



(11)

EP 3 486 564 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.05.2020 Patentblatt 2020/20

(51) Int Cl.:
F22B 37/36 ^(2006.01) **F25B 49/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18198588.8**

(22) Anmeldetag: **04.10.2018**

(54) **VORRICHTUNG ZUR SICHEREN DURCHFÜHRUNG EINES LINKSDREHENDEN
THERMODYNAMISCHEN CLAUSIUS-RANKINE PROZESSES;BASIEREND AUF
ARBEITSFLUIDADSORPTION MIT INERTGASVERDRÄNGUNG**

DEVICE FOR SAFE IMPLEMENTATION OF A LEFT-SWITCHING THERMODYNAMIC CLAUSIUS
RANKINE PROCESS;BASED ON WORK FLUID ADSORPTION WITH INERTGAS
DISPLACEMENT

DISPOSITIF POUR UNE MISE EN OEUVRE SÉCURITAIRE D'UN PROCESSUS DE RANKINE
CLAUSIUS THERMODYNAMIQUE À COMMUTATION GAUCHE;BASÉ SUR UNE
ADSORPTION DE FLUIDE DE TRAVAIL À REFOULEMENT DE GAZ INERTE

(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**

(30) Priorität: **16.11.2017 DE 102017126947**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.05.2019 Patentblatt 2019/21

(73) Patentinhaber: **Vaillant GmbH
42859 Remscheid (DE)**

(72) Erfinder:
• **Lingk, Tobias
42799 Leichlingen (DE)**

- **Spahn, Hans-Josef
40699 Erkrath (DE)**
- **Salg, Frank
42897 Remscheid (DE)**
- **Badenhop, Thomas
51688 Wipperfürth (DE)**

(74) Vertreter: **Popp, Carsten et al
Vaillant GmbH
IR-IP
Berghauser Straße 40
42859 Remscheid (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 3 106 780 DE-A1-102011 116 863
JP-A- 2000 105 003**

EP 3 486 564 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft irreguläre Zustände in Kältekreisen, in denen ein als Kältemittel wirkendes Arbeitsfluid in einem thermodynamischen Kreisprozess, wie zum Beispiel dem Clausius-Rankine-Kreisprozess, geführt wird. Vorwiegend sind dies Wärmepumpen, Klimaanlage und Kühlgeräte, wie sie in Wohngebäuden gebräuchlich sind. Unter Wohngebäuden werden dabei Privathäuser, Miethauskomplexe, Krankenhäuser, Hotelanlagen, Gastronomie, kombinierte Wohn- und Geschäftshäuser und Gewerbebetriebe verstanden, in denen Menschen dauerhaft leben oder arbeiten, im Unterschied zu mobilen Vorrichtungen wie KFZ-Klimaanlagen oder Transportboxen, oder auch Industrieanlagen oder medizintechnischen Geräten. Gemeinsam ist diesen Kreisprozessen, dass sie unter Einsatz von Energie Nutzwärme oder Nutzkälte erzeugen und Wärmeverschiebungssysteme bilden. Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Clausius-Rankine-Kreisprozesses mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids.

[0002] Die zum Einsatz kommenden thermodynamischen Kreisprozesse sind seit langem bekannt, ebenso die Sicherheitsprobleme, die bei der Verwendung geeigneter Arbeitsfluide entstehen können. Abgesehen von Wasser sind die bekanntesten damaligen Arbeitsfluide brennbar und giftig. Sie führten im vergangenen Jahrhundert zur Entwicklung der Sicherheitskältemittel, die aus fluorierten Kohlenwasserstoffen bestanden. Es zeigte sich jedoch, dass diese Sicherheitskältemittel die Ozonschicht schädigen, zur Klimaerwärmung führen, und dass ihre sicherheitstechnische Unbedenklichkeit zu konstruktiven Unachtsamkeiten führte. Bis zu 70 % des Umsatzes entfiel auf den Nachfüllbedarf undichter Anlagen und deren Leckageverluste, der hingenommen wurde, solange dies im Einzelfall als wirtschaftlich vertretbar empfunden wurde und Bedarf an Ersatzbeschaffung förderte.

[0003] Der Einsatz dieser Kältemittel wurde aus diesem Grund Restriktionen unterworfen, in der Europäischen Union beispielsweise durch die F-Gas-Verordnung (EU) 517/2014.

[0004] Es ist daher einerseits äußerst problematisch, die konstruktiven Prinzipien für Kältemittel-führende thermodynamische Prozesse zu übernehmen, die sich bei Sicherheitskältemitteln scheinbar gut bewährt haben, andererseits auf die Anlagenkonzepte aus der Zeit vor Einführung der Sicherheitskältemittel aufzusetzen. Dies liegt auch daran, dass inzwischen aus Einzelgeräten komplexe Anlagen geworden sind, was die Anzahl der Möglichkeiten für Störungen und deren Folgen vervielfältigt hat. Hierdurch ergeben sich beispielhaft die folgenden Anforderungen an das Sicherheitskonzept:

- Im Normalbetrieb muss die Anlage absolut dicht sein.
- Weder bei einer Leckage im Kondensator noch bei

einer Leckage im Verflüssiger darf Arbeitsfluid in den gekoppelten Nutzwärme- oder Nutzkältekreislauf gelangen.

- Es darf kein Arbeitsfluid aus dem Kältekreislauf unbemerkt entweichen können.
- Im Verdichter darf das Arbeitsfluid nicht durch die Lagerung entweichen.
- Im Entspannungssystem darf das Arbeitsfluid nicht durch den Ventilsitz diffundieren oder durch Kavitation zu Leckagen führen.
- Gekapselte Teile müssen für Wartungs- und Kontrollzwecke zugänglich bleiben.
- In Notfällen dürfen sich keine Gefahren einstellen.
- Die Anlage soll in vorhandene Räumlichkeiten integrierbar sein
- Das Kältemittel soll abgelassen und eingefüllt werden können.

[0005] Der Begriff des Notfalls muss weit gesehen werden. Denkbar sind Stromausfälle, Erdbeben, Erdrutsche, Überschwemmungen, Brände, technische Fehler und klimatische Extrembedingungen. Sofern die Anlagen in einem Netzwerk betrieben werden, ist auch ein Netzausfall oder eine Netzstörung als Notfall anzusehen. Gegenüber solchen Gefahren oder Störungen soll die Vorrichtung inhärent sicher sein. Aber auch ein Ausfall der verfügbaren Primärenergie kann einen Notfall begründen und darf keine Gefahrentwicklung zur Folge haben. Alle diese Notfälle können auch kombiniert auftreten.

[0006] Hierbei sind die verschiedenen Bauformen und Anwendungsfälle für derartige thermodynamische Kreisprozesse gesondert zu berücksichtigen, bei ortsfesten Anlagen für Wohngebäude beispielsweise folgende:

- Haushaltskühlschränke,
- Haushaltsgefrierschränke,
- Haushaltstrockner,
- Haushaltskühl-Gefrierkombinationen,
- Kühlkammern für Hotel- und Gastronomie,
- Gefrierkammern für Hotel- und Gastronomie,
- Klimaanlage für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Warmwassererzeugung für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Beheizung für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Sauna-Schwimmbadanlagen für Haus, Hotel- und Gastronomie,
- Kombinierte Anlagen für die oben genannten Anwendungen,

wobei diese Aufzählung nicht vollständig ist.

[0007] Die Energie für den Betrieb der Anlagen einschließlich der zu verschiebenden Wärmeenergie kann aus verschiedenen Quellen stammen:

- Erdwärme aus Erdwärmespeichern,
- Geothermische Wärme,
- Fernwärme,
- Elektrische Energie aus allgemeiner Stromversorgung

- gung,
- Elektrische Solarenergie,
- Solarwärme,
- Abwärme,
- Warmwasserspeicher,
- Eisspeicher,
- Latentwärmespeicher,
- Fossile Energieträger wie Erdgas, Erdöl, Kohle,
- Nachwachsende Rohstoffe wie Holz, Pellets, Biogas,
- Kombinationen aus den oben genannten Energiequellen,

wobei auch diese Aufzählung nicht vollständig ist.

[0008] Die auftretenden Probleme bei der Sicherheitsauslegung solcher Anlagen werden in der WO 2015/032905 A1 anschaulich beschrieben. So liegt die untere Zündgrenze von Propan als Arbeitsfluid etwa bei 1,7 Volumenprozent in Luft, was 38 g/m³ in Luft entspricht. Sofern der Kälteprozess in einem ihn umgebenden, hermetisch abgeschlossenen, ansonsten aber luftgefüllten Raum mit dem Arbeitsfluid Propan durchgeführt wird, stellt sich das Problem der Erkennung einer kritischen, explosiven Situation nach einer Störung, bei der das Arbeitsfluid in diesen hermetisch abgeschlossenen Raum austritt. Elektrische Sensoren zur Erkennung kritischer Konzentrationen sind nur schwierig explosionsgeschützt auszuführen, weswegen gerade die Propan-Erkennung durch die Sensoren selbst das Explosionsrisiko erheblich verschärft, ausgenommen hiervon sind Infrarotsensoren. Propan ist auch giftig, bei Inhalation oberhalb einer Konzentration von ca. 2 g/m³ stellen sich narkotische Effekte, Kopfschmerzen und Übelkeit ein. Dies betrifft Personen, die ein erkanntes Problem vor Ort lösen sollen, noch bevor Explosionsgefahr entsteht.

[0009] Propan ist auch schwerer als Luft, sinkt also in ruhender Luft auf den Boden und sammelt sich dort an. Sollte sich also ein Teil des Propans in einer strömungsarmen Zone des abgeschlossenen Raums, in dem sich das gestörte Aggregat befindet, sammeln, können die lokalen Explosionsgrenzen wesentlich schneller erreicht werden, als es der Quotient aus Gesamtraumvolumen zu ausgetretener Propanmenge erwarten lässt. Die WO 2015/032905 A1 sucht dieses Problem zu lösen, indem ein Generator für elektrischen Strom in die Öffnung bzw. deren Verriegelung dieses Raums integriert wird und bei deren Betätigung in einem ersten Schritt die elektrische Energie erzeugt und bereitstellt, mit der der Sensor aktiviert wird, und der im Alarmfall die Verriegelung dann nicht freigibt, sondern eine Lüftung des abgeschlossenen Raums veranlasst, und erst in einem zweiten Schritt eine Entriegelung und Öffnung zulässt.

[0010] Schon zu Beginn der Technologie der Kompressionskältemaschinen wurde der Versuch unternommen, einen abgeschlossenen Raum zu bilden, in dem die apparativen Ausrüstungen alle sicher untergebracht werden konnten und der diese vollständig umhüllt. Die DE-PS 553 295 beschreibt eine gekapselte Kompressi-

onskältemaschine, bei der der Kältemittelverdichter 1, sein Antriebsmotor 2, Verdampfer 3, Verflüssiger 4 und Regelventil 5 in einer doppelwandigen Kapsel 6 bzw. 7 eingeschlossen sind. Im Zwischenraum der doppelwandigen Kapsel wird ein Unterdruck angelegt und Leckagen, die an den Durchbrüchen für Kühlwasser und Sole auftreten könnten, abgesaugt. Das abgesaugte Arbeitsfluid kann im Anschluss daran ggf. zurückgewonnen werden. Zu bemerken ist dabei, dass sich innerhalb des gekapselten Raums keine Umgebungsluft befindet und aufgrund des Unterdrucks im Doppelmantel auch nicht in den gekapselten Innenraum eindringen kann.

[0011] Die DE 10 2011 116 863 A1 beschreibt ein Verfahren zur Sicherung einer Vorrichtung für einen thermodynamischen Kreisprozess, welche mit einem Prozessfluid betrieben wird, das mindestens eine umweltgefährliche, giftige und/oder entzündliche Substanz enthält oder daraus besteht. Im Falle einer Leckage in der Vorrichtung für einen thermodynamischen Kreisprozess ein Adsorptionsmittel mit dem Prozessfluid, insbesondere Ammoniak, Propan oder Propen, in Kontakt gebracht und die Substanz durch das Adsorptionsmittel selektiv gebunden. Das Adsorptionsmittel wird nach Gebrauch regeneriert. Als Adsorptionsmittel werden Zeolith, auch in Kombination mit Imidazol oder Phosphaten, ferner CuBTC vorgeschlagen, das Adsorptionsmittel kann in Form einer Schüttung, eines Formkörpers, eines Anstrichs, eines Sprühfilms oder einer Beschichtung ausgestattet sein. Die Trägerstruktur des Formkörpers kann aus Mikrostruktur, Lamellenstruktur, Rohrbündel, Rohrregister und Blech bestehen und muss mechanisch stabil sowie stark oberflächenvergrößernd sein. Eine Umwälzung der potenziell kontaminierten Luft erfolgt üblicherweise kontinuierlich, kann aber auch durch einen Sensor initiiert werden, der die Lüftung nach Erreichen eines Schwellenwerts oder bei einem erkannten Havariefall einschaltet. Die Adsorption kann innerhalb oder außerhalb eines geschlossenen Raums durchgeführt werden. Außerdem offenbart die DE 10 2011 116 863 A1 eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0012] Die DE 195 26 980 A1 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Reinigung von Luft geschlossener Räume, die eine gasförmige Verunreinigung aufweisen. Nachdem die Verunreinigung von einem Gassensor erkannt wurde, steuert dieser einen Verdichter an, der die Luft durch einen in diesem Raum befindlichen Absorber leitet, wodurch die Verunreinigung absorbiert wird. Die gereinigte Luft verlässt den Absorber in den geschlossenen Raum.

[0013] Die DE 195 25 064 C1 beschreibt eine Kältemaschine mit einem gasdicht ausgebildeten Gehäuse, welches alle kältemittelführenden Komponenten der Maschine aufnimmt, ein das Innere des gasdichten Gehäuses mit einem Auslass verbindender Raum vorgesehen ist, und der Raum mit einem das Kältemittel sorbierenden Stoff gefüllt ist. Die Menge des sorbierenden Stoffes wird dabei so dimensioniert, dass die gesamte Menge an eventuell austretendem Kältemittel aufgenommen und

von der Umwelt ferngehalten werden kann. Der mit dem sorbierenden Stoff gefüllte Raum ist zur Umgebung hin offen. Bei Kältemitteln, die schwerer als Luft sind, ist der Raum nach unten hin offen, bei solchen, die leichter sind, ist er nach oben hin offen, so dass ein Fördergebläse nicht erforderlich ist. Das Sorptionsmittel wird in das Gehäuse eingebracht und umschließt die Kältemaschine bzw. die kältemittelführenden Einrichtungen vollständig. Auf seinem Weg nach außen sind Schikanen vorgesehen, die Kurzschlussströmungen verhindern und entweichendes Gas durch das Sorptionsmittel zwingen. Auch eine doppelwandige Ausführungsform, bei der das Sorptionsmittel im Doppelmantel angeordnet ist, ist möglich. Am Ausgang des mit dem sorbierenden Stoffes gefüllten Raumes zur Umgebung hin kann eine Messeinrichtung für Kältemittel vorgesehen werden.

[0014] Die EP 3 106 780 A1 beschreibt eine Wärmepumpenanlage, die in einem mit einem Bindemittel ausgekleideten, luftdichten Gehäuse untergebracht ist. Innerhalb dieses Gehäuses kann eine Adsorptionseinheit mit einer Zwangslüftung angeordnet sein, die im Umluftbetrieb die Luft im Gehäuse reinigt. Dieser Umluftbetrieb kann kontinuierlich oder nur im Störfall oder in regelmäßigen Intervallen erfolgen. Stromab dieser Sorptionsstufe kann auch ein Zündbrenner, eine Pilotflamme, ein katalytischer Brenner oder ein Heizdraht angeordnet sein, der ggf. restliche brennbare Verunreinigungen verbrennt. Ebenfalls denkbar ist eine Frischluftzufuhr in Verbindung mit der Ableitung gereinigter Abluft.

[0015] Die vorgestellten Systeme hatten am Markt bislang nur wenig Erfolg. Dies kann auf die folgenden Gründe zurückgeführt werden:

- Montagefreundlichkeit: Im Falle von Modernisierungen von alten Heizungsanlagen müssen die neu zu installierenden Vorrichtungen zerlegbar und transportabel sein. Beispielsweise müssen sie über Kellertreppen und in verwinkelte und niedrige Kellerräume verbracht werden können. Zusammenbau, Inbetriebnahme und Wartung müssen ohne großen Aufwand vor Ort möglich sein. Dies schließt große und schwere Druckbehälter weitgehend aus, ferner Systeme, die nach einer Havarie nicht mehr demontierbar sind.
- Diagnosefreundlichkeit: Die Betriebszustände sollten von außen gut erkennbar sein, dies betrifft die Sichtbarkeit und Prüfbarkeit bezüglich möglicher Leckagen und schließt den Füllstand des Arbeitsfluids sowie den Befüllungsgrad ggf. eingebrachter Sorbentien ein.
- Wartungsfreundlichkeit: Systemdiagnosen sollten ohne großen zusätzlichen Aufwand erfolgen können. Sicherheitsrelevante Systeme sollten regelmäßig getestet bzw. auf ihre Zuverlässigkeit geprüft werden können. Sofern Systemdiagnosen nicht einfach durchführbar sind, sollten möglicherweise belastete Teile leicht durch Neuteile austauschbar sein.

- Ausfallsicherheit: Die Systeme sollen einerseits gegen Störungen gesichert sein, gleichzeitig aber zuverlässig laufen können, wenigstens im Notbetrieb. Im Falle einer vorübergehenden externen Störung sollten die Systeme entweder selbstständig wieder anfahren oder ohne großen Aufwand wiederangefahren werden können.
- Energieeffizienz: Die Anlagen sollen energetisch günstig betrieben werden können, ein hoher Eigenverbrauch an Energie für Sicherheitsmaßnahmen wirkt dem entgegen.
- Robustheit: Im Falle größerer Störungen, seien sie extern oder systemintern aufgeprägt, muss die Beherrschbarkeit gewährleistet sein, dies betrifft z.B. Lüftungssysteme, die verstopfen können oder Druckbehälter, die unter Druck stehen oder heiß werden, etwa bei einem Brand.
- Kosten: Die Sicherheitsmaßnahmen sollen weder bei den Anschaffungskosten noch bei den laufenden Kosten bedeutend sein und die Einsparungen bei den Energiekosten gegenüber herkömmlichen Systemen übersteigen. Sie sollen günstig sein.

[0016] Die Aufgabe der Erfindung ist daher, eine verbesserte Auskleidevorrichtung bereitzustellen, welche die dargestellten Probleme besser löst und die Nachteile nicht mehr aufweist.

[0017] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1. Die Vorrichtung ist zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Clausius-Rankine-Kreisprozesses mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids, welches im gasförmigen Zustand unter Atmosphärenbedingungen schwerer als Luft ist und in einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf geführt wird, aufweisend

- mindestens einen Verdichter für Arbeitsfluid,
- mindestens eine Entspannungseinrichtung für Arbeitsfluid,
- mindestens zwei Wärmeübertrager für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen für Wärmeüberträgerfluide,
- ein geschlossenes Gehäuse, welches alle am geschlossenen Arbeitsfluidumlauf angeschlossenen Einrichtungen umfasst, weitere Einrichtungen umfassen kann, und mit einem Adsorbens ausgekleidet ist, welches in der Lage ist, Arbeitsfluid zu adsorbieren,
- wobei ein Adsorbens eingesetzt wird, welches das Arbeitsfluid und ein Inertgas adsorbieren kann,
- wobei das Arbeitsfluid eine höhere adsorptive Bindung an das Adsorbens als das Inertgas aufweist,
- und wobei das Adsorbens, mit dem das Gehäuse ausgekleidet wird, mit dem Inertgas gesättigt vorbeladen ist.

[0018] Als Wärmeüberträgerfluide sind hier alle gasförmigen oder flüssigen Medien zu verstehen, mit denen

Wärme übertragen wird, also etwa Luft, Wasser, Sole, Wärmeträgeröle oder dergleichen.

[0019] Der Vorteil ist dabei, dass im Falle einer Leckage mit Freisetzung des Arbeitsfluids eine Verdrängung des Inertgases aus dem Adsorbens unter gleichzeitiger Adsorption des Arbeitsfluid stattfindet. Das verdrängte Inertgas inertisiert dabei das Behälterinnere und reduziert damit gleichzeitig die Explosionsgefahr. Außerdem bewirkt die Desorption des verdrängten Inertgases, dass die adsorptive Aufheizung des Adsorbens bei der Adsorption deutlich geringer ausfällt, da nicht mehr die gesamte Adsorptionswärme frei wird, sondern nur noch die Differenz zwischen der Adsorptionswärme des Arbeitsfluids und der Desorptionswärme des Inertgases. Dadurch wird auch verhindert, dass bereits adsorbiertes Arbeitsfluid durch Wärmeentwicklung wieder ausgetrieben wird.

[0020] In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung wird als Arbeitsfluid Propan verwendet, als Adsorbens Aktivkohle und als Inertgas Kohlendioxid. Die Aktivkohle kann dabei in bekannter Weise derart dotiert werden, dass eine optimale Beladung durch Propan erfolgt, allerdings ist eine Chemisorption hierbei zu vermeiden, da dann die gleichzeitig Desorption von Kohlendioxid ausbleibt.

[0021] Apparativ wird eine solche Auskleidung vorzugsweise durch formstabile Matten oder Formkörper vorgenommen, die das Adsorbens enthalten und die auf einfache Weise nach Öffnen des Gehäuses abgenommen und entfernt werden können. Sie sind typischerweise auf der zum Behälterinneren zugewandten Seite durch ein Haltegitter durchlässig für Gas und Flüssigkeit, während die Formstabilität durch eine stabile Rückseitenstruktur gewährleistet wird.

[0022] In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, dass diese Matten oder Formkörper auf der dem Gehäuseinneren zugewandten Seite eine ebene Oberfläche aufweisen und an ihrer Oberseite herunterziehbare folienartige Jalousien besitzen, die im Falle einer Demontage wie eine Tüte über die Oberfläche gezogen werden und diese danach für die Demontage und den Abtransport geschlossen halten. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird diese Vorrichtung auch für die Montage verwendet, um zu verhindern, dass das Inertgas vorzeitig aus der Auskleidung fort diffundiert.

[0023] Auf der Rückseite werden die Matten oder Formkörper in bekannter Weise durch Haken oder Klickverschlüsse fixiert.

[0024] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von zwei Prinzipskizzen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 einen Kältekreis mit einer Auskleidung,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für einen adsorptiven Formkörper mit einer Jalousievorrichtung.

[0025] Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze eines Kältekreises 1 mit einem Verdichter 2, einem Kondensator 3, einer Druckreduzierung 4 und einem Verdampfer 5 in einem

geschlossenen Gehäuse 6. Das Gehäuse 6 verfügt über einen Wärmequellen-Anschluss 7, einen Wärmequellen-Vorlauf 8, einen Wärmesenken-Vorlauf 9 und einen Wärmesenken-Anschluss 10. Der Kältekreis 1 wird in diesem Beispiel mit dem entzündlichen Arbeitsfluid Propan, welches auch unter der Bezeichnung R290 bekannt ist, betrieben. Propan ist schwerer als Luft, daher sinkt es im Falle einer Leckage im Kältekreis 1 tendenziell im Gehäuse 6 nach unten. Aufgrund von Temperaturunterschieden im Gehäuse und entsprechender Konvektion findet sich leakagebedingtes Propan aber auch im übrigen Gehäuseinneren. Dieses Gehäuse 6 ist daher vollständig mit der adsorptiven Auskleidung 11 ausgekleidet.

[0026] Fig. 2 zeigt einen adsorptiven Formkörper von dessen Art im Gehäuse mehrere vorhanden sein können oder sollen, wobei diese Formkörper das Gehäuseinnere auch vollständig umschließen können, vor allem auf der Unterseite, da leakagebedingt austretendes Propan in Luft absinkt. Solche Formkörper tragen nebenbei auch zur Reduzierung von Schallemissionen bei.

[0027] Der beispielgebende adsorptive Formkörper 12 besitzt in seinem Inneren eine Aktivkohlematte 13, die entweder aus Aktivkohlefasern oder aus Aktivkohlepellets, die in einer durchlässigen Matrix fixiert sind, besteht. Auch Wabenkörper sind möglich. Auf der Rückseite befindet sich eine tragende Struktur mit Klickverschlüssen 14, mit denen der adsorptive Formkörper 12 an der Innenseite des Gehäuses 6 fixiert wird. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich ein durchlässiges Haltegitter 15.

[0028] Zur Montage und Demontage weist der adsorptive Formkörper eine Jalousievorrichtung 16 auf, die aus Rollen besteht, auf denen gleichzeitig auf Vorderseite und Rückseite Folien vor Gebrauch heraufgezogen und aufgerollt und nach Gebrauch heruntergezogen und unten verschlossen werden können. Die Folien auf Vorderseite und Rückseite können dabei auch eine Tüte bilden, die einen Zugverschluss aufweist und vor und nach Nutzung den adsorptiven Formkörper gasdicht verschließt.

Bezugszeichenliste

[0029]

- 1 Kältekreis
- 2 Verdichter
- 3 Kondensator
- 4 Druckreduzierung
- 5 Verdampfer
- 6 Gehäuse
- 7 Wärmequellen-Anschluss
- 8 Wärmequellen-Vorlauf
- 9 Wärmesenken-Vorlauf
- 10 Wärmesenken-Anschluss
- 11 Adsorptive Auskleidung
- 12 adsorptiver Formkörper
- 13 Aktivkohlematte

- 14 Rückseite mit Klickverschluss
- 15 Haltegitter
- 16 Jalousievorrichtung
- 17 Folie

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur sicheren Durchführung eines linksdrehenden thermodynamischen Clausius-Rankine-Kreisprozesses (1) mittels eines entzündlichen Arbeitsfluids, mit einem Arbeitsfluid welches im gasförmigen Zustand unter Atmosphärenbedingungen schwerer als Luft ist, und mit einem geschlossenen, hermetisch dichten Arbeitsfluidumlauf, welcher
 - mindestens einen Verdichter (2) für Arbeitsfluid,
 - mindestens eine Entspannungseinrichtung (4) für Arbeitsfluid,
 - mindestens zwei Wärmeübertrager (3, 5) für Arbeitsfluid mit jeweils mindestens zwei Anschlüssen (7, 8, 9, 10) für Wärmeüberträgerfluide,
 aufweist, und mit
 - einem geschlossenen Gehäuse (6),
 - welches alle am geschlossenen Arbeitsfluidumlauf angeschlossenen Einrichtungen umfasst,
 - weitere Einrichtungen umfassen kann,
 - und mit einem Adsorbens (11) ausgekleidet ist, welches in der Lage ist, Arbeitsfluid zu adsorbieren,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
 - das eingesetzte Adsorbens ein Inertgas adsorbieren kann, und das Adsorbens mit dem Inertgas gesättigt vorbeladen ist,
 - wobei das Arbeitsfluid eine höhere adsorptive Bindung an das Adsorbens als das Inertgas aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Adsorbens Aktivkohle, das Arbeitsfluid Propan und das Inertgas Kohlendioxid ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auskleidung (11) durch Adsorbens mittels formstabiler Matten oder Formkörper (12) vorgenommen wird.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die formstabilen Matten oder Formkörper (12) ein für Gas und Flüssigkeit durchlässiges Haltegitter (15) und eine formstabile

Rückseitenstruktur (14) mit einer Befestigungsvorrichtung aufweisen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die formstabilen Matten oder Formkörper (12) eine Jalousievorrichtung (16) aufweisen, mit der mindestens eine Folie (17) gasdicht über die formstabilen Matten oder Formkörper gezogen werden kann.

Claims

1. Device for safely carrying out a left-turning thermodynamic Clausius-Rankine cycle (1) by means of an inflammable working fluid, having a working fluid which is heavier than air in the gaseous state under atmospheric conditions, and having a closed, hermetically sealed working fluid circuit, which has
 - at least one compressor (2) for working fluid,
 - at least one pressure relief apparatus (4) for working fluid,
 - at least two heat exchangers (3, 5) for working fluid, each with at least two connections (7, 8, 9, 10) for heat transfer fluids, and having
 - a closed housing (6),
 - which comprises all apparatuses connected to the closed working fluid circuit,
 - can comprise further apparatuses,
 - and is lined with an adsorbent (11) which is able to adsorb working fluid,
- characterised in that**
 - the adsorbent used can adsorb an inert gas, and the adsorbent is preloaded saturated with the inert gas,
 - wherein the working fluid has a stronger adsorptive bond to the adsorbent than the inert gas.
2. Device according to claim 1, **characterised in that** the adsorbent is activated carbon, the working fluid is propane and the inert gas is carbon dioxide.
3. Device according to any of claims 1 or 2, **characterised in that** the lining (11) by adsorbent is carried out by means of dimensionally stable mats or moulded bodies (12).
4. Device according to any of claims 1 to 3, **characterised in that** the dimensionally stable mats or moulded bodies (12) have a holding grid (15) which is permeable to gas and liquid and a dimensionally stable rear side structure (14) with a fastening device.
5. Device according to one of claims 1 to 4, **character-**

ised in that the dimensionally stable mats or moulded bodies (12) have a blind device (16) with which at least one film (17) can be drawn in a gas-tight manner over the dimensionally stable mats or moulded bodies.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les nattes ou corps moulés indéformables (12) présentent un dispositif de store (16), avec lequel au moins une feuille (17) peut être tirée de manière étanche au gaz au-dessus des nattes ou corps moulés indéformables.

Revendications

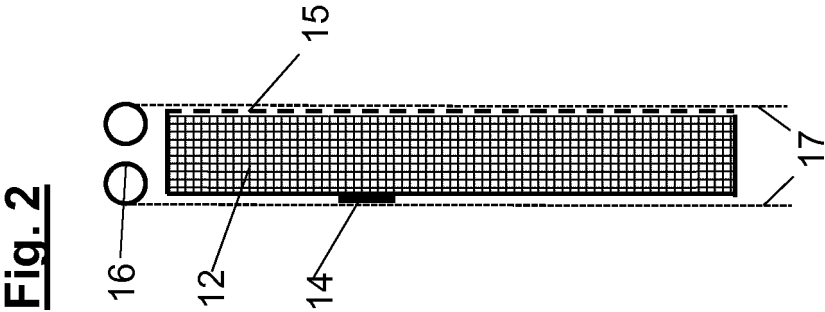
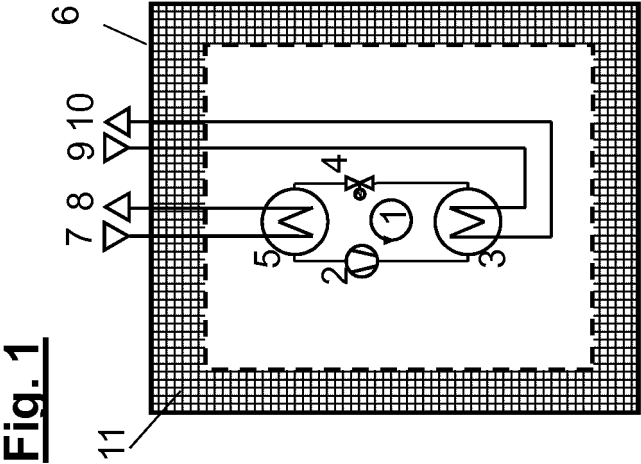
1. Dispositif pour effectuer en toute sécurité un cycle thermodynamique de Rankine avec rotation à gauche (1) au moyen d'un fluide de travail inflammable, avec un fluide de travail lequel à l'état gazeux dans des conditions atmosphériques est plus lourd que l'air et avec une circulation de fluide de travail fermée, hermétiquement étanche, lequel présente

- au moins un compresseur (2) pour fluide de travail,
- au moins un dispositif de détente (4) pour fluide de travail,
- au moins deux échangeurs thermiques (3, 5) pour fluide de travail avec respectivement au moins deux raccords (7, 8, 9, 10) pour fluides caloporteurs,
- et avec
- un boîtier fermé (6),
- lequel comprend tous les dispositifs raccordés à la circulation de fluide de travail fermée,
- peut comporter d'autres dispositifs,
- et est revêtu avec un adsorbant (11), lequel est en mesure d'adsorber le fluide de travail,

caractérisé en ce que

- l'adsorbant utilisé peut adsorber un gaz inerte, et l'adsorbant est préchargé saturé en gaz inerte,
- dans lequel le fluide de travail présente une plus grande liaison adsorbant à l'adsorbant que le gaz inerte.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'adsorbant est du charbon actif, le fluide de travail est du propane et le gaz inerte est du dioxyde de carbone.
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le revêtement (11) par adsorbant est réalisé au moyen de nattes ou corps moulés indéformables (12).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les nattes ou corps moulés indéformables (12) présentent une grille de maintien (15) perméable au gaz et au liquide et une structure arrière indéformable (14) avec un dispositif de fixation.



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

- WO 2015032905 A1 **[0008]** **[0009]**
- DE PS553295 C **[0010]**
- DE 102011116863 A1 **[0011]**
- DE 19526980 A1 **[0012]**
- DE 19525064 C1 **[0013]**
- EP 3106780 A1 **[0014]**