

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 663 986 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.01.1999 Patentblatt 1999/02

(21) Anmeldenummer: **93917771.3**

(22) Anmeldetag: **09.08.1993**

(51) Int Cl.⁶: **F04C 29/10, F04B 49/10**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP93/02116

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 94/09275 (28.04.1994 Gazette 1994/10)

(54) **TROCKENVERDICHTENDE VAKUUMPUMPE**

DRY-COMPRESSION VACUUM PUMP

POMPE A VIDE A COMPRESSION A SEC

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT NL

(30) Priorität: **12.10.1992 DE 4234169**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.07.1995 Patentblatt 1995/30

(73) Patentinhaber: **Balzers und Leybold Deutschland
Holding Aktiengesellschaft
63450 Hanau (DE)**

(72) Erfinder:

- **KUHN, Monika
D-50672 Köln (DE)**
- **KRIEHN, Hartmut
D-50997 Köln (DE)**

- **BAHNEN, Rudolf
D-52159 Roetgen (DE)**

(74) Vertreter: **Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys.
Aggerstrasse 24
50859 Köln (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 365 695 EP-A- 0 448 750
EP-A- 0 472 933 EP-A- 0 476 631
BE-A- 393 431 DE-A- 1 403 467
GB-A- 1 195 368**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 316
(M-438)(2039) 12 Dezember 1985 & JP,A,60 150
491 (EBARA SEISAKUSHO K.K.) 8 August 1985**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 663 986 B1

Beschreibung

Trockenverdichtende Vakuumpumpen sind Pumpen mit ölfreien Schöpfräumen. Ihr Vorteil liegt darin, daß sie ein von Kohlenwasserstoffen freies Vakuum erzeugen. Sie werden deshalb bevorzugt zur Evakuierung von Kammern eingesetzt, in denen Ätz-, Beschichtungs- oder andere Vakuumbehandlungs- oder Vakuumherstellprozesse ablaufen. Als trockenverdichtende Vakuumpumpen haben sich insbesondere Roots-
 5 pumpen oder mehrstufige Klauenpumpen bewährt, also Zweiwellenvakuumpumpen mit ein oder mehreren Stufen. In jeder Stufe befindet sich ein Rotorpaar. Die Drehbewegung der Rotoren erfolgt zueinander und zur Schöpfraumwandung hin berührungsfrei.

Beim Einsatz trockenverdichtender Vakuumpumpen bei den oben erwähnten Prozessen oder auch zur Evakuierung von Rezipienten, in denen chemische Prozesse ablaufen, geschieht es häufig, daß - je nach Applikation - Feststoffe oder Flüssigkeiten in die Pumpe gelangen. Solange diese lediglich durch die Pumpe hindurchgefördert werden, beeinträchtigen sie deren Funktion kaum. Häufig handelt es sich jedoch um chemisch oder physikalisch reagierende Stoffe, die zu Schichtbildungen (insbesondere bei Staubaufschlag) führen, so daß die Gefahr reduzierter Standzeiten der Vakuumpumpe besteht. Die Gefahr eines Staubaufschlags besteht insbesondere dann, wenn die Pumpe Halbleiterprozeßgase fördert. Bei dieser Applikation bilden sich unter Umständen äußerst feine Feststoffpartikel erst während der Verdichtung der Gase, also während des Durchtritts der abzuführenden Gase durch die Vakuumpumpe. Unmittelbar oder mittelbar in die Vakuumpumpe gelangende Feststoffpartikel können sich im Schöpfraum ablagern, wo sie zunächst den zwischen den Rotoren befindlichen Spalt verengen. Weitere Ablagerungen führen dazu, daß sich die Rotoren berühren, was zu einem Aufwalzen der Feststoffpartikel auf die Rotoroberflächen führt. Nehmen die Ablagerungen weiter zu, dann kommt es zu einer Verdickung der aufgewalzten Schicht, so daß eine die Rotoren und damit die Rotorwellen auseinanderdrückende Kraft entsteht. Diese führt insbesondere bei einem weiteren Anwachsen der aufgewalzten Schicht zu Lagerschäden und damit zum Ausfall der Pumpe.

Aus den geschilderten Gründen werden beim Einsatz trockenverdichtender Vakuumpumpen in den geschilderten Applikationen die Pumpen in regelmäßigen, aus Sicherheitsgründen relativ kurzen Abständen gewartet, und zwar nicht nur mit dem Ziel, der Reduzierung von Standzeiten vorzubeugen, sondern auch, um durch Betriebsstörungen der Vakuumpumpe verursachte Betriebsunterbrechungen zu vermeiden. Für die notwendigen Wartungsarbeiten sind aber ebenfalls Betriebsunterbrechungen erforderlich, so daß man dennoch bestrebt ist, die Service-Intervalle nicht allzu kurz zu wählen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu-

grunde, die beim Betrieb von trockenverdichtenden Vakuumpumpen wegen der Gefahr von Belagbildungen notwendigen, durch Wartungsarbeiten bedingten Betriebsunterbrechungen zu reduzieren, ohne jedoch das Risiko reduzierter Standzeiten bzw. das Risiko von Betriebsunterbrechungen durch Betriebsstörungen der trockenverdichtenden Vakuumpumpen zu erhöhen.

Die Lösung dieser Aufgabe setzt die Überwachung von Belagbildungen voraus. Dieses geschieht dadurch, daß applikationsspezifische, zu Abweichungen vom normalen Betriebszustand führende Erscheinungen oder deren Wirkungen überwacht werden und daß nach dem Erreichen einer vorgegebenen Abweichungsgröße, die eine künftige Gefährdung des Betriebs der Vakuumpumpe erkennen läßt, Service-Maßnahmen ergriffen werden.

Entsprechend den in den Patentansprüchen angegebenen Lösungen der Aufgabe können Druckänderungen, Änderungen des Motorstromes, Änderungen eines Inertgasstromes oder Kapazitätsänderungen zur Überwachung von Belagbildungen in der Pumpe verwendet werden. Der mit diesen Vorschlägen verbundene Vorteil liegt im wesentlichen darin, daß unnötig häufige Betriebsunterbrechungen aufgrund von Wartungsarbeiten vermieden werden können. Belagbildungen in der Pumpe werden laufend überwacht. Anzeichen für drohende Störungen des Betriebs können rechtzeitig erkannt werden. Es besteht deshalb die Möglichkeit, die Service-Intervalle so lange auszudehnen, bis die Gefahr von Betriebsstörungen angezeigt wird. Da die Zeiten bis zu einer derartigen Anzeige von Applikation zu Applikation verschieden ist, können die Service-Intervalle der jeweiligen Applikation optimal angepaßt werden.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand der Figur erläutert werden.

Die Figur zeigt die Ansicht einer mehrstufigen Klauen-
 40 envakuumpumpe 1, wie sie beispielsweise aus der EU-A-365 695 bekannt ist. Die beiden letzten Stufen 2 und 3 sind geschnitten dargestellt, und zwar in Höhe einer der beiden Wellen 4. Der Antrieb der Wellen erfolgt mit Hilfe des Antriebsmotors 5 über nicht sichtbare Getrieberäder, die auch für die Synchronisation der Wellen 4 bzw. der Rotorpaare 6, 7 in den Stufen 2, 3 sorgen. Die Rotorpaare 6, 7 befinden sich in Schöpfräumen 8, 9, die durch Seitenschilde 11 (nur eines ist sichtbar) voneinander getrennt sind. Die letzte Stufe 3 wird gebildet vom Seitenschild 11 und von einer Auslaßscheibe 12, in der sich der Auslaßkanal 13 befindet. Die durch die Pumpe 1 geförderten, aus der letzten Stufe 3 ausgeschobenen Gase gelangen durch den Auslaßkanal 13 in einen Schalldämpfer 14 und von dort aus - ggf. nach einer Reinigung - ins Freie.

Die Wellen 4 durchdringen die Seitenschilde 11 und die Auslaßscheibe 12. In Höhe der Durchdringungen sind Labyrinthdichtungen 15 vorgesehen. Schematisch angedeutet ist weiterhin, daß die Labyrinthdichtungen 15 zwischen den Wellen 4 und der Auslaßscheibe 12

mit einem "purge seal" ausgerüstet sind. Dazu wird jeweils in einen Raum unterhalb der Labyrinthdichtung 15 über die Leitung 16 mit dem Gasratenmeßgerät 17 Inertgas, vorzugsweise Stickstoff, eingelassen. Über die Labyrinthdichtungen 15 und den Spalt zwischen dem jeweiligen Rotor 7 und der zugehörigen Schöpfraumwand wird ständig ein Inertgasstrom aufrechterhalten, und zwar in Richtung Schöpfraum 9. Dadurch wird verhindert, daß schädliche Bestandteile der von der Klauerpumpe 1 geförderten Gase nicht in den unterhalb der Auslaßscheibe 12 befindlichen Lager- und Getrieberaum 18 gelangen.

Um die Funktion der dargestellten Klauenvakuumpumpe 1 in Bezug auf applikationsbedingte Abweichungen vom Normalbetrieb überwachen zu können, sind mehrere Alternativen schematisch dargestellt, die einzeln, mehrfach oder auch zusammen eingesetzt werden können. Bei allen Alternativen werden typische Betriebsparameter, die sich aufgrund von verfahrensbedingten Erscheinungen verändern, überwacht. Die von Meßgeräten aufgenommenen Signale werden einer Registrier- und Anzeigestufe 21 zugeführt. Diese Stufe hat die Aufgabe, zunächst ein Warnsignal anzuzeigen oder abzugeben. Dieses Signal wird zu einem Zeitpunkt abgegeben, zu dem die festgestellten, applikationsbedingten Erscheinungen noch nicht zu einer Störung des Betriebs der Pumpe geführt haben. Die Beseitigung der Ursachen für spätere Störungen kann nach der Abgabe des Warnsignales vorgenommen werden. Wird das Warnsignal nicht beachtet, dann ist es zweckmäßig, daß nach einem weiteren Ansteigen der Abweichungsgröße ein Alarmsignal erzeugt wird. Es zeigt entweder an, daß es nun dringend erforderlich ist, die Beseitigung von Ursachen für mögliche Störungen zu beseitigen; eine andere Möglichkeit besteht darin, daß gleichzeitig mit dem Erreichen des Alarm-Niveaus die Pumpe 1 abgeschaltet wird.

Der Überwachung der Schichtbildung innerhalb einer Stufe der Pumpe 1 können verschiedene Indikatoren zugrunde gelegt werden. Für eine trockenverdichtende Vakuumpumpe ist es beispielsweise typisch, daß das Druckverhältnis über die Stufen u.a. von dem Rückströmungsverlust in den Spaltdichtungen bestimmt wird. Bilden sich in diesen Spalten Beläge, so verringern sich die Spiele, so daß zunächst das Kompressionsverhältnis steigt, die Pumpeigenschaften also besser werden. Als Indikation kann deshalb das Druckverhältnis einer Stufe im Enddruckbetrieb oder mit Durchfluß verwendet werden. Die Messung des Druckverhältnisses erfolgt über Druckmeßgeräte 22, 23, deren Sensoren 24, 25 sich im Einlaß bzw. Auslaß der zu überwachten Stufen (beim Ausführungsbeispiel in der Figur die Stufe 3) befinden. Bei zunehmender Belagbildung steigt das Druckverhältnis (Auslaßdruck zu Einlaßdruck). Empirisch ist zu ermitteln, bei welchen Größen des Druckverhältnisses das Warnsignal und das Alarmsignal abgegeben werden müssen. Auch allein die Überwachung des - sich verbessernden - Enddruckes der Pumpe läßt

Rückschlüsse auf sich ausbildende Beläge in den Schöpfräumen und auf den Rotoren zu. Allerdings müßte hierzu die Pumpe vom Prozeßrezipienten getrennt werden.

5 Beläge und damit kleinere Spiele in den Schöpfräumen führen außerdem zu ungleichmäßigen Motorströmen. Ein Ansteigen dieser Unregelmäßigkeiten weist deshalb ebenfalls auf das Anwachsen von Belägen hin und kann zur Detektion verwendet werden. Beim Ausführungsbeispiel ist diese Alternative durch den dem Antriebsmotor 5 zugeordneten Sensor 26 und das Strommeßgerät 27 angedeutet, dessen Signal der Registrier- und Anzeigestufe 21 zugeführt werden.

10 Belagbildungen können auch den Auslaßkanal 13 und/oder den Schalldämpfer 14 verstopfen. Treten Erscheinungen dieser Art auf, dann lassen sich diese relativ früh durch Beobachtung der Leistungsaufnahme des Antriebsmotors 5, d.h., durch Beobachtung des Motorstromes mit Hilfe des Strommeßgerätes 27 erkennen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, diese Erscheinungen durch Druckmessungen (Druckabfall im Schalldämpfer mit Hilfe der Drucksensoren 31, 32 und der Meßgeräte 33, 34, Beobachtung des Auslaßdruckes mit Hilfe des Meßgerätes 23) frühzeitig erkennen zu können. Zur Feststellung einer beginnenden Verstopfung des Schalldämpfers könnte es ausreichen, wenn allein der Druck in seinem Einlaßbereich (Drucksensor 31) überwacht wird. Zuverlässiger ist jedoch die Feststellung des Druckabfalls, wozu zwei Drucksensoren 31 und 32 erforderlich sind.

30 Weiterhin besteht die Möglichkeit, Belagbildungen kapazitiv erfassen zu können. Dazu sind in die Wandung des Schöpfraumes (beim Ausführungsbeispiel Schöpfraum 9) die Elektroden eines Kondensators 28 integriert. Belagbildungen führen zur Änderung der Kapazität, die mit Hilfe des Meßgerätes 29 gemessen werden können.

Außerdem besteht die Möglichkeit, Belagbildungen an der Inertgasrate, festgestellt mit dem Meßgerät 17, erkennen zu können. Belagbildungen führen zu einer Reduzierung der pro Zeiteinheit strömende Inertgasmenge.

45 Schließlich kann auch eine Überladung der Pumpe 1 mit Partikeln oder Flüssigkeiten dazu führen, daß der Motorstrom ansteigt oder daß er ungleichmäßig wird. In Bezug auf diese Erscheinungen kann also die Überwachung des Motorstroms bzw. seiner Gleichmäßigkeit zur Fehlerfrüherkennung benutzt werden.

Patentansprüche

1. Verwendung von Druckänderungen zur Überwachung einer Belagbildung im Schöpfraum (8, 9) einer trockenverdichtenden, an einen Prozeßrezipienten angeschlossenen Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, nach den folgenden

Verfahrensschritten:

- Das Verhältnis von Auslaßdruck zu Einlaßdruck einer oder mehrerer Stufen und/oder
- der Enddruck der Pumpe (1) bei vom Prozeßrezipienten getrennter Pumpe (1)

werden mit Hilfe von Drucksensoren (24, 25) sowie einer Registrier- und Anzeigestufe (21) überwacht; überschreitet das Druckverhältnis und/oder unterschreitet der Enddruck einen jeweils zulässigen Wert, erzeugt die Registrier- und Anzeigestufe (21) ein Warnsignal.

2. Verwendung von Druckänderungen zur Überwachung einer Belagbildung im Auslaßkanal (13) einer trockenverdichtenden, an einen Prozeßrezipienten angeschlossenen Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Schöpfraum (8, 9) und mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, nach den folgenden Verfahrensschritten:

Der Druck im Eintrittsbereich des Auslaßkanals (13) wird mit Hilfe eines Drucksensors (25) und einer Registrier- und Anzeigestufe überwacht; überschreitet dieser Druck einen zulässigen Maximalwert, erzeugt die Registrier- und Anzeigestufe (21) ein Warnsignal.

3. Trockenverdichtende, an einen Prozeßrezipienten angeschlossene Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Schöpfraum (8, 9) und mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, sowie mit einem Auslaßkanal (13), geeignet für die Verwendung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Eintrittsbereich des Auslaßkanals (13) ein Drucksensor (25) befindet und daß eine Registrier- und Anzeigestufe (21) vorhanden ist.

4. Verwendung von Druckänderungen zur Überwachung einer Belagbildung im Schalldämpfer einer trockenverdichtenden, an einen Prozeßrezipienten angeschlossenen Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Schöpfraum (8, 9) und mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, sowie mit einem an die Pumpe (1) angeschlossenen Schalldämpfer (14), nach den folgenden Verfahrensschritten:

- Der Druck im Einlaßbereich des Schalldämpfers (14) oder
- der Druckabfall über dem Schalldämpfer (14)

wird mit Hilfe von Drucksensoren (31 bzw. 31, 32) und einer Registrier- und Anzeigestufe (21) über-

wacht; übersteigen der Druck im Einlaßbereich des Schalldämpfers (14) oder der Druckabfall über dem Schalldämpfer einen jeweils zulässigen Wert, erzeugt die Registrier- und Anzeigestufe (21) ein Warnsignal.

5. Trockenverdichtende, an einen Prozeßrezipienten angeschlossene Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Schöpfraum (8, 9) und mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, sowie mit einem an die Pumpe (1) angeschlossenen Schalldämpfer (14), geeignet für die Verwendung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich mindestens im Einlaßbereich des Schalldämpfers (14), vorzugsweise in seinem Einlaßbereich und Auslaßbereich, je ein Drucksensor (31, 32) befindet und daß eine Registrier- und Anzeigestufe (21) vorhanden ist.

6. Verwendung von Motorstromänderungen zur Überwachung einer Belagbildung im Schöpfraum (8, 9) einer trockenverdichtenden, an einen Prozeßrezipienten angeschlossenen Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, nach den folgenden Verfahrensschritten:

- Der vom Elektromotor (5) aufgenommene Strom und/oder
- die Gleichmäßigkeit des Motorstromes

werden mit Hilfe eines Meßgerätes (27) sowie einer Registrier- und Anzeigestufe (21) überwacht; überschreitet der Motorstrom einen zulässigen Maximalwert und/oder steigen Unregelmäßigkeiten des Motorstroms in unzulässiger Weise an, erzeugt die Registrier- und Anzeigestufe (21) ein Warnsignal.

7. Verwendung von Inertgasstromänderungen zur Überwachung einer Belagbildung im Schöpfraum einer trockenverdichtenden, an einen Prozeßrezipienten angeschlossenen Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, sowie mit einer Dichtung, der ständig ein Inertgasstrom zugeführt wird, nach den folgenden Verfahrensschritten:

Der Inertgasstrom wird mit Hilfe eines Gasratenmeßgerätes (17) und einer Registrier- und Anzeigestufe (21) überwacht; unterschreitet die Gasrate einen zulässigen Minimalwert, erzeugt die Registrier- und Anzeigestufe (21) ein Warnsignal.

8. Trockenverdichtende, an einen Prozeßrezipienten angeschlossene Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Schöpfraum (8, 9) und mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, sowie mit einer Dichtung, der

ständig ein Inertgasstrom zugeführt wird, geeignet für die Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Wellendurchführungen zwischen zwei Schöpfräumen oder zwischen dem Schöpfraum (9) und dem Lager- und Getrieberaum (18) mit einer Inertgasdichtung ausgerüstet ist, die eine Inertgaszuleitung (16) mit einem Gasratenmeßgerät (17) umfaßt, und daß eine Registrier- und Anzeigestufe (21) vorhanden ist.

9. Verwendung von Kapazitätsänderungen zur Überwachung einer Belagbildung im Schöpfraum einer trockenverdichtenden, an einen Prozeßrezipienten angeschlossenen Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Schöpfraum (8, 9) und mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, sowie mit einem in die Wandung eines Schöpfraumes (9) integrierten Kondensator (28), nach den folgenden Verfahrensschritten: Die Kapazität des Kondensators (28) wird mit Hilfe eines Meßgerätes (29) und einer Registrier- und Anzeigestufe (21) überwacht; ändert sich die Kapazität um einen unzulässigen Betrag, erzeugt die Registrier- und Anzeigestufe (21) ein Warnsignal.
10. Trockenverdichtende, an einen Prozeßrezipienten angeschlossene Vakuumpumpe (1) mit mindestens einem Schöpfraum (8, 9) und mindestens einem Rotor (6, 7), der mit Hilfe eines Elektromotors (5) angetrieben wird, geeignet für die Verwendung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in eine Schöpfraumwandung ein Kondensator (28) integriert ist.

Claims

1. The use of pressure variations for monitoring a coating build-up in the scoop chamber (8, 9) of a dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with at least one rotor (6, 7), which is driven with the aid of an electromotor (5), according to the following method steps:

- The ratio of outlet pressure to intake pressure of one or more stages and/or
- the final pressure of the pump (1) in the case of a pump (1) which is separated from the process recipient

are monitored with the aid of pressure sensors (24, 25) as well as a recording and display stage (21); if the pressure ratio exceeds and/or if the final pressure falls below a respective permissible value, the recording and display stage (21) generates a warning signal.

2. The use of pressure variations for monitoring a coating build-up in the outlet duct (13) of a dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with at least one scoop chamber (8, 9) and at least one rotor (6, 7), which is driven with the aid of an electromotor (5), according to the following method steps:

The pressure in the intake region of the outlet duct (13) is monitored with the aid of a pressure sensor (25) and a recording and display stage; if this pressure exceeds a permissible maximum value, the recording and display stage (21) generates a warning signal.

3. Dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with a least one scoop chamber (8, 9) and at least one rotor (6, 7), which is driven with the aid of an electromotor (5), and an outlet duct (13), suitable for the use according to claim 2, characterised in that a pressure sensor (25) is arranged in the intake region of the outlet duct (13) and a recording and display stage (21) is provided.

4. The use of pressure variations for monitoring a coating build-up in the silencer of a dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with at least one scoop chamber (8, 9) and at least one rotor (6, 7), which is driven with the aid of an electromotor (5), and with a silencer (14) connected to the pump (1), according to the following method steps:

- The pressure in the intake region of the silencer (14) or
- the drop in pressure via the silencer (14)

is monitored with the aid of pressure sensors (31 or 31, 32) and a recording and display stage (21); if the pressure in the intake region of the silencer (14) or the drop in pressure via the silencer (14) exceeds a respective permissible value, the recording and display stage (21) generates a warning signal.

5. Dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with a least one scoop chamber (8, 9) and at least one rotor (6, 7), which is driven with the aid of an electromotor (5), and with a silencer (14) connected to the pump (1), suitable for the use according to claim 4, characterised in that a pressure sensor (31, 32) is arranged at least in the intake region of the silencer (14), preferably in the intake region and outlet region thereof, and a recording and display stage (21) is provided.

6. The use of motor current variations for monitoring a coating build-up in the scoop chamber (8, 9) of a dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with at least one rotor (6, 7), which

is driven with the aid of an electromotor (5), according to the following method steps:

- The current received by the electromotor (5) and/or
- the regularity of the motor current

are monitored with the aid of a measuring device (27) as well as a recording and display stage (21); if the motor current exceeds a permissible maximum value and/or if irregularities in the motor current increase to an unacceptable degree, then the recording and display stage (21) generates a warning signal.

7. The use of inert gas flow variations for monitoring a coating build-up in the scoop chamber (8, 9) of a dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with at least one rotor (6, 7), which is driven with the aid of an electromotor (5), and with a seal, which is constantly supplied with an inert gas flow, according to the following method steps:

The inert gas flow is monitored with the aid of a gas rate measuring device (17) and a recording and display stage (21); if the gas rate falls below a permissible minimum value, then the recording and display stage (21) generates a warning signal.

8. Dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with a least one scoop chamber (8, 9) and at least one rotor (6, 7), which is driven with the aid of an electromotor (5), and with a seal, to which an inert gas flow is constantly supplied, suitable for the use according to claim 7, characterised in that at least one of the shaft ducts between two scoop chambers or between the scoop chamber (9) and the bearing or gearing chamber (18) is provided with an inert gas seal, which comprises an inert gas supply line (16) with a gas rate measuring device (17), and a recording and display stage (21) is provided.

9. The use of capacitance variations for monitoring a coating build-up in the scoop chamber of a dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with at least one scoop chamber (8, 9) and at least one rotor (6, 7), which is driven with the aid of an electromotor (5), and with a capacitor (28), which is integrated in the wall of a scoop chamber (9), according to the following method steps:

The capacitance of the capacitor (28) is monitored with the aid of a measuring device (29) and a recording and display stage (21); if the capacitance varies by an unacceptable amount, then the recording and display stage (21) generates a warning signal.

10. Dry-compressing vacuum pump (1) connected to a process recipient with a least one scoop chamber (8, 9) and at least one rotor (6, 7), which is driven with the aid of an electromotor (5), suitable for the use according to claim 9, characterised in that a capacitor (28) is integrated in a scoop chamber wall.

Revendications

1. Utilisation de modifications de la pression pour surveiller une formation de dépôt dans l'espace d'aspiration (8, 9) d'une pompe à vide (1) à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), selon les pas de procédé suivants :

- le rapport entre pression de sortie et pression d'entrée d'un ou plusieurs étages et/ou
- la pression finale de la pompe (1), la pompe (1) étant séparée du récipient de processus

sont surveillés à l'aide de détecteurs de pression (24, 25) ainsi que d'un étage d'enregistrement et d'affichage (21) ; si le rapport des pression dépasse par valeur supérieure et/ou si la pression finale dépasse par valeur inférieure une valeur chaque fois autorisée, l'étage d'enregistrement et d'affichage (21) produit un signal d'avertissement.

2. Utilisation de modifications de la pression pour surveiller une formation de dépôt dans le canal de sortie (13) d'une pompe à vide à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un espace d'aspiration (8, 9) et au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), selon les pas de procédé suivants :

La pression dans la zone d'entrée du canal de sortie (13) est surveillée à l'aide d'un détecteur de pression (25) et d'un étage d'enregistrement et d'affichage ; si cette pression dépasse une valeur maximale autorisée, l'étage d'enregistrement et d'affichage (21) produit un signal d'avertissement.

3. Pompe à vide (1) à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un espace d'aspiration (8, 9) et au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), ainsi qu'un canal de sortie (13), convenant pour l'utilisation selon la revendication 2, caractérisée par le fait que dans la zone d'entrée du canal de sortie (13) se trouve un détecteur de pression (25) et qu'il y a un étage d'enregistrement et d'affichage (21).

4. Utilisation de modifications de la pression pour surveiller une formation de dépôt dans le silencieux

d'une pompe à vide (1) à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un espace d'aspiration (8, 9) et au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), ainsi qu'un silencieux (14) relié à la pompe (1), selon les pas de procédé suivants :

- la pression dans la zone d'entrée du silencieux (14) ou
- la chute de pression dans le silencieux (14),

est surveillée à l'aide de détecteurs de pression (31 ou 31, 32) et d'un étage d'enregistrement et d'affichage (21); si la pression dans la zone d'entrée du silencieux (14) ou la chute de pression dans le silencieux dépasse une valeur chaque fois autorisée, l'étage d'enregistrement et d'affichage (21) produit un signal d'avertissement.

5. Pompe à vide (1) à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un espace d'aspiration (8, 9) et au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), ainsi qu'un silencieux (14) relié à la pompe (1), convenant pour l'utilisation selon la revendication 4, caractérisée par le fait qu'au moins dans la zone d'entrée du silencieux (14), de préférence dans sa zone d'entrée et dans sa zone de sortie, se trouve chaque fois un détecteur de pression (31, 32) et qu'il y a un étage d'enregistrement et d'affichage (21).

6. Utilisation de modifications de l'intensité du moteur pour surveiller une formation de dépôt dans l'espace d'aspiration (8, 9) d'une pompe à vide (1) à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), selon les pas de procédé suivants :

- l'intensité prise par le moteur électrique (5) et/ou
- l'uniformité de l'intensité du moteur

sont surveillées à l'aide d'un appareil de mesure (27) ainsi que d'un étage d'enregistrement et d'affichage (21) ; si l'intensité du moteur dépasse une valeur maximale autorisée et/ou si des irrégularités de l'intensité du moteur apparaissent de façon non autorisée, l'étage d'enregistrement et d'affichage (21) produit un signal d'avertissement.

7. Utilisation de modifications du flux d'un gaz inerte pour surveiller une formation de dépôt dans l'espace d'aspiration (8, 9) d'une pompe à vide (1) à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), ainsi qu'une garniture d'étanchéité à laquelle est amenée

en permanence un flux de gaz inerte, selon les pas de procédé suivants :

Le flux de gaz inerte est surveillé à l'aide d'un appareil de mesure de débit du gaz (17) et d'un étage d'enregistrement et d'affichage (21) ; si le débit du gaz dépasse une valeur minimale autorisée, l'étage d'enregistrement et d'affichage (21) produit un signal d'avertissement.

8. Pompe à vide (1) à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un espace d'aspiration (8, 9) et au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), ainsi qu'une garniture d'étanchéité à laquelle est amenée en permanence un flux de gaz inerte, convenant pour l'emploi selon la revendication 7, caractérisée par le fait qu'au moins l'une des traversées de l'arbre entre deux espaces d'aspiration ou entre l'espace d'aspiration (9) et l'espace de portée et d'entraînement (18) est équipée d'une garniture d'étanchéité à gaz inerte qui comporte une conduite de gaz inerte (16) avec un appareil (17) de mesure du débit du gaz et qu'il y a un étage d'enregistrement et d'affichage (21).

9. Utilisation de modifications de capacité pour surveiller une formation de dépôt dans l'espace d'aspiration d'une pompe à vide (1) à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un espace d'aspiration (8, 9) et au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), ainsi qu'un condensateur (28) intégré dans la paroi d'un espace d'aspiration (9), selon les pas de procédé suivants :

La capacité du condensateur (28) est surveillée à l'aide d'un appareil de mesure (29) et d'un étage d'enregistrement et d'affichage (21) ; si la capacité se modifie d'une valeur non autorisée, l'appareil d'enregistrement et d'affichage (21) produit un signal d'avertissement.

10. Pompe à vide (1) à compression à sec, reliée à un récipient de processus et comportant au moins un espace d'aspiration (8, 9) et au moins un rotor (6, 7) qui est entraîné à l'aide d'un moteur électrique (5), convenant pour l'utilisation selon la revendication 9, caractérisée par le fait que dans la paroi de l'espace d'aspiration est intégré un condensateur (28).

