

(43) Veröffentlichungstag:
08.08.2012 Patentblatt 2012/32

(51) Int Cl.: **F25J 3/02** ^(2006.01) **F25J 1/02** ^(2006.01)
F25J 1/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12000698.6**

(22) Anmeldetag: **02.02.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:

- **Bauer, Heinz, Dr.**
82067 Ebenhausen (DE)
- **Bub, Andreas**
81379 München (DE)

(30) Priorität: 08.02.2011 DE 102011010633

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80331 Munich (DE)

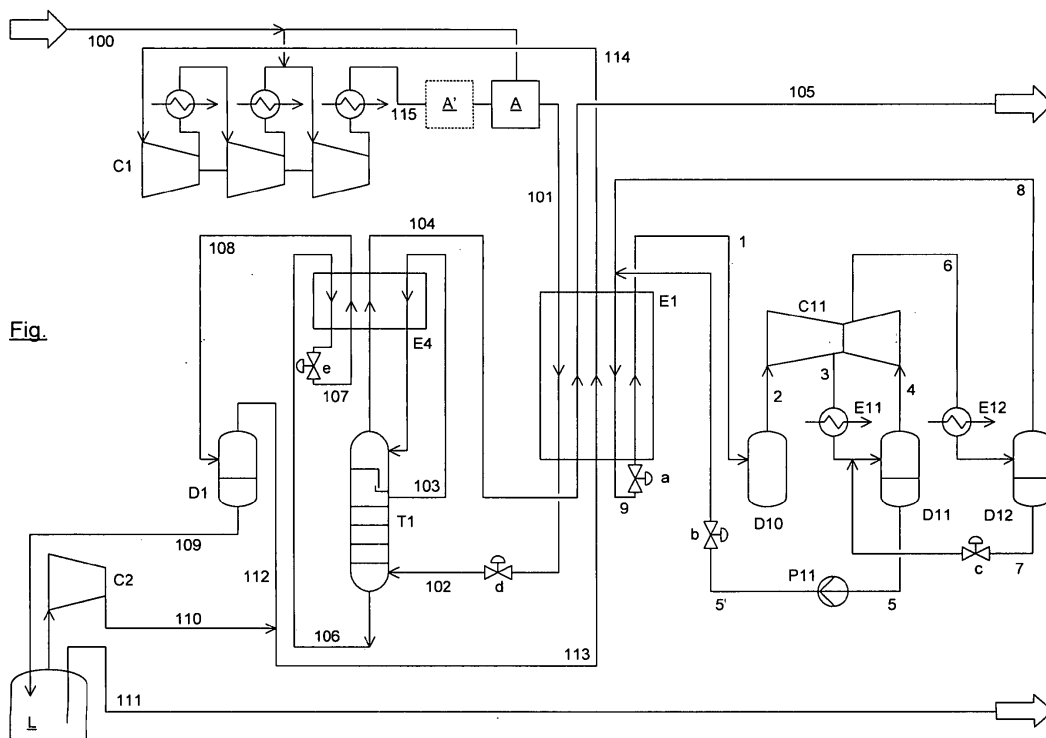
(74) Vertreter: Zahn, Christoph
Linde AG
Legal Services Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
DE-82049 Pullach (DE)

(54) **Verfahren zum Abkühlen eines ein-oder mehrkomponentigen Stromes**

(57) Es wird ein Verfahren zum Abkühlen eines ein- oder mehrkomponentigen Stromes, insbesondere einer Kohlenwasserstoffreichen Fraktion, durch indirekten Wärmetausch mit dem Kältemittelgemisch eines Kältemittelgemischkreislaufes beschrieben, wobei das Kältemittelgemisch wenigstens zweistufig verdichtet wird und in eine tiefersiedende, auf den Enddruck des Kältemittelgemischkreislaufes verdichtete Kältemittelgemisch-

fraktion und in wenigstens eine höhersiedende, auf einen Zwischendruck verdichtete Kältemittelgemischfraktion aufgetrennt wird.

Erfindungsgemäß wird die höhersiedende Kältemittelgemischfraktion (5) auf den Druck der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion (8) gepumpt (P11) und vor dem oder unmittelbar zu Beginn des indirekten Wärmeaustausches (E1) mit der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion (8) vereinigt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abkühlen eines ein- oder mehrkomponentigen Stromes, insbesondere einer Kohlenwasserstoffreichen Fraktion, durch indirekten Wärmetausch mit dem Kältemittelgemisch eines Kältemittelgemischkreislaufes, wobei das Kältemittelgemisch wenigstens zweistufig verdichtet wird und in eine tiefersiedende, auf den Enddruck des Kältemittelgemischkreislaufes verdichtete Kältemittelgemischfraktion und in wenigstens eine höhersiedende, auf einen Zwischendruck verdichtete Kältemittelgemischfraktion aufgetrennt wird.

[0002] Ein gattungsgemäßes Verfahren zum Abkühlen eines ein- oder mehrkomponentigen Stromes ist beispielsweise aus der DE-C 19722490 bekannt. Derartige Abkühl- bzw. Verflüssigungsverfahren kommen beispielsweise in Baseload-Verflüssigungsanlagen zur Anwendung. Hierbei werden die tiefersiedende sowie die höhersiedende Kältemittelgemischfraktion gegen den abzukühlenden bzw. zu verflüssigenden Strom auf unterschiedlichen Temperaturniveaus verdampft. Mittels dieser Verfahrensweise der getrennten Stromführung kann das in dem bzw. den Wärmetauschern resultierende Temperaturprofil vorteilhaft beeinflusst werden. Die in der DE-C 19722490 beschriebene Verfahrensweise erfordert jedoch im Vergleich zu Gemischkreisläufen, bei denen eine derartige Auftrennung nicht erfolgt, einen gewissen apparativen und regeltechnischen Mehraufwand.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren zum Abkühlen eines ein- oder mehrkomponentigen Stromes, das insbesondere für die Verflüssigung eines Kohlenwasserstoffreichen Stromes geeignet ist, anzugeben, das einen geringeren apparativen und/oder regeltechnischen Aufwand erfordert.

[0004] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein gattungsgemäßes Verfahren zum Abkühlen eines ein- oder mehrkomponentigen Stromes vorgeschlagen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die höhersiedende Kältemittelgemischfraktion auf den Druck der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion gepumpt und vor dem oder unmittelbar zu Beginn des indirekten Wärmetausches mit der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion vereinigt wird.

[0005] Aufgrund der erfindungsgemäß vorzusehenden Zusammenführung der höhersiedenden sowie der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion können der apparative sowie der regeltechnische Aufwand verringert werden. Dabei kommt es jedoch zu keiner Erhöhung des Energieverbrauchs des Kältemittelgemischkreislaufes. Zusätzliche Investitions- sowie Betriebskosten werden durch die zusätzlich vorzusehende Pumpe verursacht, mittels derer die höhersiedende Kältemittelgemischfraktion auf den Druck der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion gepumpt wird.

[0006] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Abkühlen eines ein-

oder mehrkomponentigen Stromes, die Gegenstände der abhängigen Patentansprüche darstellen, sind **dadurch gekennzeichnet, dass**

- 5 - das Pumpen der höhersiedende Kältemittelgemischfraktion ein- oder mehrstufig erfolgt, und
- die Vereinigung bzw. Vermischung der höhersiedenden und der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion in einem speziell dafür ausgebildeten Bereich des Wärmetauschers erfolgt.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Abkühlen eines ein- oder mehrkomponentigen Stromes sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen desselben seien nachfolgend anhand des in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0008] Die Figur zeigt ein Verfahren zum Abkühlen und Verflüssigen einer Kohlenwasserstoffreichen, Stickstoff-enthaltenden Einsatzfraktion, bei dem die Gewinnung einer hochkonzentrierten Stickstofffraktion in den Verflüssigungsprozess integriert ist. Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise Gegenstand der nicht vorveröffentlichten DE-A 102009038458. Mit der Zitierung dieses Dokuments sei dessen Offenbarungsgehalt zur Gänze an den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Patentanmeldung integriert.

[0009] Über Leitung 100 wird eine Kohlenwasserstoffreiche, Stickstoff-enthaltende Einsatzfraktion zunächst einer optional vorzusehenden Trocknungseinheit A und anschließend über Leitung 101 einem Wärmetauscher E1 zugeführt. In diesem wird die Einsatzfraktion gegen noch zu beschreibende Verfahrensströme verflüssigt und unterkühlt. Über Leitung 102, in der ein Entspannungsventil d vorgesehen ist, wird die unterkühlte Einsatzfraktion einer Trennkolonne T1 aufgegeben. Aus deren Sumpf wird über Leitung 106 eine Kohlenwasserstoffreiche, Stickstoff-abgereicherte Fraktion abgezogen und im Wärmetauscher E4 unterkühlt. Nach Entspannung im Ventil e wird diese Fraktion über die Leitungsabschnitte 107 und 108 einem Abscheider D1 zugeführt. Aus dem Sumpf dieses Abscheiders wird über Leitung 109 die flüssige LNG-Produktfraktion abgezogen und dem LNG-Lagertank L zugeführt.

[0010] Aus dem Kopf der Trennkolonne T1 wird über Leitung 104 eine hochkonzentrierte Stickstofffraktion abgezogen; deren Stickstoffgehalt beträgt üblicherweise zwischen 90 und 100 Vol.-%. Diese Stickstofffraktion wird in den Wärmetauschern E4 und E1 gegen abzukühlende Verfahrensströme angewärmt und anschließend über Leitung 105 aus dem Prozess abgezogen.

[0011] Zur Durchführung des in der Trennkolonne T1 ablaufenden Trennprozesses wird über Leitung 103 eine Seitenfraktion abgezogen, im Wärmetauscher E4 abgekühlt und der Trennkolonne T1 als Rücklauf aufgegeben.

[0012] Am Kopf des Abscheiders D1 wird über Leitung 112 eine Stickstoff-reiche Fraktion abgezogen. Dieser wird über Leitung 110 mittels des Verdichters C2 ver-

dichtetes Boil-Off-Gas aus dem LNG-Lagertank L zugemischt. Über Leitung 113 wird dieser Strom dem Wärmetauscher E1 zugeführt und gegen abzukühlende Verfahrensströme angewärmt. Der angewärmte Strom wird über Leitung 114 einer vorzugsweise mehrstufig ausgelegten Verdichtereinheit C1 zugeführt, in dieser auf den gewünschten Verflüssigungsdruck verdichtet und anschließend über Leitung 115 der Einsatzfraktion 100 zugemischt. Sofern erforderlich bzw. optional kann eine Aminwäsche A' vorgesehen sein.

[0013] Die vorbeschriebene Verfahrensführung kommt insbesondere dann zur Anwendung, wenn die Stickstoffkonzentration im Endprodukt LNG auf 1 Vol.-% zu begrenzen ist. Im Falle einer höheren Stickstoff-Konzentration könnte es ansonsten innerhalb des LNG-Lagertanks zu unerwünschten und gefährlichen Schichtungen aufgrund unterschiedlicher Dichten kommen.

[0014] Der erfindungsgemäß gestaltete Kältemittelgemischkreislauf 1 bis 9 umfasst eine zweistufige Verdichtereinheit C11, einen dieser Verdichtereinheit vorgeschalteten Abscheider D10 sowie zwei den beiden Verdichterstufen nachgeschalteten Abscheidern D11 und D12. Des Weiteren ist im Gegensatz zu der in der DE-C 19722490 beschriebenen Verfahrensführung eine ein- oder mehrstufig ausgelegte Pumpe bzw. Pumpeneinheit P11 vorzusehen.

[0015] Das im Wärmetauscher E1 gegen den zu verflüssigenden Einsatzstrom 101 verdampfte Kältemittelgemisch wird über Leitung 1 dem vorgenannten Abscheider D10 zugeführt. Die aus dem Kopf dieses Abscheiders über Leitung 2 abgezogene Gasphase wird der ersten Verdichterstufe der Verdichtereinheit C11 zugeführt und mittels dieser auf einen gewünschten Zwischendruck verdichtet. Über Leitung 3 wird das verdichtete Kältemittelgemisch nach Durchgang durch den Nachkühler E11 dem Abscheider D11 zugeführt. Aus dessen Sumpf wird über Leitung 5 eine höhersiedende Kältemittelgemischfraktion abgezogen und mittels der Pumpe bzw. der Pumpeneinheit P11 auf den Druck der noch zu beschreibenden gasförmigen tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion gepumpt. Über Leitung 5', in der ein Regelventil b angeordnet ist, wird diese Flüssigfraktion vor den Eingang des Wärmetauschers E1 geführt.

[0016] Die aus dem Abscheider D11 über Leitung 4 abgezogene Gasphase wird der zweiten Verdichterstufe der Verdichtereinheit 11 zugeführt und mittels dieser auf den gewünschten Enddruck des Kältemittelgemischkreislaufes verdichtet. Über Leitung 6 wird das verdichtete Kältemittelgemisch nach Durchgang durch den Nachkühler E12 dem Abscheider D12 aufgegeben. Die im Sumpf des Abscheiders anfallende Flüssigfraktion wird über Leitung 7, in der ein Regelventil c vorgesehen ist, vor den Eingang des Abscheiders D11 zurückgeführt. Am Kopf des Abscheiders D12 wird über Leitung 8 die tiefersiedende, auf den gewünschten Enddruck verdichtete gasförmige Kältemittelgemischfraktion abgezogen und ebenfalls dem Wärmetauscher E1 zugeführt.

[0017] Erfindungsgemäß werden die flüssige sowie

die gasförmige Kältemittelgemischfraktionen 5' und 8 vor dem oder unmittelbar zu Beginn des im Wärmetauscher E1 stattfindenden Wärmeaustausches vereinigt und dem Wärmetauscher E1 als Zweiphasenstrom zugeführt. Das zweiphasige Kältemittelgemisch wird im Wärmetauscher E1 unter Druck abgekühlt und dabei vollständig verflüssigt. Am kalten Ende des Wärmetauschers E1 wird das Kältemittelgemisch über Leitung 9 abgezogen, im Ventil a entspannt und anschließend beim erneuten Durchgang durch den Wärmetauscher E1 vollständig verdampft.

[0018] Im Gegensatz zu der in der DE-C 19722490 beschriebenen Verfahrensweise ist beim erfindungsgemäßen Verfahren keine gezielte Einflussnahme auf das Temperaturprofil im Wärmetauscher E1 möglich. Da dies in einer Vielzahl von Anwendungsfällen nicht erforderlich ist, kann das erfindungsgemäße Verfahren, das einen geringeren apparativen und/oder regeltechnischen Aufwand zur Folge hat, bei einer Vielzahl von Anwendungsfällen von Vorteil sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abkühlen eines ein- oder mehrkomponentigen Stromes, insbesondere einer Kohlenwasserstoffreichen Fraktion, durch indirekten Wärmetausch mit dem Kältemittelgemisch eines Kältemittelgemischkreislaufes, wobei das Kältemittelgemisch wenigstens zweistufig verdichtet wird und in eine tiefersiedende, auf den Enddruck des Kältemittelgemischkreislaufes verdichtete Kältemittelgemischfraktion und in wenigstens eine höhersiedende, auf einen Zwischendruck verdichtete Kältemittelgemischfraktion aufgetrennt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die höhersiedende Kältemittelgemischfraktion (5) auf den Druck der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion (8) gepumpt (P11) und vor dem oder unmittelbar zu Beginn des indirekten Wärmeaustausches (E1) mit der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion (8) vereinigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Pumpen (P11) der höhersiedenden Kältemittelgemischfraktion (5) ein- oder mehrstufig erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vereinigung bzw. Vermischung der höhersiedenden (5') und der tiefersiedenden Kältemittelgemischfraktion (5') in einem speziell dafür ausgebildeten Bereich des Wärmetauschers (E1) erfolgt.

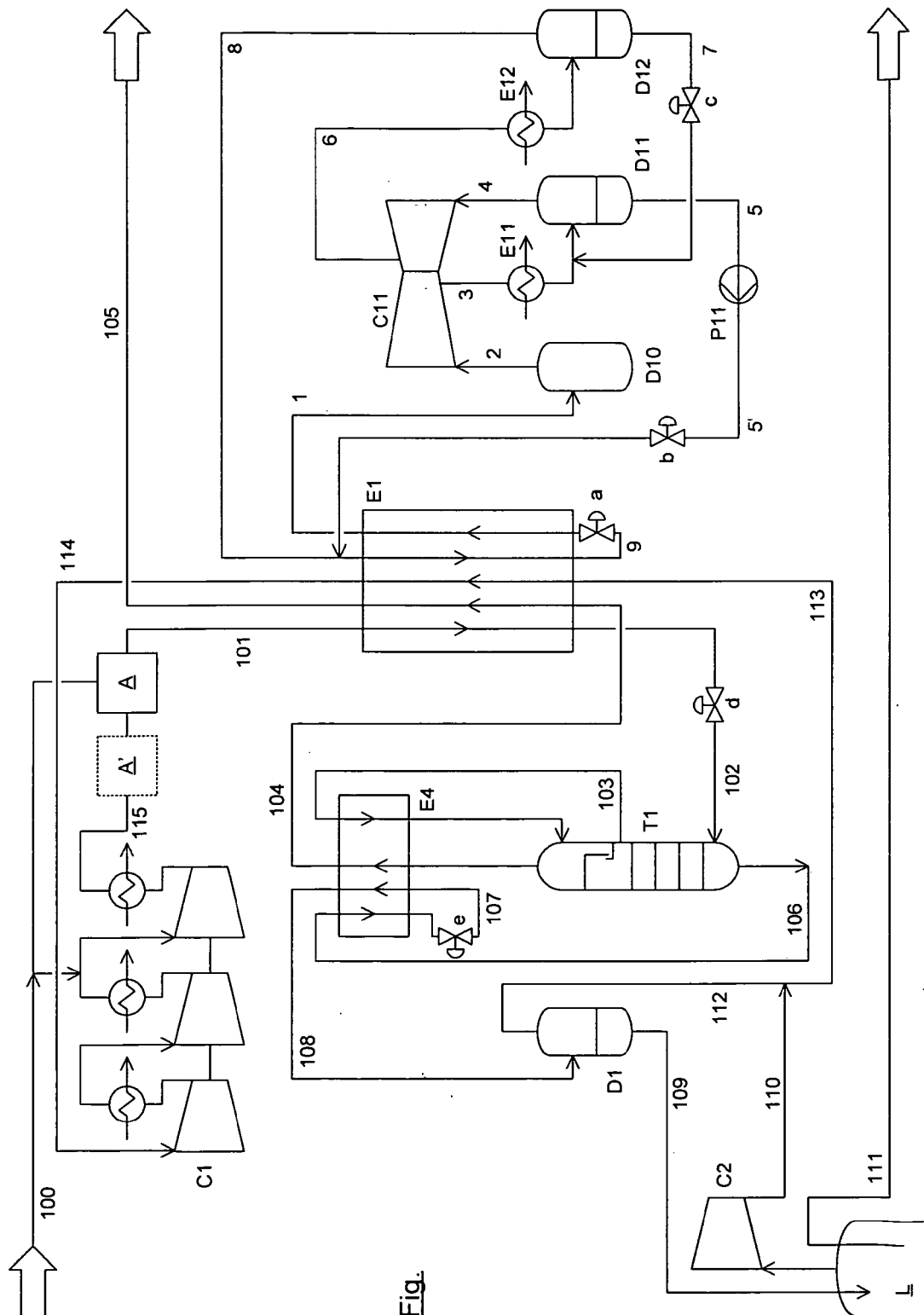


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19722490 C [0002] [0014] [0018]
- DE 102009038458 A [0008]