

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 496 283 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92100681.3**

(51) Int. Cl.⁵: **F17C 9/04, F01K 25/10**

(22) Anmeldetag: **16.01.92**

(30) Priorität: **25.01.91 DE 4102204**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.07.92 Patentblatt 92/31

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR PT

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft
Abraham-Lincoln-Strasse 21
W-6200 Wiesbaden(DE)**

(72) Erfinder: **Schmidt, Hans, Dr.-Ing.
Gebhardtstrasse 2d
W-8190 Wolfratshausen(DE)**

(74) Vertreter: **Schaefer, Gerhard, Dr.
Linde Aktiengesellschaft Zentrale
Patentabteilung
W-8023 Höllriegelskreuth(DE)**

(54) **Verfahren zum Verdampfen von flüssigem Erdgas.**

(57) Bei einem Verfahren zum Verdampfen von flüssigem, unter Druck stehendem Erdgas wird ein Fluid im Kreislauf geführt und im Wärmetausch mit dem Abgas einer Gasturbine erwärmt. Das Fluid seinerseits erwärmt in einem weiteren Wärmetausch das flüssige Erdgas bis auf Abgabetemperatur. Als Fluid wird Wasser eingesetzt. Durch die Integration weiterer Expansionsturbinen ist ein zusätzlicher Energiegewinn möglich.

EP 0 496 283 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdampfen von flüssigem, unter Druck stehendem Erdgas, wobei das Erdgas durch die im Abgas einer Gasturbine enthaltene Wärme erwärmt wird, die vom Abgas mit Hilfe eines in einem Kreislauf geführten Fluids auf das Erdgas übertragen wird.

Bei der Verdampfung von flüssigem, unter Druck stehendem Erdgas mit Energiegewinnung wird bisher für die Anwärmerung des Erdgases auf Abgabetemperatur sowie für die Anwärmerung in voneinander getrennten Kreisläufen geführten Fluiden auf höchste Prozeßtemperatur Meerwasser oder Tauchflammenverdampfer als Heizmedium eingesetzt.

Tauchflammenverdampfer benötigen jedoch mehr als 1% des durchgesetzten Erdgases als Brennstoff.

Das Verfahren zur offenen Zirkulation von Meerwasser hat jedoch beträchtliche Nachteile. Die wichtigsten davon sind die hohen Investitionskosten für die Zirkulationseinrichtungen, die Störung des Wärmegleichgewichts in der Umgebung, sowie die ungenügend verfügbare Wärmemenge im Winter, die die Benutzung zusätzlicher Wärmequellen erforderlich macht.

Ferner ist bei einer Verwendung von Meerwasser als Heizmedium von großem Nachteil, daß als Wärmetauscher nur kostenintensive und korrosionsanfällige Rieselfilmverdampfer eingesetzt werden können.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift 26 42 667 ist eine Vorrichtung zum Wiederverdampfen von Flüssiggas bekannt. Die Vorrichtung ist durch zwei thermodynamische Kreisläufe gekennzeichnet, von denen der eine aus einer Gasturbine mit geschlossenem Kreislauf besteht, deren Abwärme zum Wiederverdampfen des Flüssiggases dient, und der andere eine herkömmliche Gasturbine mit offenem Kreislauf darstellt, deren Abwärme wiederum zum Betrieb der Gasturbine im geschlossenen Kreislauf dient. Als Arbeitsmittel für den geschlossenen Kreislauf finden Stickstoff, Wasserstoff, aber auch andere Edelgase bzw. inerte Gase Verwendung.

Diese Anlage kann jedoch hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit im Bezug auf Energiegewinnung und Investitions- sowie Betriebskosten als nicht optimal betrachtet werden. Die Gründe hierfür sind die folgenden:

Beim Arbeitsmittel des geschlossenen Kreislaufes handelt es sich bei der bekannten Anlage um ein Gas. Daher ist zur Aufrechterhaltung des Gaskreislaufes bei einem gewünschten Druck zumindest ein Kompressor nötig. Wie aus der speziellen Beschreibung des Prozesses ersichtlich, sind die Temperaturdifferenzen des Gases innerhalb des Kreislaufes beträchtlich, liegen sie doch zwischen -134°C und 325°C im Falle des Stick-

stoffs als Arbeitsmittel. Dies erfordert einen sehr großen maschinellen und apparativen Aufwand

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß eine verbesserte Wirtschaftlichkeit möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß als Fluid Wasser verwendet wird.

Das flüssige, unter Druck stehende Erdgas wird erfindungsgemäß im Wärmetausch gegen das im Kreislauf geführte Wasser auf Abgabetemperatur erwärmt und als gasförmiges Produkt abgezogen. Das im Kreislauf geführte, nach dem Wärmeaustausch abgekühlte Wasser wird in einem weiteren Wärmetausch gegen die Abgase einer Gasturbine erwärmt.

Die Wellenleistung dieser Gasturbine wird über einen Generator in elektrische Energie umgewandelt (sog. "Cogenerations-Gasturbine"). Ein geringer Teil, etwa 3%, des verdampften Erdgases wird von der Produktleitung abgezweigt und als Brenngas für die Gasturbine verwendet.

Das erfindungsgemäße Verfahren besitzt vor allem dann große energetische und verfahrenstechnische Vorteile, wenn es bei einer Anlage Verwendung findet, wo wegen zu niedriger Temperatur Fluß- oder Meerwasser als Wärmequelle nicht verwendet werden kann. In diesem Fall bieten sich Gasturbinen als beste wirtschaftliche Lösung an, da im Gegensatz zu Tauchflammenverdampfern neben Wärme noch große Mengen elektrischer Energie erzeugt werden.

Während das erfindungsgemäße Verfahren in einfachster Prozeßführung ohne eine Kältenutzung mittels Expansionsturbinen des flüssigen, unter Druck stehenden Erdgases gefahren wird, ist jedoch auch jede technisch aufwendigere Prozeßführung vorstellbar und möglich. Diese wäre z.B. durch die Einfügung eines oder mehrerer zusätzlicher Fluidkreisläufe zur Rückgewinnung der im flüssigen Erdgas gespeicherten Energie realisiert. In diesem Falle würden alle zusätzlichen Fluidkreisläufe sowie das flüssige Erdgas durch das im Kreislauf geführte Fluid erwärmt. Mittels der in den Fluidkreisläufen installierten Expansionsturbinen läßt sich nun zusätzliche elektrische Energie gewinnen.

In weiteren Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens können auch Wasserdampf und eine Mischung aus Wasser und zusätzlichen Komponenten, die den Gefrierpunkt der Lösung unter 0°C drücken, Verwendung finden.

Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß das Wasser verdampft wird, wonach der entstandene Wasserdampf zur Stromerzeugung entspannt wird, wobei der entspannte Dampf auch zur Erwärmung des unter Druck stehenden Erdgases benutzt werden

kann.

Mittels dieser Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erhöht sich die abgegebene Energie nochmals, und die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage wird weiter verbessert.

Dadurch daß eine Benutzung von Meerwasser als Kühlmedium für das verflüssigte Erdgas sowie der zusätzlichen Fluidkreisläufe vermieden wird, können bei diesem Verfahren konventionelle und billigere Gradrohr- bzw. Rohrbündelwärmetauscher anstelle der kostenintensiven und korrosionsanfälligen Rieselfilmverdampfer Verwendung finden.

Die Erfindung sei nunmehr anhand zweier schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Dabei zeigen

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Verfahren mit Wasserkreislauf

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Verfahren wie in Figur 1 mit Wasser/Wasserdampf-Kreislauf zur Gewinnung elektrischer Energie mittels Expansionsturbinen

Figur 1 ist die prinzipielle Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Einer Gasturbine GT werden über Leitung 1a Hochdruck-Brenngas und über Leitung 1b Luft zugeführt. Die heißen Abgase verlassen die Gasturbine GT über Leitung 1 und werden im Wärmetauscher E1 im Gegenstrom zu sich erwärmendem Wasser abgekühlt. Sie verlassen anschließend die Anlage. Das im Wärmetauscher E1 im Gegenstrom zu den sich abkühlenden Abgasen der Gasturbine GT angewärmte Wasser wird über Leitung 2a zu einem zweiten Wärmetauscher E2 geführt. Hier erfolgt im Gegenstrom zu flüssigem, unter Druck stehendem Erdgas in Leitung 3a die Abkühlung des Wassers. Mittels Pumpe P1 wird das abgekühlte Wasser aus Leitung 2b gefördert und über Leitung 2c wieder Wärmetauscher E1 zugeführt. Damit ist dieser Wasserkreislauf geschlossen. Das auf Abgabetemperatur erwärmte und verdampfte Erdgas wird über Leitung 3b aus der Anlage abgezogen.

Figur 2 zeigt eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens der Figur 1, bei welcher das im Kreislauf geführte Wasser nicht nur erwärmt sondern auch verdampft und über Expansionsturbinen entspannt wird, um zusätzliche elektrische Energie zu erzeugen. Das über Leitung 1 die Gasturbine verlassende Abgas durchströmt nacheinander die beiden Wärmetauscher E3 und E1, wird im Gegenstrom zu sich erwärmendem bzw. verdampfendem Wasser abgekühlt und verläßt anschließend die Anlage. Das von der Pumpe P1 kommende in Leitung 2c fließende Wasser wird im Wärmetauscher E1 im Gegenstrom zum sich abkühlenden Abgas der Gasturbine GT erwärmt und im Wärmetauscher E3 anschließend verdampft. Der

entstandene Wasserdampf gelangt über Leitung 2a in eine Expansionsturbine X1, in der er arbeitsleistend entspannt wird. Daran anschließend durchströmt das Wasser/Wasserdampf-Gemisch über Leitung 2d nacheinander die beiden Wärmetauscher E4 und E2, in denen es im Gegenstrom zu sich erwärmendem und verdampfendem Erdgas abkühlt und kondensiert. Über Leitung 2b wird das Wasser wieder der Pumpe P1 zugeführt. Damit ist dieser Wasser/Wasserdampf-Kreislauf geschlossen. Das über Leitung 3a herbeigeführte, flüssige, unter Druck stehende Erdgas wird im Gegenstrom zu dem sich abkühlenden und kondensierenden Wasser/Wasserdampf-Gemisch verdampft und auf Abgabetemperatur erwärmt. Über Leitung 3b verläßt es die Anlage.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdampfen von flüssigem, unter Druck stehendem Erdgas, wobei das Erdgas durch die im Abgas einer Gasturbine enthaltene Wärme erwärmt wird, die vom Abgas mit Hilfe eines in einem Kreislauf geführten Fluids auf das Erdgas übertragen wird, dadurch gekennzeichnet, daß als Fluid Wasser verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Fluid Wasserdampf verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Fluid eine Mischung aus Wasser und zusätzlichen Komponenten, die den Gefrierpunkt der Lösung unter 0 °C drücken, verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Wasser verdampft wird, wonach der entstehende Wasserdampf zur Stromerzeugung entspannt wird, wobei der entspannte Dampf auch zur Erwärmung des unter Druck stehenden Erdgases benutzt werden kann.

FIG. 1

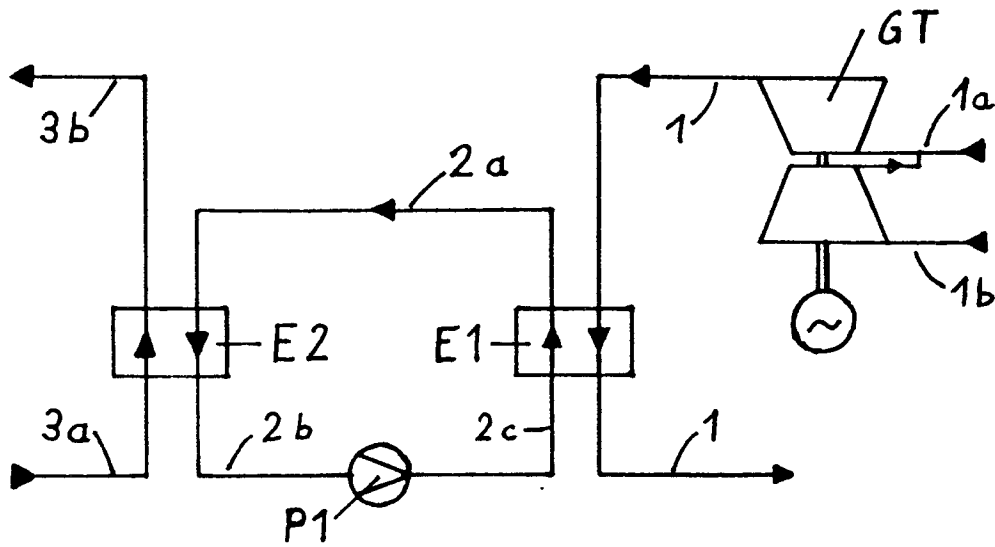


FIG. 2

