



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 248 216 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **13.10.93** (51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F25D 3/10, F25D 29/00**

(21) Anmeldenummer: **87106424.2**

(22) Anmeldetag: **04.05.87**

### (54) Vorrichtung zur Kühlung von Materialien.

(30) Priorität: **06.05.86 DE 3615364**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.12.87 Patentblatt 87/50**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**13.10.93 Patentblatt 93/41**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE DE FR**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DD-A- 205 979**  
**DE-A- 2 458 232**  
**DE-A- 3 009 402**  
**DE-B- 1 947 587**

(73) Patentinhaber: **Linde Aktiengesellschaft**  
**Abraham-Lincoln-Strasse 21**  
**D-65189 Wiesbaden(DE)**

(72) Erfinder: **Musselmann, Menno, Dipl.-Ing.**  
**Im Hofpoint 12**  
**D-8152 Feldkirchen(DE)**

(74) Vertreter: **Schaefer, Gerhard, Dr.**  
**Linde Aktiengesellschaft**  
**Zentrale Patentabteilung**  
**D-82049 Höllriegelskreuth (DE)**

**EP 0 248 216 B1**

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 eingeleitet, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kühlung von Materialien in einem Gehäuse mit einer in dem Gehäuse angeordneten Kühlvorrichtung, die mit einer Kaltgasquelle in Verbindung steht, sowie mit einer elektrischen Heizvorrichtung zur Temperaturregelung des Kaltgases, wobei die Heizvorrichtung mit einer Regeleinheit und einem innerhalb des Gehäuses angeordneten Temperaturfühler gekoppelt ist.

Bei der Herstellung und Verarbeitung von bestimmten Materialien ist es oft notwendig, diese im Rahmen verschiedener Behandlungsstufen auch einem Kühlprozeß zu unterziehen. Zu diesen Materialien zählen z.B. Textilien, Papier, Leder, Folien aus Kunststoff, Gummi, Vulkanfaser und dergleichen. So ist es teilweise nötig, um einen kontinuierlichen Verarbeitungsprozeß zu gewährleisten, nach einem Trockenvorgang oder einem Thermoformvorgang das Material kurzzeitig zu kühlen. Durch diesen Kühlprozeß ist es möglich, gewisse Materialien in ihrer Form zu fixieren, deren Qualität zu verbessern oder Material einzusparen.

Entsprechend der Art und Herstellungsform des Materials sind verschiedene Verfahrensweisen zur Kühlung bekannt. So kann gemäß der DE-OS 30 15 672 zur Kühlung von Textilien ein Kühlmittel, vorzugsweise flüssiger Stickstoff, verwendet werden, das auf die Materialien aufgeblasen wird, wobei das Kühlmittel direkt oder nach der Mischung mit einem Gas aufgeblasen werden kann. Dieses Eindüsen von flüssigem Stickstoff in einen Luftstrom kann noch weiter modifiziert werden. Jedoch zeigt sich bei all diesen Verfahren der Nachteil der Eisbildung. Auch ist es nicht möglich, dadurch eine stabile Kühlatmosphäre aufrechtzuerhalten.

Ein anderes generelles Verfahren ist die Erzeugung von Kaltgas über einen luftbeheizten Verdampfer, das auch in verschiedenen Ausführungsformen angewendet wird. Nachteilig bei diesem Verfahren ist der geringe Wirkungsgrad und die teilweise hohe Investition für Kompressoren. Bei den herkömmlichen Verfahren für z.B. die Textilbehandlung oder Folienblasen wird durch die Veränderung der Einspeismenge des flüssigen Kältemittels die erforderliche Temperatur grob geregelt. Eine Feinregulierung durch Verwendung von speziellen Regelventilen in Verbindung mit einer Temperaturüberwachung erbrachte keine befriedigende Lösung.

Weiterhin ist aus der DE-A-30 09 402 ein mit Flüssiggas als Kühlmittel betriebenes Kryostatsystem bekannt, mit dem ein Gegenstand auf eine bestimmte Temperatur abgekühlt und auf dieser Temperatur gehalten werden kann. Dazu wird gemäß einem Ausführungsbeispiel (vgl. dort Figur 3) eine Probe in einer Kammer von Stäben fixiert,

verflüssigtes Gas durch Sprühdüsen auf diese Probe gesprührt, bis die gewünschte Temperatur erreicht ist, und anschließend das verflüssigte Gas mittels eines Wärmetauschers erwärmt und das nunmehr verdampfte, kalte Gas auf die Probe gesprührt, um deren Temperatur konstant zu halten. Von einer Regeleinheit, der die Temperatur der Probe und die des Kaltgases eingegeben werden, wird die Heizquelle des Wärmetauschers angesteuert. Nachteilig wirkt sich bei dieser Vorrichtung gemäß DE-A-30 09 402 aus, daß die Gegenstände fixiert werden müssen, also keine kontinuierliche Kühlung von Materialbahnen oder Gegenständen auf einem Fließband erfolgen kann, und daß die Gegenstände mit Kaltgas (verflüssigt und verdampft) direkt gekühlt werden, wodurch lokale Beschädigungen durch Einfrierungen auftreten können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszustalten, daß auf einfache aber präzise Weise die Temperatur des Kaltgases geregelt werden kann, ohne die obengenannten Nachteile mit sich zu bringen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß Transporteinrichtungen zum Transport der zu kühlenden Materialien entlang eines Transportweges durch das Gehäuse vorgesehen sind, daß die Kühlvorrichtung als Rohrwendel ausgebildet und koaxial zum Transportweg angeordnet ist, und daß die Heizvorrichtung als Heizwendel ausgebildet und koaxial zum Transportweg und innerhalb der Rohrwendel angeordnet ist.

Diese erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht die Kühlung von Materialien, die durch das Gehäuse transportiert werden. Die Temperatur des Kaltgases in der Rohrwendel und damit auch die Umgebungstemperatur werden erfindungsgemäß mittels einer Heizwendel geregelt, die sich innerhalb der Rohrwendel befindet und koaxial zu dieser angeordnet ist. Die Materialien werden kontinuierlich auf ihrem Transportweg, der innerhalb dieser beiden Wendeln verläuft, geregelt durch indirekten Wärmeaustausch abgekühlt.

Vorteilhafterweise wird die Rohrwendel unter Zwischenschaltung eines Regelventils unmittelbar an eine Flüssiggasquelle gekoppelt und als Verdampfer benutzt.

In diesem Fall kann durch Wärmeaustausch der zu kühlenden Materialien und gegebenenfalls der Heizwendel mit dem Flüssiggas die Verdampfungsenthalpie des Flüssiggases genutzt werden und der Wirkungsgrad der Kühlung erhöht werden. Die Menge des zugeführten Flüssiggases wird dabei mittels eines Regelventils gesteuert. Zu Beginn der Kühlung können große Mengen Flüssiggas durch die Rohrwendel geleitet werden, um möglichst rasch die erwünschte tiefe Temperatur der

Umgebung zu erreichen. Anschließend wird die Menge Flüssiggas entsprechend der Umgebungs-temperatur gedrosselt. Die Feineinstellung der Temperatur wird über einen Temperaturfühler mittels der Heizleistung der Heizwendel vorgenommen.

Bei Verwendung von flüssigem N<sub>2</sub> als Flüssig-gas ergibt sich der Vorteil eines weiten Einstellbe-reiches von z.B. 0 °C bis 180 °C. Beim Verdampfen des flüssigen Gases und der Erwärmung des Kalt-gases auf beispielsweise 0 °C nimmt der Stickstoff pro m<sup>3</sup> rund 500 kJ an Wärmemenge auf.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist das Gehäuse rohrförmig ausgebildet und die Mittelachse sowohl des Gehäuses als auch der Rohrwendel bildet den Transportweg des zu kühlenden Materi-als.

In dieser Ausgestaltung des Erfindungsgedan-kens ist es vorteilhaft, daß die Küleinrichtung ein Kühlrohr ist, durch das das zu kühlende Material mittels einer Transporteinrichtung, die koaxial innerhalb der Heizvorrichtung und des Verdampfers angeordnet ist, transportiert wird. Diese Ausgestal-tung hat den besonderen Vorteil, daß sich die zu kühlenden Materialien in einer trockenen Kühlatmosphäre mit gleichbleibender Temperatur befinden. Dadurch, daß der Verdampfer nicht vereist, kann eine gleichbleibende Verdampfungsleistung auf-rechterhalten werden, was wiederum die genaue Temperatureinstellung unterstützt. Die Temperatur-abweichung schwankt nur um 1 °.

Durch den Einbau eines Ventilators in das Ge-häuse der Küleinrichtung kann erfindungsgemäß der Wärmeaustausch zwischen dem zu kühlenden Material und der Verdampferheizungseinheit ver-stärkt werden.

Nachstehend soll ein Ausführungsbeispiel die Kühlung von Materialien mittels einer erfindungs-gemäßen Vorrichtung anhand einer Zeichnung nä-her erläutern.

Die Figur zeigt in schematischer Weise eine erfindungsgemäße Küleinrichtung mit einer wen-delförmigen Verdampfer- und Heizdrahtanordnung.

In der Figur ist mit 1 eine Küleinrichtung bezeichnet, die von einer Wärmeisolationsschicht 10 umgeben ist. Ein zu kühlendes Produkt wird koaxial in der Mitte eines Verdampfers 3 und einer Heizeinrichtung 7 angeordnet (Materialaufnahmeeinrichtung 2). Der Verdampfer 3 wird aus einer Zufuhreinrichtung 4 mit flüssigem Kältemittel, z.B. Stickstoff, versorgt. Dabei wird die Menge des zugeführten Stickstoffs entsprechend der gewünschten Kälteleistung mit einem Regel-ventil 5 bestimmt. Beim Anfahrprozeß wird zur raschen Kühlung der gesamten Küleinrichtung dies-55 es Ventil durch eine By-pass-Leitung mit einge-bautem Kaltfahrventil 6 umgangen. Die Temperatur im Kühlraum wird laufend von einem Temperatur-

fühler 9 überwacht und über einen Regler 8 wird dementsprechend die Heizleistung des Heizdrahtes gesteuert.

Gegenüber der herkömmlichen Kühlung wird durch diese Küleinrichtung die gewünschte Produkttemperatur wesentlich genauer erzielt. Durch die Optimierung der Kühlleistung durch Einbau ei-10 ner Heizung konnte als weiterer Vorteil eine erheb-lische Senkung des Kältemittelverbrauchs konstatiert werden.

Zur Inbetriebnahme der Küleinrichtung muß zuerst über das By-pass-Ventil 6 flüssiger Stick-stoff in den Verdampfer einfließen. Durch diesen Vorgang wird die gesamte Küleinrichtung auf eine 15 gleich tiefe Temperatur abgekühlt und zwar so lange, bis sich alle Küleinrichtungsbestandteile (z.B. Isolierung, Leitungen, Transporteinrichtungen etc.) im Temperaturgleichgewicht befinden. In die-20 sem Anfahrprozeß befindet sich die Küleinrichtung auf einer tieferen Temperatur als beim Kühlverfahren für die zu kühlenden Materialien, z.B. bei Ver-wendung von flüssigem Stickstoff bis auf -196 °C. Aufgrund dieser tiefen Temperaturen erfolgt eine Abkühlung in dieser Anfahrphase in sehr kurzer Zeit.

Nach dieser Grundeinstellung wird die weitere Zufuhr des flüssigen Kältemittels in dem Verdamp-fer über das Ventil 5 geregelt. Da trotz des feinre-30 gulierbaren Ventils die exakte Kühltemperatur bei Einbringen der zu kühlenden Materialien nicht gehalten werden kann, wird die gewünschte Tem-pe-ratur über eine durch einen Transformator regelbare Heizung eingestellt. Bei stetiger Stickstoffeinspeisung kann die erforderliche Temperatur, die laufend mittels eines Temperaturnehmers gemessen, mit einem Soll-Wert verglichen und bei Abweichun-35 gen nachgeregelt wird, auf 1 ° genau aufrechterhal-ten werden.

Besonders vorteilhaft und wirtschaftlich ist bei 40 dieser Küleinrichtung die Nutzung der Verdamp-fungsenthalpie. Die zur Verdampfung des flüssigen Kältemittels notwendige Wärmemenge wird den zu kühlenden Materialien entzogen. Weiterhin entfällt 45 bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Nach-teil der Bereifung durch feuchte Kühlmedien. Zum besseren Wärmeaustausch ist speziell bei bahnen-förmigen Materialien, wie Folien oder Schlauchseen-50 len, ein zusätzlicher Ventilator 2 vorgesehen, der den Wärmetransport zwischen dem zu kühlenden Material und dem Verdampfer fördert.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kühlung von Materialien in ei-nem Gehäuse mit einer in dem Gehäuse ange-ordneten Kühlvorrichtung, die mit einer Kalt-gasquelle in Verbindung steht, sowie mit einer elektrischen Heizvorrichtung zur Temperaturre-

gelung des Kaltgases , wobei die Heizvorrichtung mit einer Regeleinheit und einem innerhalb des Gehäuses angeordneten Temperaturfühler gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß Transporteinrichtungen zum Transport der zu kühlenden Materialien entlang eines Transportweges (2) durch das Gehäuse (1) vorgesehen sind, daß die Kühlvorrichtung als Rohrwendel (3) ausgebildet und koaxial zum Transportweg (2) angeordnet ist, und daß die Heizvorrichtung als Heizwendel (7) ausgebildet und koaxial zum Transportweg (2) und innerhalb der Rohrwendel (3) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrwendel (3) unter Zwischenschaltung eines Regelventils (5) unmittelbar an eine Flüssiggasquelle gekoppelt ist und als Verdampfer benutzt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (1) rohrförmig ausgebildet ist und die Mittelachse sowohl des Gehäuses (1) als auch der Rohrwendel (3) den Transportweg (2) des zu kühlenden Materials bildet.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gehäuse (1) ein Ventilator eingebaut ist.

### Claims

1. A device for cooling materials in a housing comprising a cooling device which is arranged in the housing and which is connected to a cold gas source, and comprising an electric heating device for regulating the temperature of the cold gas, wherein the heating device is coupled to a regulating unit and to a temperature sensor arranged inside the housing, characterised in that transport devices are provided for transporting the materials to be cooled along a transport path (2) through the housing (1), that the cooling device has the form of a pipe coil (3) and is arranged coaxially with the transport path (2), and that the heating device has the form of a heater coil (7) and is arranged coaxially with the transport path (2) and inside the pipe coil (3).
2. A device as claimed in Claim 1, characterised in that the pipe coil (3) is coupled directly to a liquid gas source with an interposed regulating valve (5) and is used as a vaporizer.
3. A device as claimed in Claim 1 or 2, characterised in that the housing (1) is tubular and

the central axis both of the housing (1) and of the pipe coil (3) forms the transport path (2) of the material to be cooled.

- 5 4. A device as claimed in one of Claims 1 to 3, characterised in that a fan is installed in the housing (1).

### Revendications

- 10 1. Dispositif pour le refroidissement de matières dans une enceinte dans laquelle est disposé un élément de réfrigération relié à une source de gaz froid, ainsi qu'un élément de chauffage électrique pour réguler la température du gaz froid, dans lequel l'élément de chauffage est couplé à une unité de régulation et à un capteur de température placé à l'intérieur de l'enceinte, caractérisé en ce que ledit dispositif comporte des moyens de transport des matières à refroidir consistant en une voie de transport (2) dans l'enceinte (1), en ce que l'élément de réfrigération est un serpentin hélicoïdal (3) placé coaxialement par rapport à la voie de transport (2), et en ce que l'élément de chauffage est un élément hélicoïdal (7) placé coaxialement par rapport à la voie de transport (2) et disposé à l'intérieur du serpentin hélicoïdal (3).
- 15 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le serpentin hélicoïdal (3) est couplé par l'intermédiaire d'une vanne de régulation (5) à une source de gaz liquéfié, ledit serpentin hélicoïdal (3) étant employé comme évaporateur.
- 20 3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'enceinte (1) est de forme tubulaire et que la voie de transport (2) de la matière à refroidir constitue l'axe médian non seulement de l'enceinte (1) mais aussi du serpentin hélicoïdal (3).
- 25 40 45 50 55

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'un ventilateur est disposé dans l'enceinte (1).

