



(11) **EP 1 473 464 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**10.11.2010 Bulletin 2010/45**

(51) Int Cl.:  
**F04D 29/04<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **04290914.3**

(22) Date de dépôt: **06.04.2004**

(54) **Compresseur centrifuge du type en porte-à-faux**

Kreiselverdichter mit überhängendem Rotor

Centrifugal compressor of the overhung type

(84) Etats contractants désignés:  
**CH DE GB IT LI NL**

(30) Priorité: **28.04.2003 FR 0305185**

(43) Date de publication de la demande:  
**03.11.2004 Bulletin 2004/45**

(73) Titulaire: **Thermodyn**  
**92084 Paris-La-Defense Cedex (FR)**

(72) Inventeur: **Pugnet, Jean-Marc**  
**71200 Le Creusot (FR)**

(74) Mandataire: **Casalonga, Axel**  
**Casalonga & Partners**  
**Bayerstrasse 73**  
**80335 München (DE)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 373 817 FR-A- 2 592 688**  
**US-A- 4 385 768 US-A- 5 141 389**

**EP 1 473 464 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention concerne un groupe compresseur centrifuge et, en particulier, un compresseur centrifuge pour groupe compresseur du type en porte-à-faux.

**[0002]** Plus particulièrement, l'invention concerne l'équilibrage de la poussée axiale d'un compresseur centrifuge lors de sa mise en service, afin de permettre le démarrage même avec une machine restée pressurisée à l'arrêt.

**[0003]** On connaît déjà, dans l'état de la technique, des compresseurs centrifuges comprenant des moyens pour compenser la poussée axiale supportée par le rotor du compresseur, à l'arrêt. On pourra ainsi se référer au document US-514 13 89.

**[0004]** Comme on le voit sur la figure 1, un groupe compresseur du type en porte-à-faux conventionnel comporte classiquement un moyen moteur 10, constitué par exemple par un moteur électrique ou par une turbine disposée à l'intérieur d'un carter 18 et entraînant en rotation un rotor 10, lequel est maintenu en position par un ensemble de paliers radiaux, tels que 14, et de paliers axiaux, tels que 16.

**[0005]** En outre, le turbocompresseur comporte un compresseur 20. Dans l'exemple de réalisation représenté sur la figure 1, le compresseur 20 est un compresseur mono étagé. Ce compresseur comporte une roue à aubes 22 entraînée en rotation par le rotor 10 dans un stator 24 assurant, d'une part, un accroissement de la pression statique d'un gaz incident, aspiré selon la direction représentée par la flèche F1 à partir d'une conduite d'admission 26 et, d'autre part, un accroissement de l'énergie cinétique de ce gaz. En aval de la roue 22, le gaz est recueilli par une volute de sortie 27 en vue de le canaliser, puis de le ralentir, transformant ainsi en pression une partie importante de son énergie cinétique, puis est délivré en sortie du compresseur selon la flèche F2.

**[0006]** De manière connue en soi, l'élévation de pression du gaz dans la roue aubée 22 provoque une force de réaction axiale, dirigée vers l'entrée du gaz dans la roue. C'est pourquoi le compresseur est pourvu de moyens d'équilibrage de la poussée axiale ainsi engendrée.

**[0007]** Par ailleurs, afin d'éviter de rejeter dans l'atmosphère ambiante des effluents gazeux qui peuvent être nuisibles pour le personnel ou pour l'environnement ou d'économiser le gaz, ou encore dans le but d'accélérer les procédures de démarrage, pour rendre plus rapide la fourniture de gaz aux unités dans lesquelles les compresseurs sont installés, en supprimant notamment l'inertage préalable par un gaz inerte lorsque le gaz de procédé est inflammable, les compresseurs sont généralement maintenus sous pression lorsqu'ils sont à l'arrêt. Comme on le sait, ce maintien sous pression du compresseur engendre, à l'arrêt, des efforts sur la roue à aubes 22 provoquant l'apparition d'une force résultante sur le rotor, laquelle s'applique sur la garniture d'étanchéité de bout d'arbre, sur une surface définie par un

diamètre d'étanchéité de la garniture d'étanchéité.

**[0008]** Ainsi, alors que les moyens d'équilibrage de poussée axiale sont efficaces pour compenser les efforts qui s'exercent sur le rotor lors du fonctionnement du turbocompresseur, ils sont inefficaces pour compenser la poussée axiale qui s'exerce sur la garniture d'étanchéité de bout d'arbre, à l'arrêt du compresseur alors que celui-ci est maintenu sous pression à l'arrêt.

**[0009]** Le but de l'invention est donc de pallier cet inconvénient et de fournir un compresseur pour groupe compresseur centrifuge du type en porte-à-faux capable d'équilibrer la poussée axiale engendrée sur le rotor à l'arrêt du compresseur.

**[0010]** L'invention a donc pour objet un compresseur centrifuge pour groupe compresseur du type en porte-à-faux comprenant un ensemble d'au moins une roue à aubes de compression montée sur un rotor destiné à être entraîné en rotation par un moyen moteur dans un corps statorique et des moyens de compensation de la poussée axiale qui est engendrée par l'effort exercé par le gaz sur la roue à aubes et qui est appliquée sur le rotor.

**[0011]** Selon une caractéristique générale de ce compresseur, les moyens de compensation sont adaptés pour compenser la poussée axiale supportée par le rotor à l'arrêt du compresseur.

**[0012]** Selon une autre caractéristique du compresseur selon l'invention, les moyens de compensation comportent des moyens pour engendrer une dépression sur l'une des faces aptes à compenser au moins en partie ladite poussée axiale.

**[0013]** Dans le cas où le compresseur est multiétagé, la dépression est formée sur la roue du premier étage de compression. La face sur laquelle est engendrée la dépression est dès lors la face d'aspiration d'un gaz manipulé par le compresseur.

**[0014]** Dans un mode de réalisation, le corps statorique comporte une canalisation traversante débouchant en regard de ladite face de la roue.

**[0015]** Afin d'exercer un effort apte à compenser la poussée axiale appliquée sur le rotor, le bord d'attaque des aubes de la roue à aubes comporte un flasque avant pourvu d'un épaulement annulaire axial délimité par deux portions cylindriques de diamètre croissant du bord d'attaque vers le bord de fuite de la roue, la canalisation débouchant en regard de cet épaulement annulaire.

**[0016]** En ce qui concerne la canalisation, celle-ci débouche vers l'extérieur du compresseur et est équipée avantageusement d'un dispositif de régulation de pression adapté pour obturer ladite canalisation lors du fonctionnement du compresseur et à ouvrir ladite canalisation à l'arrêt du compresseur.

**[0017]** D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1, dont il a déjà été fait mention, illustre la structure générale d'un groupe compresseur

- conventionnel ;
- la figure 2 illustre une vue en coupe d'une partie d'un compresseur conforme à l'invention ; et
- la figure 3 illustre un autre mode de réalisation d'un compresseur selon l'invention pourvu d'un dispositif de régulation de pression.

**[0018]** Sur la figure 2, on a représenté un compresseur centrifuge d'un groupe compresseur du type en porte-à-faux.

**[0019]** Sur cette figure, seule une partie pertinente du compresseur a été représentée, le reste du groupe compresseur étant par ailleurs identique au groupe compresseur décrit précédemment en référence à la figure 1.

**[0020]** Sur cette figure 2, on a également considéré que le compresseur est un compresseur à un seul étage. On conçoit cependant que l'invention s'applique également à la réalisation d'un compresseur multiétagé, par exemple à deux étages.

**[0021]** Ainsi, la portion de compresseur représentée sur cette figure 2 est destinée à faire partie d'un compresseur centrifuge d'un groupe compresseur du type en porte-à-faux, c'est-à-dire un groupe compresseur qui comporte un moyen moteur, par exemple un moteur électrique ou une turbine entraînant en rotation un rotor 28, dont seule une partie a été représentée, sur lequel est directement monté un compresseur.

**[0022]** Le compresseur, quant à lui, comporte un certain nombre d'éléments statoriques, tels que 30 et 32, délimitant conjointement une conduite d'admission 34 par laquelle le gaz à manipuler est aspiré et, en aval, en considérant la direction de distribution du gaz dans le compresseur, un diffuseur 36, lequel débouche dans une volute de refoulement (non représentée).

**[0023]** Une roue à aube 38 est solidaire du rotor 28. Cette roue à aubes comporte, au niveau de son bord d'attaque, un flasque avant 40 et, au niveau du bord de fuite, un flasque arrière 42.

**[0024]** Afin d'équilibrer la pression appliquée sur le rotor à l'arrêt du compresseur, lorsque celui-ci est maintenu sous pression, le corps statorique, constitué par les éléments précités 30 et 32, est pourvu d'une canalisation 44 traversant le corps et, en particulier, l'élément statorique désigné par la référence numérique 30, de manière à mettre à la pression atmosphérique une portion annulaire axiale 46 du flasque avant 40. On voit en particulier sur cette figure 2 que la canalisation 44 débouche dans une cavité 48 ménagée entre le corps statorique et le flasque avant 40, au voisinage de cette surface annulaire 46. Cette surface 46 est délimitée par une première portion cylindrique 50 du flasque avant 40 et par une deuxième portion cylindrique 52 de diamètre extérieur supérieur à la première portion 50 et disposées coaxialement respectivement vers l'avant du compresseur et vers l'arrière du compresseur, en considérant la circulation du gaz à l'entrée du compresseur.

**[0025]** Afin d'assurer une étanchéité au gaz, deux joints à labyrinthe 54 et 56 sont interposés entre le corps

statorique et les première et deuxième portions cylindriques 50 et 52, respectivement.

**[0026]** Comme on le conçoit, la mise à la pression atmosphérique de la cavité 48 alors que le reste du compresseur est sous pression provoque l'apparition d'un effort d'aspiration sur le flasque avant 40, localisé à la surface annulaire 48, dirigé selon la flèche F3. La force d'attraction ainsi créée par cette dépression régnant dans la cavité 48 est prévue pour compenser la force développée sur la garniture d'étanchéité de bout d'arbre par la pression interne régnant dans le reste de la machine.

**[0027]** Ainsi, de préférence, la surface annulaire axiale 46 présente des dimensions correspondant à celles de la garniture d'étanchéité de sorte que les pressions soient valablement compensées. La butée du compresseur est soulagée, et celui-ci, peut aisément démarrer.

**[0028]** On notera que la mise en communication de la cavité 48 avec l'atmosphère ne s'effectue que lors du démarrage du compresseur de manière à faciliter ce dernier. Au cours de cette mise en communication, une fuite de gaz ainsi créée, à partir d'une zone du corps pressurisé délimitée par les deux joints 54 et 56, est envoyée à un réseau de torches afin d'éviter l'apparition d'effluents gazeux au voisinage du compresseur. Comme indiqué précédemment, cette fuite n'est cependant créée que pendant le court instant pendant lequel la vitesse du compresseur est augmentée.

**[0029]** Comme on le voit sur la figure 3, afin de permettre cette dépression localisée et momentanée dans le compresseur lors du démarrage de la machine, la canalisation 44 est raccordée au réseau de torches 58 par l'intermédiaire d'un dispositif de régulation de pression 60. Ce dispositif comporte une vanne 62 pilotée à l'ouverture et à la fermeture par un dispositif de commande 64. Des moyens de mesure 66 de la pression régnant dans la canalisation 44 fournissent des informations quant à la pression régnant dans la canalisation 44, et donc dans la cavité 48. Le dispositif de commande 64 est dûment programmé de manière à dépressuriser la cavité 48 lors du démarrage du compresseur et à obturer la canalisation 44 par action sur la vanne 62 lors du fonctionnement normal du compresseur.

## Revendications

1. Compresseur pour groupe compresseur centrifuge du type en porte-à-faux, comprenant un ensemble d'au moins une roue à aubes (38) de compression montée sur un rotor (28) destiné à être entraîné en rotation par un moyen moteur dans un corps statorique (30, 32) et des moyens (44, 48) de compensation de la poussée axiale qui est engendrée par l'effort exercé par le gaz sur la roue à aubes et qui est appliquée sur le rotor, les moyens de compensation étant adaptés pour compenser la poussée axiale supportée par le rotor à l'arrêt du compresseur, ca-

**ractérisé en ce que** les moyens de compensation comportent des moyens (44, 48) pour engendrer une dépression sur l'une des faces (40) d'une roue à aubes apte à compenser au moins en partie ladite poussée axiale, la face sur laquelle est engendrée la dépression étant la face (40) d'aspiration d'un gaz manipulé par le compresseur.

2. Compresseur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la roue à aubes (38) sur laquelle est appliquée la dépression est la roue constitutive d'un premier étage de compression.
3. Compresseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le corps statorique comporte une canalisation traversante (44) débouchant en regard de ladite face de la roue.
4. Compresseur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le bord d'attaque des aubes de la roue à aubes comporte un flasque avant (40) pourvu d'un épaulement annulaire axial (46) délimité par deux portions cylindriques (50, 52) de diamètre croissant du bord d'attaque vers le bord de fuite de la roue, la canalisation débouchant en regard dudit épaulement annulaire (46).
5. Compresseur selon l'une des revendications 3 et 4, **caractérisé en ce que** la canalisation (44) débouche vers l'extérieur du compresseur et est équipée d'un dispositif de régulation de pression (60) adapté pour obturer ladite canalisation lors du fonctionnement du compresseur et à ouvrir ladite canalisation à l'arrêt du compresseur.

#### Claims

1. Compressor for centrifugal compressor unit of the overhung type, comprising an assembly of at least one bladed compression wheel (38) mounted on a rotor (28) designed to be turned by a motor means in a stator body (30, 32) and means (44, 48) for compensating for the axial thrust which is generated by the force of the gas on the bladed wheel and which is applied to the rotor, the compensating means being such as to compensate for the axial thrust received by the rotor when the compressor stops; said compressor being **characterized in that** the compensating means comprise means (44, 48) for generating a vacuum on one of the faces (40) of a bladed wheel such as to compensate at least partly for said axial thrust, the face on which the vacuum is generated being the suction face (40) which draws a gas handled by the compressor.
2. Compressor according to Claim 1, **characterized in that** the bladed wheel (38) to which the vacuum is

applied is the wheel that forms a first compression stage.

3. Compressor according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the stator body comprises a through-channel (44) with an exit directed towards said face of the wheel.
4. Compressor according to Claim 3, **characterized in that** the leading edge of the blades of the bladed wheel comprises a front flange (40) provided with an axial annular shoulder (46) defined by two cylindrical portions (50, 52) whose diameter increases from the leading edge to the trailing edge of the wheel, and the channel has an exit directed towards said annular shoulder (46).
5. Compressor according to either of Claims 3 and 4, **characterized in that** the channel (44) has an exit directed towards the exterior of the compressor and is equipped with a pressure regulating device (60) suitable for closing said channel when the compressor is in operation and opening said channel when the compressor stops.

#### Patentansprüche

1. Kreiselerdichter für ein Kreiselerdichteraggregat der überhängenden Art, mit einer Anordnung aus mindestens einem an einem Rotor (28) angebrachten Verdichtungslaufrad (38), das durch ein Antriebsmittel in einem Statorkörper (30, 32) drehangetrieben werden soll, und Mitteln (44, 48) zum Ausgleich des Axialschubs, der durch die durch das Gas auf das Laufrad ausgeübte Kraft, die an den Rotor angelegt wird, erzeugt wird, wobei die Ausgleichsmittel dazu ausgeführt sind, den von dem Rotor bei Anhalten des Verdichters aufgenommenen Axial Schub auszugleichen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichsmittel Mittel (44, 48) zum Erzeugen eines Unterdrucks an einer der Flächen (40) eines Laufrads aufweisen, der den Axialschub zumindest teilweise ausgleichen kann, wobei die Fläche, an der der Unterdruck erzeugt wird, die Fläche (40) zum Ansaugen eines von dem Verdichter gehandhabten Gases ist.
2. Verdichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Laufrad (38), an das der Unterdruck angelegt wird, das eine erste Druckstufe bildende Rad ist.
3. Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Statorkörper einen Querkanal (44) aufweist, der gegenüber der Fläche des Rads mündet.

4. Verdichter nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorderkante der Schaufeln des Laufrads einen vorderen Flansch (40) aufweist, der mit einer ringförmigen, axialen Schulter (46) versehen ist, die von zwei zylindrischen Teilen (50, 52) begrenzt wird, deren Durchmesser von der Vorderkante zur Hinterkante des Rads zunimmt, wobei der Kanal gegenüber der ringförmigen Schulter (46) mündet.
5. Verdichter nach einem der Ansprüche 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kanal (44) zur Außenseite des Verdichters mündet und mit einer Druckregelvorrichtung (60) versehen ist, die dazu ausgeführt ist, den Kanal bei Betrieb des Verdichters zu schließen und den Kanal bei Anhalten des Verdichters zu öffnen.

5

10

15

20

25

30

35

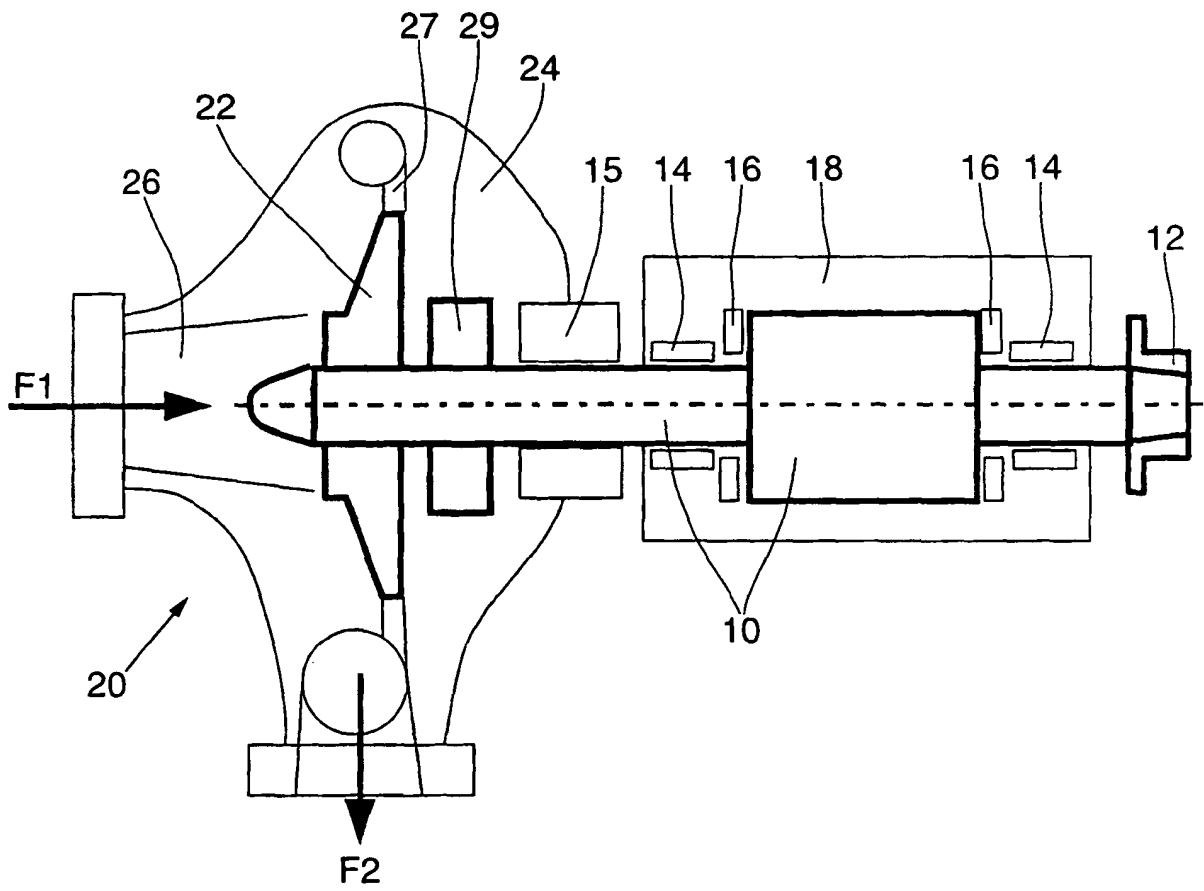
40

45

50

55

FIG.1





**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 5141389 A [0003]