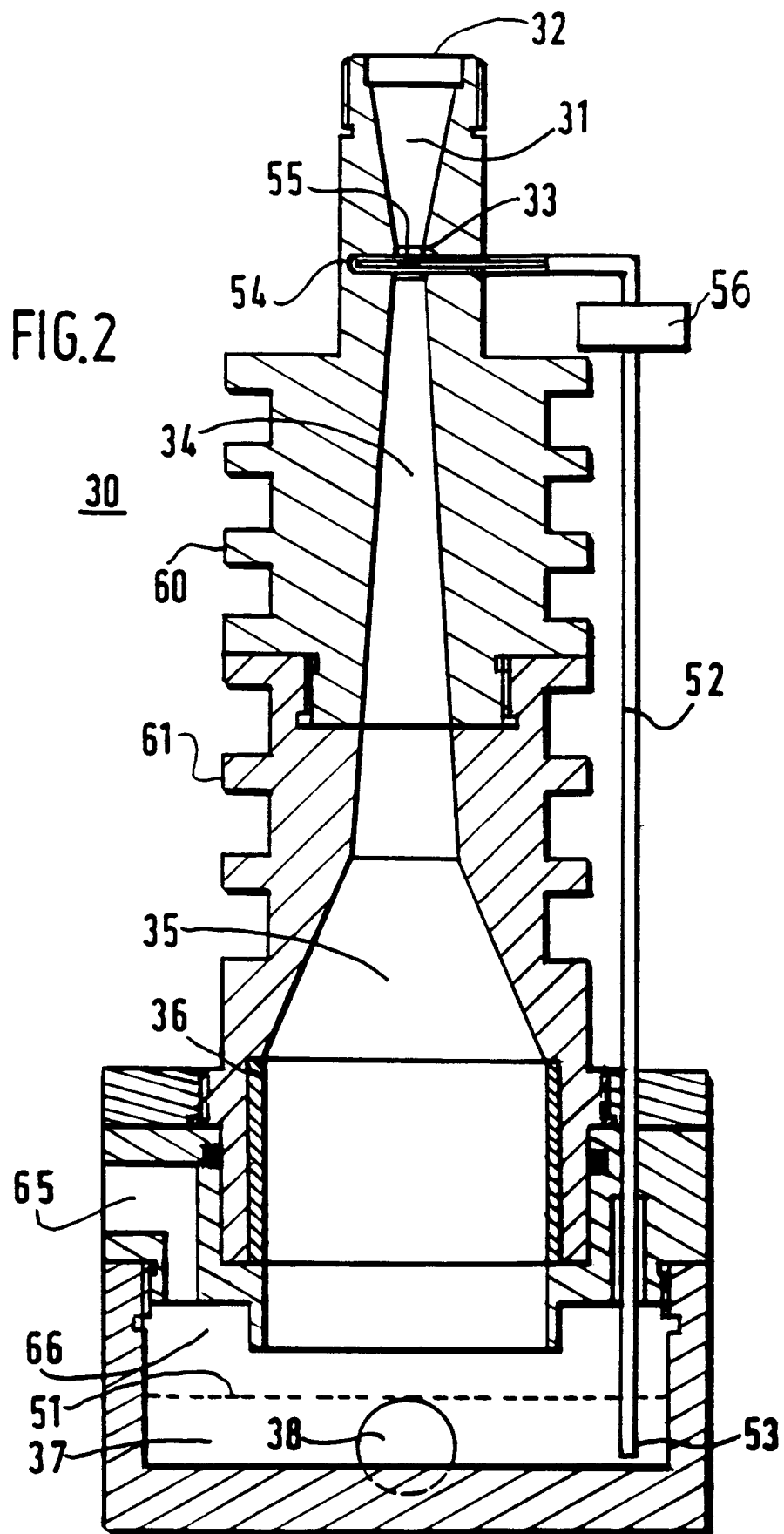


FIG. 1



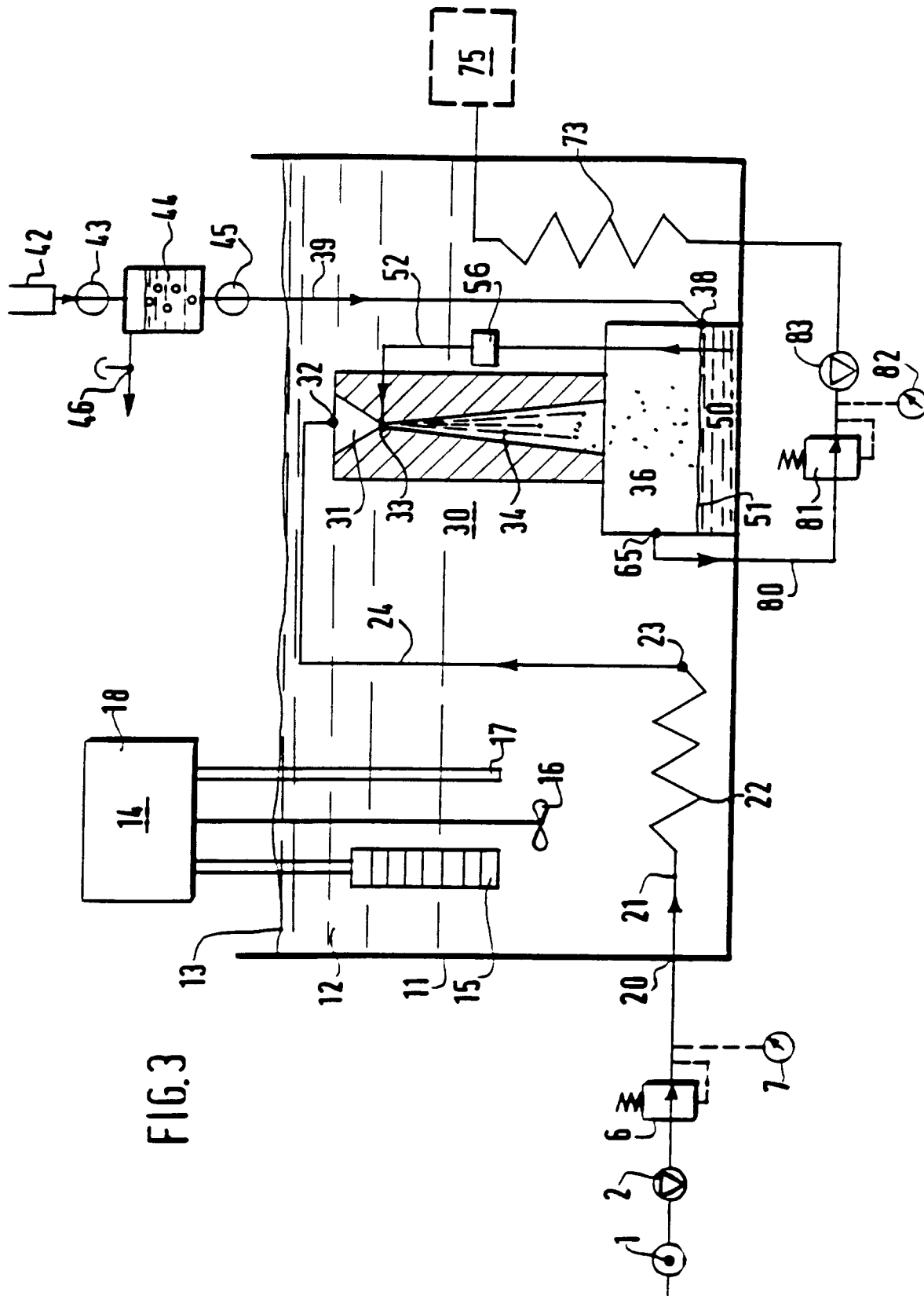


FIG. 3

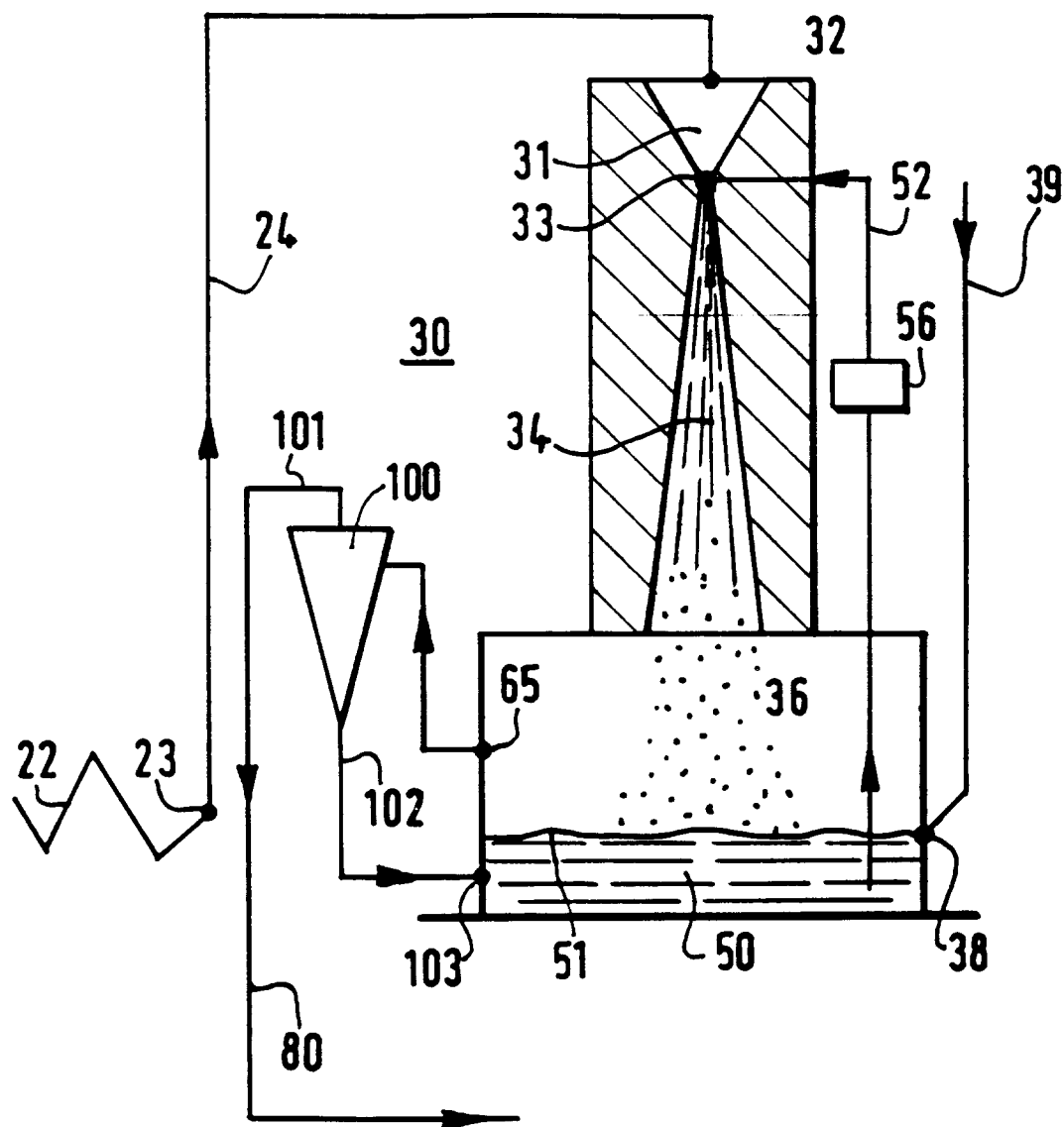


FIG.4