

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 410/2011
(22) Anmeldetag: 23.03.2011
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2013

(51) Int. Cl. : **F25B 17/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2027057 A US 3138938 A
DE 2632572 A1
US 2008196444 A1

(73) Patentinhaber:
SOLARFROST FORSCHUNG GMBH
3002 PURKERSDORF (AT)

(72) Erfinder:
KUNZE GERHARD DR.
WOLFSGRABEN (AT)

(54) SOLARKÜHLUNG MIT EINER AMMONIAK-WASSER-ABSORPTIONSKÄLTEMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft eine einstufige Ammoniak-Wasser Absorptionskältemaschine im Batch-Verfahren bestehend aus Generator (1) mit Druckabsenker (29) und Lösungskonzentrationsoptimierung (3), Absorber (14), Kondensator (25), Verdampfer (24) wobei der Generator (1) zusammen mit einem rückgeköhlten Eingangsgefäß (3) und dem Druckabsenker eine Bau- und Druckeinheit bilden, worin der Druckabsenker (29) zu Beginn jedes Arbeitszyklus den Generatordruck unter den Absorberdruck absenkt, sodass von dort über ein Rückschlagventil (69) Lösung in das rückgeköhlte Generatoreingangsgefäß (3) fließt, dieses füllt und dass von dort die Lösung der Schwerkraft folgend allmählich in eine heiße Zone (1) fließt, welche insbesondere aus einer vom Absorber (18) her gewärmten Vorwärmzone (11) und einer extern beheizten heißen Zone (12) besteht, wo Ammoniakdampf entsteht, der mit einer Siphonleitung (8) von unten durch die noch im Generatoreingangsgefäß (3) befindliche restliche Lösung strömt und wo vom oberen Ende dieses Generatoreingangsgefäßes eine Gasleitung durch ein Rückschlagventil (27) zum Kondensator (25) führt, während die aus der heißen Zone (1) ausfließende ausgekochte Lösung durch den Druckabsenker (29) und durch ein Rückschlagventil (40) sowie eine Druckverminderungsstufe (17) zum Absorber (14) strömt.

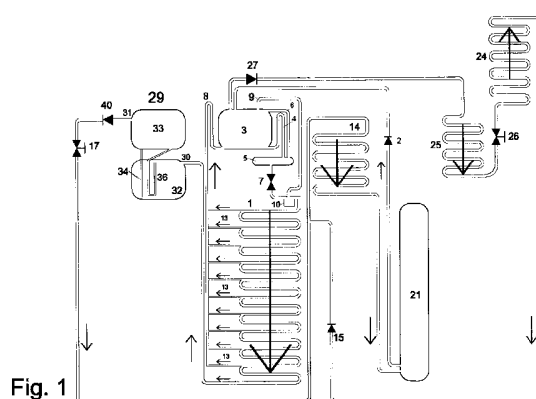


Fig. 1

1. SOLARKÜHLUNG MIT EINER AMMONIAK-WASSER-ABSORPTIONSKÄLTEMASCHINE

2. Beschreibung

3. BESCHREIBUNGSEINLEITUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine solare Kältemaschine. Obwohl weltweit Kältemaschinen einen großen Anteil des elektrischen Stroms konsumieren, ist es bis heute keiner solaren Kältemaschine gelungen, einen Durchbruch zu erlangen. Das liegt wohl am komplizierten Anforderungsprofil, das an eine solche Maschine gestellt wird:

[0002] - A) Kühltemperatur sollte auch Gefrieren ermöglichen, da die wichtigste Anwendung im Bereich Lebensmittellagerung liegt.

[0003] - B) Heiztemperatur soll relativ niedrig sein, weil der Wirkungsgrad von thermischen Solarkollektoren mit steigender Temperatur abnimmt.

[0004] - C) Damit Kühlung auch in feuchtem tropischem Klima funktioniert, sollte die Rückkühltemperatur möglichst hoch sein, weil feuchte Kühltürme dort nicht funktionieren. Stattdessen soll die Abwärme an die Umgebungsluft abgegeben werden können.

[0005] - D) Strombedarf soll möglichst niedrig sein.

[0006] - E) Wichtigste Baugröße im Bereich 1-10 KW Kühlleistung

[0007] - F) Herstellungskosten sollen im Bereich der Kosten konventioneller Kühlgeräte liegen, daher muss auch die Baugröße ähnlich klein sein.

[0008] - G) Die Maschine soll auch in den Nachtstunden kühlen können, wo keine Sonne scheint.

[0009] Aus der Forderung A, ergibt sich, dass nur eine Wasser-Ammoniak-Absorptionskältemaschine in Frage kommt. Aus den Forderungen B und C folgt die Notwendigkeit einer Verbesserung der im Kühlzyklus verwendeten Lösungskonzentrationen gegenüber dem klassischen Ammoniak-Wasser-Absorptionszyklus. Forderungen D und E führen dazu, auch die Lösungsumwälzbewegung mit thermischer Energie zu betreiben, da es für diesen Leistungsbereich - speziell für Ammoniak - kaum brauchbare, langlebige und preiswerte Elektropumpen gibt. Forderung F zielt nicht nur auf optimalen Wirkungsgrad durch teilweise Wiederverwendung von Abwärme sondern auch auf eine kleine, simple und für Massenproduktion geeignete Bauart ab. Aus Forderung G folgt die Notwendigkeit einer Art von Energiespeicherung. Der Stand dieser Technik wird in den unten stehenden Abschnitten 4.1. bis 4.5. dargestellt.

4. STAND DER TECHNIK

4.1. Optimierung der Konzentrationsverhältnisse

[0010] Die wichtigsten Konzentrationskorrekturen in Ammoniak-Wasser Absorptionszyklen kommen an drei verschiedenen Stellen dieser Zyklen vor. Am häufigsten will man für die Verdampfung im Kühlvorgang möglichst reinen Ammoniak haben (siehe 4.1.1.). Will man dagegen eine möglichst niedrige Heiztemperatur für die Kältemaschine einsetzen (Forderung B), soll die Lösung, die in den Generator kommt, eine möglichst hohe Konzentration haben. Soll die Rückkühltemperatur möglichst hoch sein (Forderung C) muss die Lösung im Absorber eine möglichst niedrige Konzentration haben. Die beiden letzteren Zielsetzungen werden üblicherweise gemeinsam angegangen und in 4.1.2. und 4.1.3. beschrieben.

4.1.1. Rektifikation

[0011] Aus einer kochenden Ammoniak-Wasserlösung tritt nicht nur Ammoniakdampf sondern auch Wasserdampf aus. In dem für die Beheizung von Absorptionskältemaschinen typischen Temperaturbereich beträgt der Wassergehalt im Dampf einige Prozent. Bei der Kondensation

dieses Dampfes entsteht also kein reiner Ammoniak sondern eine hochprozentige Ammoniaklösung. Soll durch Verdampfung dieser Flüssigkeit Kälte erzeugt werden, so muss man bedenken, dass diese Lösung bei vorgegebenem Druck eine höhere Siedetemperatur hat als reiner Ammoniak. Das bedeutet, dass die Kühltemperatur höher wird, als erwartet. Um dieses Problem zu beseitigen verwenden viele Absorptionskältemaschinen Rektifikatoren, das bedeutet, dass der gemischte Dampf aus dem Kocher aufwärts durch einen Wärmetauscher strömt, wo ihm bei einer Temperatur, die höher sein muss als die Kondensationstemperatur, Wärme entzogen wird wodurch das Wasser kondensiert und von oben in den Kocher zurückfließt.

[0012] Rektifikatoren verbrauchen Energie, Platz und erzeugen zusätzliche Kosten. Daher sind sie unerwünscht.

4.1.2. Zweistufige Maschinen mit verbundenem Kältemittelsystem

[0013] Eine Methode um einerseits eine sehr hohe Generatorlösungskonzentration und gleichzeitig eine sehr niedrige Absorberlösungskonzentration zu erreichen besteht darin, zwei miteinander verbundene Zyklen zu verwenden, von denen jeder sowohl einen Generator als auch einen Absorber hat. Im ersten Zyklus verwendet man eine relativ niedrige Konzentration und der Generator des ersten Zyklus gibt seinen Ammoniakdampf an den Absorber des zweiten Zyklus weiter, wodurch der zweite Zyklus eine höhere Konzentration bekommt. Der zweite Generator gibt dann seinen Dampf an den Kondensator weiter, wobei das Kondensat in den Verdampfer kommt, wo der Kühleffekt stattfindet, und der entstandene Dampf wieder über den ersten Absorber in den ersten Zyklus gelangt. Siehe dazu: AT 500935 A2.

4.1.3. Bypass

[0014] Eine andere Methode um einerseits eine sehr hohe Generatorlösungskonzentration und gleichzeitig eine sehr niedrige Absorberlösungskonzentration zu erreichen besteht darin, die vom Generator kommende Lösung auf einem niedrigeren Druckniveau weiter zu kochen und die vom Absorber kommende Lösung mit diesem Dampf in Kontakt zu bringen, bevor sie in den Generator gepumpt wird. Ein Teil des Ammoniaks zirkuliert daher nicht über den Kondensator und den Verdampfer, sondern kehrt über einen „Bypass“ genannten Parallelweg zum Generator zurück. Diese Methode findet sich unter anderem in AT 506356 B1. Der gesamte Ammoniakumsatz, der bei diesem System ohne Kühleffekt zu erzeugen verdampft und wieder absorbiert werden muss, ist kleiner als beim zweistufigen System 4.1.2. wodurch auch der Wirkungsgrad besser ist. Details siehe unter: <http://www.solarfrost.com/PDF/icebook.pdf>.

[0015] Die Verwendung von mehrstufigen Systemen oder des so genannten Bypass in Kombination mit Dampfpumpen ist kompliziert und fehleranfällig. Sowohl beim zweistufigen System als auch beim Bypass müssen parallele Flüssigkeitsströme synchron mittels zweier getrennter Pumpen geführt werden. Die Pumpleistung von Dampfpumpen lässt sich aber nur schlecht und mit ziemlich großer Zeitverzögerung regeln. Dies führt zu für Rückkopplungen typischen Oszillationsvorgängen, die den Wirkungsgrad des Systems negativ beeinflussen. Eine andere Art der automatischen Regelung der parallelen Flüsse besteht in elektromechanischen Regelventilen und/oder Schwimmerventilen. Dabei kommen aber neue Verschleißteile ins Spiel und solche Bauteile lassen sich auch nur schwer in eine Plattenbauweise integrieren.

4.2. Bewegung der Lösung zwischen unterschiedlichen Druckzonen durch thermische Energie

[0016] Wesentlich für jede Absorptionskältemaschine ist es, dass Lösung abwechselnd erhitzt und wieder gekühlt wird. Praktisch löst man das am Einfachsten, indem man die Lösung zwischen heißen und kalten Zonen hin und her bewegt. Das geht von heiß nach kalt gewissermaßen selbsttätig, da der Dampfdruck einer heißen Lösung größer ist als der einer kalten Lösung vergleichbarer Konzentration. Umgekehrt von kalt nach heiß muss aber Arbeit aufgewendet werden, um die Lösung zu bewegen. Die meisten Absorptionskältemaschinen verwenden für diese Aufgabe mechanische Pumpen. Dabei kommen für Maschinen großer Leistung Kreiselpumpen zum Einsatz. Für kleine Leistungen ist es aber ein echtes Problem, preiswerte, effizien-

te und langlebige mechanische Pumpen zu finden.

[0017] In dem hier interessierenden Leistungsbereich zwischen 1 und 10 KW soll daher die Lösung ausschließlich durch Wärmeenergie bewegt werden. Es gibt für diesen Zweck bereits Dampfpumpen. Man muss dabei aber unterscheiden, für welche Art von Absorptionskältemaschine solche Pumpen dienen sollen. Einerseits gibt es so genannte Diffusions-Absorptionskältemaschinen, die ein inertes Hilfsgas, meist Wasserstoff, verwenden, sodass in Generator und Absorber nahezu der gleiche Gesamtdruck herrscht, wenn auch der jeweilige Ammoniakdampfdruck sehr verschieden ist. Andererseits gibt es Maschinen ohne Hilfsgas, bei denen der Druckunterschied zwischen Generator und Absorber mehrere bar beträgt. Im ersten Fall genügt für die thermisch betriebene Lösungsbewegung eine einfache Blasenpumpe, ähnlich jenen Dampfpumpen, die man aus Filterkaffeemaschinen kennt. Im zweiten Fall, zur Überwindung eines großen Druckunterschieds braucht man andere Pumpen die im Weiteren beschrieben werden.

4.2.1. Lösungsbewegung durch Temperaturunterschiede

[0018] Prinzipiell scheint es nahe liegend anzunehmen, dass es sehr einfach sei, eine Ammoniak-Wasser Lösung durch induzierte Temperaturunterschiede zu bewegen, weil ihr Ammoniakdampfdruck bei Erwärmung stark ansteigt. Man kann also durch Erwärmung einer solchen Lösung diese aus einem Behälter austreiben, und man sollte annehmen, dass man durch Abkühlung einen entsprechenden Saugeffekt erreichen kann. Das ist aber nur mit Einschränkungen der Fall: Kühlt man eine unbewegte Ammoniak-Wasser Lösung in einem geschlossenen Gefäß ab, so sinkt der Druck in der über der Lösung stehenden Gasblase viel weniger stark ab, als anhand der Dampfdruckkurve zu erwarten wäre. Die kalte Lösung absorbiert zwar Ammoniakdampf an der Oberfläche, allerdings entsteht dabei eine dünne schwimmende Grenzschicht mit hoher Konzentration, deren Dichte viel geringer ist, als die der darunter liegenden Lösung. Damit wird eine weitere Absorption durch die Grenzschicht hindurch weitgehend verhindert.

[0019] Jedes System in dem eine Ammoniak-Wasser Lösung durch Wärme nachhaltig umgewälzt werden soll, muss den bei der Erwärmung entstandenen Dampf auch wieder absorbieren können. In der Regel erfordert das spezielle Einrichtungen zur Druckabsenkung. Allgemein könnte man einen Druckabsenker so definieren, dass es eine Vorrichtung ist, in der Ammoniak-Wasser-Lösung in einen Zustand gebracht wird, wo es dem Ammoniakdampf gleichzeitig ermöglicht wird, von der Seite oder von unten in die Lösung einzudringen, so dass sich keine horizontale Sperrschicht bilden kann. Dies geht zum Beispiel, indem man die Lösung der Schwerkraft folgend durch einen Gasraum von oben nach unten fließen lässt.

[0020] Man kann einen Druckabsenker auch so bauen, dass er in einem genau definierten Moment ausgelöst wird. Dadurch wird es möglich dass eine Portion der Lösung ihren Druck periodisch um mehrere bar hebt und senkt, wodurch der Bau von Pumpen ohne mechanisch bewegte Teile ermöglicht wird, wenn man von den dabei verwendeten Rückschlagventilen absieht. Derartige Dampfpumpen finden sich z. B. in WO 03095844 A1, AT500935 und AT 504399.

4.3. Wärmerückgewinnung

[0021] In den klassischen Ammoniak-Wasser-Kältemaschinen wird in der Regel ein Lösungswärmetauscher zwischen dem heißen Generator und dem kalten Absorber eingebaut, sodass die ausgekochte heiße Lösung aus dem Generator im Gegenstrom zur angereicherten starken Lösung aus dem Absorber geführt wird. Dadurch gelangt bereits vorgeheizte Lösung in den Generator und der Absorber wird mit kalter Lösung gespeist.

[0022] So wichtig diese Art der Wärmerückführung ist, betrifft sie doch nur einen Teil der Wärmemenge, die in den meisten Absorptionskältemaschinen in Form von Absorptionswärme verloren geht.

[0023] Beim Ammoniak-Wasser Absorptionskühlungsprozess wird nämlich ziemlich genau der gleiche Wärmebetrag, der in den Verdampfungsprozess des Ammoniaks hineingesteckt werden

muss, beim anschließenden Absorptionsprozess als Abwärme wieder frei gesetzt. Sowohl die zum Austreiben erforderliche Wärme als auch die entstehende Abwärme sind nicht an eine feste Temperatur gebunden. Stattdessen steigt beim Austreiben (bei festem Kondensationsdruck) die Siedetemperatur der Lösung stetig an und ebenso sinkt die Absorptionstemperatur (bei festem Absorptionsdruck) stetig ab. Die Temperaturintervalle für Verdampfung und für Absorption überlappen sich im Normalfall, so dass ein Teil der entstehenden Absorptionswärme zu neuerlicher Verdampfung verwendet werden kann, wodurch der Wirkungsgrad (COP) einer solchen Maschine deutlich erhöht werden kann.

[0024] Es ist wichtig darauf hin zu weisen, dass eine solche Absorptionswärmerückgewinnung nur gemeinsam und gleichzeitig mit dem eingangs erwähnten Lösungswärmetausch möglich ist. Hat man den Generator und den Absorber voneinander getrennt und dazwischen einen Lösungswärmetauscher fließt in den Absorber kalte Lösung ein und die Absorptionswärme entsteht bei niedriger Temperatur, die nicht in den Generatorprozess rückgeführt werden kann.

[0025] Ein Beispiel für eine solche Absorptionswärmerückführung findet sich in: AT 504399 B1. Dabei gibt das flüssige Heizmedium zuerst in einem als Hochleistungswärmetauscher ausgeführten Generator im Gegenstrom zur Ammoniak-Wasser-Lösung einen Großteil seiner Wärme ab und anschließend holt es einen Teil der Absorptionswärme in einem Absorber der ebenfalls als Hochleistungswärmetauscher gebaut ist im Gegenstrom zur Lösung zurück.

[0026] Das in AT 504399 B1 beschriebene Verfahren zur Absorptionswärmerückführung erfüllt zwar seine Aufgabe, allerdings nicht optimal, weil die rückgeführte Wärme über zwei Trennschichten geführt wird, einmal vom Absorber in das Heizmedium und einmal vom Heizmedium in den Generator.

[0027] Es wäre natürlich besser, den wärmeren Teil der Absorberwärme direkt über einen einzigen Hochleistungswärmetauscher an den kühleren Teil des Generators weiter zu geben. Dabei wird es aber schwierig, die erforderliche Gegenströmung zu garantieren: Da die ausgekochte Lösung des Generators spezifisch schwerer ist als die stark konzentrierte zufließende Lösung ist es vorteilhaft, wenn die Lösung im Generator von oben nach unten fließt und wenn sie sich schon während dieses Prozesses kontinuierlich vom entstehenden Dampf befreit. Umgekehrt ist es aber auch für den Absorber einfacher, wenn seine Lösung wie in einem Druckabsenker von oben nach unten fließt. Damit wird aber ein Wärmetauscher im Gegenstrom ausgeschlossen.

4.4. Bauweise

4.4.1. Generator

[0028] Aufgabe des Generators ist es, der Lösung Wärme zuzuführen, damit Ammoniak verdampfen kann. Klassisch handelt es sich dabei um einen Behälter, dem kontinuierlich Lösung und Wärme zugeführt wird, während ebenso kontinuierlich die ausgekochte Lösung und der Dampf daraus abfließen. Wird der Generator zusammen mit einer Dampfpumpe verwendet, könnte man theoretisch von einem periodisch wiederholten Batch-Prozess sprechen, weil die Pumpenhübe der Dampfpumpe typischerweise eine bis mehrere Minuten lang dauern. Es ist aber nicht sinnvoll, in einem solchen Fall vom Begriff der Kontinuität abzugehen, weil dabei der Generatordruck und auch der Ausstoß von Dampf und ausgekochter Lösung nahezu konstant bleiben. Das ist bei der vorliegenden Erfindung (siehe unten) nicht der Fall, weshalb sie sich als echter Batch-Prozess von solchen quasi-kontinuierlichen Systemen unterscheidet.

4.4.2. Absorber

[0029] Aufgabe des Absorbers ist es, der im Generator ausgekochten Lösung den aus dem Verdampfer kommenden Ammoniakdampf wieder zuzuführen und darin zu lösen. Zu diesem Zweck muss dem Absorber die entstehende Lösungswärme entzogen werden. Dies kann, wie in den klassischen Ammoniak-Wasser Kältemaschinen so geschehen, dass man die schwache Lösung in einer Ammoniakatmosphäre über von innen gekühlte Rohre rieseln lässt oder im

„falling-film“ Verfahren in einem senkrechten Rohr entlang der von außen gekühlten Rohrinnenwand herablaufen lässt. Die Effizienz des falling-film Verfahrens kann noch gesteigert werden, indem man in das Rohr eine an die Rohrinnenwand anliegende Drahtspirale einfügt.

[0030] In beiden Fällen kommt das unter 4.2.1. definierte Verfahren des Druckabsenkers zur Anwendung. Beide Verfahren implizieren aber auch eine einheitliche Kühltemperatur für den Absorptionsprozess. Sie sind daher für eine Absorptionswärmerückführung nicht geeignet. Absorptionswärme kann nur dann effektiv gewonnen werden, wenn der Absorptionsprozess bei gleich bleibendem Druck und kontinuierlicher, allmählicher Abkühlung der Lösung und gleichzeitig ansteigender Konzentration stattfindet.

[0031] Wegen des Problems der Druckabsenkung wurde in AT 504399 B1 der Hochleistungswärmetauscher zur Wärmerückgewinnung als eng gewickelte Rohrspirale ausgeführt durch die sowohl die schwache Lösung als auch der Ammoniakdampf gemeinsam geleitet wurden, so dass sich die beiden Medien in den engen Rohrwindungen innig vermischen und ineinander lösen konnten.

4.4.3. Plattensysteme

[0032] Eines der größten Probleme von Absorptionskältemaschinen gegenüber Kompressionskühlung besteht in ihrer relativen Größe und damit auch in den hohen Anschaffungskosten. Die Problematik ist ähnlich wie im chemischen Reaktorbau. In AT 506358 B1 wurde daher ein System bestehend aus ebenen Platten vorgeschlagen, das die Baugröße von Absorptionskältemaschinen deutlich verringern könnte. Übersetzt man das Bauprinzip einer herkömmlichen Ammoniak-Wasser-Absorptionskältemaschine in die Form eines derartigen Plattenpaketes gleicher Leistung, so hat dieses nur noch ca. 3% des ursprünglichen Volumens.

[0033] Ein Plattensystem, wie in AT 506358 B1 beschrieben, ist für Ammoniak-Wasser Absorptionskältemaschinen nur mit Einschränkungen brauchbar. Hauptproblem beim Ammoniak ist, dass das System unter allen Betriebsbedingungen vollkommen dicht sein muss. Dabei geht es nicht nur um die Dichtigkeit nach außen sondern auch um innere Dichtigkeit zwischen Bauteilen mit unterschiedlichem Betriebsdruck. Aus der Logik des Plattensystems folgt, dass in einer Absorptionskältemaschine in der Regel auf ein und derselben Platte Zonen mit unterschiedlichem Druck benachbart zueinander liegen.

[0034] Gelötete Platten halten typischerweise Druck bis 15 bar aus, geklebte Platten haften noch schlechter, der Betriebsdruck in Ammoniak-Wasser Kältemaschinen kann aber - besonders in heißem Klima (mit höherer Kondensatortemperatur) - deutlich höher liegen. Selbst wenn ein solcher Plattenstapel, wie in AT 50635 B1 vorgeschlagen, zwischen dicken Endplatten an den Rändern zusammengepresst wird, lässt sich damit nicht vermeiden, dass im Zentralbereich der Platten undichte Stellen auftreten, weil bei der für Kältemaschinen typischen Baugröße der Platten. Die vom Druck hervorgerufenen Gesamtkräfte zu groß sind. Insbesondere dann, wenn elastische Platten in dem Stapel verwendet werden, kommt es - unter anderem auch wegen der nicht einheitlichen Form der Formplatten - zu kleinen Plattenverformungen, so dass im Zentralbereich der Platten ein winziges Auseinanderklaffen der Platten unvermeidlich ist.

[0035] Als weitere Möglichkeit kommt Schweißen in Betracht. Da aber auf jeder der Platten eines solchen Plattenpakets unterschiedliche Druckzonen herrschen, müsste die Verschweißung nicht nur am Plattenrand sondern nahezu in der ganzen Fläche erfolgen, was aufwendig ist und nur bei sehr großen Stückzahlen rentabel wäre.

[0036] Ein weiteres Problem ist dann die Wärmeübertragung innerhalb eines solchen Plattenpakets. Wird ein solches Plattenpaket vollflächig verschweißt, kann es keine Isolationsplatten haben. Wird, was wünschenswert wäre, die gesamte Kältemaschine in einem einzigen Block untergebracht, kämen heiße und kalte Zonen nebeneinander zu liegen und die dabei entstehenden Wärmebrücken würden den thermischen Wirkungsgrad der Maschine empfindlich verringern.

4.5. Energiespeicherung

[0037] Das Problem, Solarenergie auch dann zu nützen wenn keine Sonne scheint, wird in den allermeisten Fällen durch thermisch isolierte Heißwassertanks gelöst, in Einzelfällen auch durch Latentwärmespeicher. In jedem Fall erhöht eine solche Anlage das Volumen, die Kosten, insbesondere aber auch den Installationsaufwand eines Solarsystems beträchtlich.

5. AUFGABEN DER ERFINDUNG

[0038] Aus einem Vergleich der Liste der Forderungen an eine ideale solare Kältemaschine mit dem aktuellen Stand der Technik ergibt sich die Aufgabenstellung für die vorliegende Erfindung:

[0039] - Sie soll bei niedriger Heiztemperatur und bei relativ hoher Rückkühltemperatur eine niedrige Kühltemperatur erreichen

[0040] - Einstufiger Prozess

[0041] - Keine Lösungspumpe

[0042] - Statt dessen Batch-Verfahren für den Generatorprozess in dem alle Schritte der Lösungskonzentrationsoptimierung stattfinden, und kalter Ammoniakdampf produziert wird, der ohne Rektifikation zum Kondensator geleitet werden kann.

[0043] - Batch Prozess soll ohne äußere Steuerung oder Regelung selbsttätig verlaufen und sich periodisch wiederholen

[0044] - Da es keine Lösungspumpe geben soll, muss der Generator seinen Druck selbsttätig nach vollendeter Verarbeitung einer Portion Lösung seinen Druck unter den Druck des Absorbers senken, damit von dort Lösung über ein Rückschlagventil in den Generator nachfließen kann.

[0045] - Der dafür nötige Druckabsenker muss genau dann ausgelöst werden, wenn alle Lösung des Generators verbraucht ist und nur noch das restliche Gas zum Absorber bewegt wird.

[0046] - Sobald der Generator genügend Lösung angesaugt hat, muss die Aktion des Druckabsenkers abgebrochen werden.

[0047] - Wenn der Druckabsenker vor seiner Auslösung überschüssiges Gas aus dem Generator zum Absorber abfließen lässt und erst ausgelöst wird, wenn der Generatordruck nur noch wenig über dem Absorberdruck liegt, kann der Druckabsenker kleiner gebaut werden und seine Aktion geht schneller. Dadurch steigt die Kühlleistung pro Volumen der ganzen Maschine.

[0048] - Ein möglichst großer Teil der entstehenden Abwärme sollte im Kühlprozess wieder verwertet werden.

[0049] - Absorber mit aufwärts strebender Lösung zur Absorptionswärmerückgewinnung

[0050] - Weil es keine Lösungspumpe gibt ist thermische Startvorrichtung nötig

[0051] - Kleine und billige Bauweise aus Platten, die dicht ist und keine Wärmebrücken hat

[0052] - Vermeidung von externen Wärmespeichern

[0053] Dabei ist zu beachten, dass die Erfindung nicht durch eine Aneinanderreihung von Komponenten realisiert werden soll, die jede für sich eine der gestellten Aufgaben lösen, wie dies im konventionellen Anlagenbau geschieht, sondern durch ein einfaches und homogenes System, bei dem die verschiedenen Funktionen alle aus der gleichen Grundidee und deren Bauweise erwachsen.

6. LÖSUNG DER GESTELLTEN AUFGABE

6.1. Allgemeine Funktion

[0054] Die Aufgaben, eine einstufige Ammoniak-Wasser Absorptionskältemaschine mit niedriger Heiztemperatur, hoher Rückkühltemperatur und niedriger Kühltemperatur, im Batch-Verfahren ohne Lösungspumpe und ohne Rektifikation zu bauen, wo alle Schritte der Lösungskonzentrationsoptimierung im Generator passieren, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Generator zusammen mit einem rückgeköhlten Eingangsgefäß und dem Druckabsenker eine Bau- und Druckeinheit bilden, worin der Druckabsenker zu Beginn jedes Arbeitszyklus den Generatordruck unter den Absorberdruck absenkt, sodass von dort über ein Rückschlagventil Lösung in das rückgeköhlte Generatoreingangsgefäß fließt, dieses füllt und dass von dort die Lösung der Schwerkraft folgend allmählich in eine heiße Zone fließt, welche vorteilhafterweise aber nicht notwendig aus einer vom Absorber her gewärmten Vorwärmzone und einer extern beheizten heißen Zone bestehen kann, wo Ammoniakdampf entsteht, der mit einer Siphonleitung von unten durch die noch im Generatoreingangsgefäß befindliche restliche Lösung strömt und wo vom oberen Ende dieses Generatoreingangsgefäßes eine Gasleitung durch ein Rückschlagventil zum Kondensator führt, während die aus der heißen Zone ausfließende ausgekochte Lösung durch den Druckabsenker und durch ein Rückschlagventil sowie eine Druckverminderungsstufe zum Absorber strömt.

6.2. Generatöraufbau

[0055] Die Aufgabe, dass der Batch-Prozess ohne äußere Steuerung oder Regelung selbsttätig verlaufen und sich periodisch wiederholen soll, wird erfindungsgemäß dadurch erfüllt, dass das gekühlte Generatoreingangsgefäß mit drei Siphonsystemen verbunden ist:

- [0056]** - Siphon oder Heber, bestehend aus einer engen Leitung, die vom Eingangsgefäßboden aufwärts bis zur maximalen Füllhöhe dieses Gefäßes führt, sich dort wieder nach unten wendet und unterhalb des Eingangsgefäßes in ein kleines zur Gefäßoberseite hin ventiliertes Sammelbecken mündet. Von diesem Sammelbecken führt eine enge Verbindungsleitung, in die ein Regulierelement eingebaut sein kann, in die darunter liegende beheizte Generatorzone.
- [0057]** - Siphon oder Heber, bestehend aus einer Leitung, die vom Oberteil der beheizten Generatorzone aufwärts bis oberhalb der Oberkante des gekühlten Eingangsgefäßes führt, sich dort wieder nach unten wendet und zur Unterseite des gekühlten Eingangsgefäßes führt, in das sie dort einmündet.
- [0058]** - Siphon oder Heber, bestehend aus einer Leitung, die vom oberen Bereich des gekühlten Eingangsgefäßes abwärts bis zum Eingang der heißen Zone des Generators führt und dort in ein kleines Lösungssammelbecken mündet.

6.3. Druckabsenker

[0059] Die Aufgabe, einen Druckabsenker zu bauen, der am Zyklusende durch den Wechsel von Lösung zu Gas ausgelöst wird und der, sobald der Generator genügend Lösung angesaugt hat, die Druckabsenkaktion abbricht, kann erfindungsgemäß durch zwei übereinander angeordnete rückgeköhlte Behälter, die durch zwei oder mehr Leitungen bzw. Siphons verbunden sind, gelöst werden, wobei während des Generatorprozesses der Weg der Lösung bzw. des Gases vom unteren in den oberen Behälter geht und von dort durch ein Rückschlagventil zum Absorber. Aufbauend auf dieser Grundidee lassen sich verschiedene Bauweisen für den Druckabsenker finden:

- [0060]** 1. Der obere und der untere Behälter sind durch zwei Leitungen miteinander verbunden, wo die erste Leitung den Boden des oberen Behälters mit dem Boden des unteren Behälters verbindet und die zweite Leitung ausgehend vom oberen Bereich des unteren Behälters zuerst abwärts führt, den knapp oberhalb des Bodens des unteren Behälters sich nach oben wendet und dann im Bodenbereich des oberen Behälters in diesen einmündet.

- [0061]** 2. Wie die erste Version, nur dass eine dritte Leitung hinzu kommt, die etwa aus der Mitte des abwärts strebenden Teils der zweiten Leitung abzweigt und nach oben führt, dann im oberen Bereich des unteren Behälters sich nach unten wendet und in den unteren Bereich des aufwärts zum oberen Behälter strebenden Teils der zweiten Leitung mündet.
- [0062]** 3. Wie die erste oder die zweite Version, wobei aber einerseits die erste Leitung nicht direkt in den Boden des unteren Behälters einmündet sondern unterhalb dieses Behälters ein U-Rohr bildet, dessen Scheitel den tiefsten Punkt des ganzen Druckabsenkens bilden muss und andererseits die zweite Leitung in ihrem aufwärts strebenden Teil durch ein Regulierventil unterbrochen wird. Dazu kommt noch ein zweites Rückschlagventil, parallel zu dem ersten am oberen Ausgang des oberen Behälters in Flussrichtung zum Absorber, und zwar ebenfalls in Flussrichtung zum Absorber, gespeist von zwei parallelen Zuflüssen nämlich einer vierten und einer fünften Leitung, wobei die vierte Leitung vom Boden des unteren Behälters direkt aufwärts zum zweiten Rückschlagventil führt, während die fünfte Leitung ausgehend vom oberen Bereich des unteren Behälters zuerst abwärts führt, den knapp oberhalb des Bodens des unteren Behälters sich nach oben wendet und dann ebenfalls zum zweiten Rückschlagventil führt.

6.4. Absorber mit aufwärts strömender Lösung und mit Ausgangssammelbehälter

[0063] Die Aufgabe, einen Absorber mit aufwärts strebender Lösung zur Absorptionswärmerrückgewinnung zu bauen wird erfindungsgemäß durch einen Absorber bestehend aus zwei Abschnitten und einem Ausgangssammelbehälter gelöst, wo im ersten Abschnitt heiße, schwach konzentrierte Lösung aufwärts fließt und gleichzeitig Ammoniakdampf absorbiert und die entstehende Wärme an die Vorwärmzone des Generators abgibt. Anschließend gelangt die abgekühlte Lösung in einen darüber liegenden zweiten Abschnitt, der von außen rückgeköhlt ist, wo die Lösung der Schwerkraft folgend abwärts fließt. Aus dem kalten Abschnitt rinnt die Lösung zur Unterseite eines darunter liegenden von einem flüssigen Medium rückgeköhlten Lösungsspeichers.

6.5. Absorberausgangsgefäß mit Starter

[0064] Die Aufgabe einer thermischen Startvorrichtung wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass sich am Zufluss des Rückköhlmediums zum Köhlmantel des Absorber-Ausgangsammelbehälters ein Dreiwegventil befindet welches es erlaubt, kurzzeitig ein heißes Medium durch den mit diesem Lösungsspeicher verbundenen Köhlmantel zu schicken.

6.6. Wärmerückgewinnung

[0065] Die Aufgabe, einen möglichst großen Teil der entstehenden Abwärme wieder zu verwenden wird erfindungsgemäß durch zwei einander ergänzende Methoden gelöst.

- [0066]** 1. Da der Druckabsenker nur mit kalter Lösung funktionieren kann, die Wärmerückgewinnung aus dem Absorber aber nur möglich ist, wenn in den Absorber heiße Lösung mit Generatortemperatur einfließt, gehört zur Ausstattung des Druckabsenkens auch ein Wärmetauscher, auf dessen Primärseite die heiße vom Generator kommende Lösung geführt und abgeköhlt wird und auf dessen Sekundärseite die vom Druckabsenker zum Absorber fließende Lösung wieder aufgewärmt wird.
- [0067]** 2. Die heiße Zone des Generators hat eine Vorwärmzone in der auch schon Verdampfung stattfinden kann, wo Wärme aus dem heißen Teil des Absorbers aufgenommen wird und eine eigentliche Heizzone, wo die Wärme von außen zugeführt wird. Zur Absorptionswärmerrückgewinnung wird der heiße Abschnitt des Absorbers zur Primärseite eines Wärmetauschers während als Sekundärseite desselben die Vorwärmzone des Generators dient.

6.7. Integrierter Energiespeicher

[0068] Ein externer Wärmespeicher kann erfindungsgemäß vermieden werden, wenn man am Kondensatorausgang vor der Drossel, die den flüssigen Ammoniak zum Verdampfer leitet, ein Speichergefäß mit verschließbarem Ausgang einbaut. Ein zweites Speichergefäß, dessen Zu- und Abfluss ebenfalls verschließbar sein müssen, wird zwischen der Druckminderungsstufe zwischen Generator und Absorber und dem eigentlichen Absorber eingebaut. Die räumliche Position dieses zweiten Speichergefäßes soll oberhalb des Absorbers liegen. Dieses zweite Gefäß wird mit dem Absorberausgangsgefäß durch eine Lüftungsleitung verbunden, damit beide Behälter auf gleichem Druck stehen.

6.8. Bauweise mit hydraulischem Druckpolster und Formplatten mit daraus herausragenden Dichtelementen

[0069] Eine für diese Kältemaschine geeignete kleine, billige, druckdichte Bauweise ohne Wärmebrücken besteht erfindungsgemäß aus einem Plattenstapel, der mit abwechselnd hintereinander angeordneten Formplatten aus elastischem Dichtungsmaterial, die durch Löcher sowie kanalförmige Ausschnitte durchbrochen sind und zum Leiten von Flüssigkeiten oder Gasen dienen, und Trennplatten aus Metallblech, in denen Löcher zur Leitung von Flüssigkeiten oder Gasen quer zur Plattenebene gemacht sind, aufgebaut ist, der durch Schrauben zwischen zwei stärkeren metallischen Aussenplatten zusammengepresst ist, so dass zwischen je zwei Formplatten eine Trennplatte und zwischen je zwei Trennplatten eine Formplatte zu liegen kommt, mit Ausnahme an einer beliebigen Stelle des Plattenstapels, wo anstelle einer Formplatte ein hydraulischer Druckpolster zwischen zwei Trennplatten zu liegen kommt, der aus einem elastischen, in sich geschlossenen Dichtungstreifen besteht, der entlang der Plattenränder zwischen dieser beiden Trennplatten eingeklemmt oder dort festgeklebt ist, so dass zwischen diese beiden derart miteinander verbundenen Trennplatten eine hydraulische Flüssigkeit oder ein aushärtendes flüssiges Harz unter hohem Druck einfüllbar ist, wobei außerdem im ganzen Plattenpaket auf jeder Formplatte die unterschiedlichen Druckzonen voneinander durch aus den Plattenebenen hervorragende linienförmige elastische Dichtungselemente abgegrenzt sind, was entweder durch Bekleben jeder Formplatte durch elastische, durchgehende Dichtungstreifen geschieht oder dadurch, dass jede Formplatte entlang der zur Dichtung vorgesehenen Linien durch schmale Kanäle durchbrochen ist, in die Dichtungsschnüre aus dichtendem Elastomer gelegt sind, und dass in diesem Plattenstapel die Bauteile der Kältemaschine so angeordnet sind, dass der heisse Teil des Generators zu unterst zu liegen kommt, daran aufwärts anschließend die zur Wärmerückführung vorgesehenen Wärmetauscher, deren Temperatur von unten nach oben von heiss zu kalt geht, darüber die rückgeköhlten Teile des Absorbers, des Generators und des Druckabsenkers und ganz zu oberst der kalte Verdampfer, wobei an der Grenze zwischen rückgeköhlter Zone und kalter Verdampferzone in die metallenen Trennplatten und Aussenplatten Öffnungen gemacht sind, wo schmale Verbindungsstege zu belassen sind, bzw. dort, wo Kanäle in den Formplatten den Verdampfer mit der restlichen Kühlmaschine verbinden.

7. EFFEKTE DER ERFINDUNG UND UNTERANSPRÜCHE

7.1. Allgemeine Funktion

[0070] Die Bauweise der solaren Kältemaschine in Form einer einstufigen durch flüssige Medien beheizte und rückgeköhlte Ammoniak-Wasser Absorptionskältemaschine im Batch-Verfahren, bestehend aus einem Absorber, einem Kondensator, einem Verdampfer und einem Generator, welcher eine selbsttätige Lösungskonzentrationsoptimierung und einen Druckabsenker enthält, was ihm erlaubt selbsttätig Lösung an zu saugen, diese zu verarbeiten und danach in den Absorber aus zu pressen hat den Effekt, dass bei jedem Zyklus vom Absorber her eine Portion Lösung mittlerer Konzentration angesaugt wird, wobei der erste Teil dieser Lösung, sobald er in die heiße Generatorzone gelangt noch bei sehr niedrigem Druck zu sieden beginnt, weil der entstehende Ammoniakdampf sofort von der restlichen kalten Lösung, die noch im Eingangsgefäß ist, absorbiert wird. In dieser Prozessphase steigen in diesem Eingangsgefäß langsam die Konzentration und damit auch der Druck im Generator, während

gleichzeitig Lösung aus diesem Gefäß in die heiße Zone abfließt. Da diese Lösung dabei aber bei niedrigem Druck siedet, ist ihre Endkonzentration niedriger als bei einer Lösung die bei vollem Kondensatordruck und bei gleicher Temperatur ausgekocht worden wäre. Im weiteren Prozessverlauf steigt der Generatordruck auf den Kondensatordruck und dann kommt auch die mittlerweile stark konzentrierte Lösung aus dem Eingangsgefäß in die heiße Zone. Wegen ihrer hohen Konzentration kann sie auch bei einem relativ hohen Kondensatordruck (z.B. bei hoher Umgebungstemperatur der Maschine) Ammoniak verdampfen, der dann zur Kühlung verwendet wird, selbst wenn die Generatorheiztemperatur nicht sehr hoch ist. Die Konzentration der ausgekochten Lösung ist am Prozessende etwas höher als am Prozessbeginn, aber im Mittel ist die Konzentration der dem Absorber zugeführten Lösung deutlich niedriger als ohne die Durchleitung des Generatordampfs durch das gekühlte Eingangsgefäß, folglich ist auch die Kühltemperatur dieser Kältemaschine niedriger, als ohne diese Erfindung. Da der gesamte Ammoniakdampf durch das rückgeköhlte Eingangsgefäß strömt, ist der vom Generator zum Kondensator gehend Dampf kalt und enthält nur sehr geringe Mengen Wasserdampf, weshalb ein Rektifikator in diesem Fall unnötig ist. Anzumerken ist, dass der nicht absorbierbare Ammoniakdampf nicht im rückgeköhlten Eingangsgefäß kondensieren kann, weil dessen Temperatur wegen der dort frei werdenden Absorptionswärme immer einige Grade über der Kondensationstemperatur liegt. Die Ausgekochte Lösung durch den Druckabsenker zu leiten hat folgenden Grund: Ein Druckabsenker, der nach jedem beendigten Generatorprozess in Aktion tritt, muss durch den Wechsel ausgelöst werden, wenn nicht mehr Lösung sondern Gas transportiert wird. Da dabei schwache Lösung das überschüssige Gas aus dem Generator absorbieren soll, ist es vorteilhaft, für diesen Zweck die ausgekochte Lösung des Generators zu verwenden. Daraus folgt, dass der Ausgangsweg des Generators zum Absorber hin direkt durch den Druckabsenker führen soll, weil nur so gewährleistet ist, dass die Lösung im Druckabsenker nach jedem Zyklus erneuert wird.

7.2. Generatöraufbau

[0071] Die drei Siphonsysteme, mit denen das gekühlte Generatoreingangsgefäß verbunden ist haben die Effekte:

- [0072]** 1. Der erste Siphon oder Heber dient dazu, eine Entleerung des Generatoreingangsgefäßes zur beheizten Generatorzone hin erst dann zu ermöglichen, wenn dieser Behälter in Folge des Generatoransaugprozesses voll ist, denn während der Generator Lösung ansaugt, darf die bereits im Generator befindliche Lösung noch nicht erhitzt werden, weil dies den Ansaugprozess unterbrechen würde. Da diese Heberleitung sehr dünn sein muss, um den Flüssigkeitsstrom zur heißen Zone hin einerseits zu ermöglichen und andererseits zu begrenzen, besteht wie bei jedem Flüssigkeitsheber in dem die Strömung sehr klein ist, die Gefahr, dass sich im Abwärtsstrom nach dem Heberscheitel Gasblasen festsetzen, die die Strömung behindern. Um diesen Effekt zu vermeiden dienen das ventilierte Sammelbecken und die Tatsache, dass sich die Heberleitung erst unterhalb dieses Sammelbeckens verengt. Sobald sich das Eingangsgefäß beim Ansaugprozess gefüllt hat, gelangt Lösung über den Heberscheitel so schnell in das ventilierte Sammelbecken, dass alle Gasblasen aus dem oberen Bereich des Hebers mitgerissen werden, sodass der Heber voll funktionsfähig wird. Erst unterhalb des Sammelbeckens wird durch den engeren Kanal die Strömung des Hebers begrenzt.
- [0073]** 2. Der zweite Siphon oder Heber dient dazu, das in der beheizten Zone entstandene Ammoniakgas von unten durch das Eingangsgefäß zu leiten, aber gleichzeitig verhindert er, dass die Lösung direkt über diesen Weg in die beheizte Zone gelangt, wodurch der erste Siphon kurzgeschlossen würde.
- [0074]** 3. Der dritte Siphon oder Heber dient dazu, während der Saugphase des Druckabsenkers Gas von oberhalb des Eingangsgefäßes abzusaugen, damit nicht während dieser Phase Lösungsreste in die beheizte Zone gelangen können, gleichzeitig muss dieser Siphon aber verhindern, dass das in der beheizten Zone entstandene Am-

moniakgas von oben in das Eingangsgefäß gelangt. Dies wird durch das kleine Lösungssammelbecken vor dem Eingang zur beheizten Zone des Generators verhindert: Der Gasdruck der beheizten Zone drückt von oben auf die Flüssigkeit dieses Lösungssammelbeckens und lässt Lösung im Kanal dieses dritten Siphons hochsteigen, bis der entstehende hydraulische Druck so groß ist, wie der, der dem zweiten Siphon entgegenwirkt, wenn er Gas unter die Lösung im gekühlten Eingangsgefäß leiten soll.

7.3. Druckabsenker

[0075] Alle Druckabsenker der drei beschriebenen Arten, insbesondere in der ersten Version, haben den Effekt, dass sich, sobald der Lösungsfluss des Generators beendet ist, und der Generator nur noch Gas ausstößt, zuerst im unteren Behälter eine große Gasblase bildet und sich danach die Lösung des oberen Behälters in den unteren entleert, wobei es zu einer Verwirbelung zwischen Lösung und Gas kommt, die das überschüssige Gas aus dem Generator aufsaugt. Sobald der Generator wieder Lösung vom Generator ansaugt hat, läuft diese Lösung durch die heiße Generatorzone und verschließt kurz danach den Druckabsenkerzugang, so dass nunmehr neue Lösung von unten in die beiden Behälter eintritt und diese füllt.

[0076] In der zweiten Version des Druckabsenkers ist der Effekt der dritten Leitung der, dass der Saugprozess des Druckabsenkers nach der Neufüllung des Generatoreingangsgefäßes mit Lösung schneller beendet wird, was die Zyklusdauer verringert und damit die spezifische Leistung der Maschine pro Volumen erhöht.

[0077] In der Dritten Version des Druckabsenkers ist der Effekt der vierten und fünften Leitung sowie des zweiten Rückschlagventils der, dass der Druckabsenker nach der Ausbildung der Gasblase im unteren Behälter nicht sofort den Fluss der Lösung vom oberen in den unteren Behälter erlaubt, sondern zuerst den Großteil der überschüssigen Gasmenge aus dem Generator direkt in den Absorber abziehen lässt und erst dann den Rest des Gases aufsaugt. Während die beiden ersten Versionen der Druckabsenker je nach ihrer Dimensionierung nur für gewisse Außen- und Heiztemperaturen geeignet sind, eignet sich die dritte Version für alle denkbaren Fälle.

7.4. Absorber mit aufwärts strömender Lösung und mit Ausgangssammelgefäß

[0078] Die Bauweise des Absorbers aus zwei Abschnitten, einen heißen mit aufwärts fließender Lösung und einen kalten mit abwärts fließender Lösung hat die folgenden Effekte: Durch die fallende Lösung entsteht ein Unterdruck im gesamten kalten Abschnitt, der den vom Verdampfer kommenden Ammoniakdampf und die heiße Lösung durch den heißen Abschnitt aufwärts saugt. Das abschließende rückgeköhlte Absorber-Ausgangssammelgefäß, in dessen Unterseite kalte Lösung und allfälliges nicht absorbiertes Gas aus dem zweiten Abschnitt des Absorbers münden, verstärkt diesen Effekt noch. Die im ersten Abschnitt aufwärts strömende heiße und Gas absorbierende Lösung (exothermer Prozess) läuft im Gegenstrom zur Generatorlösung, die der Schwerkraft folgend, durch die heiße Zone des Generators fließt und Dampf auskocht (endothermer Prozess). Somit wird durch diese spezielle Form des Absorbers die Verwendung eines Gegenstromwärmetauschers ermöglicht, der einen Teil der entstehenden Absorptionswärme an den Generator abgibt. Im Absorber-Ausgangssammelgefäß sammelt sich die Lösung bevor sie vom Generator über ein Rückschlagventil angesaugt wird.

7.5. Absorberausgangsgefäß mit Starter

[0079] Da die Maschine keine autonome Lösungspumpe hat, besteht die Gefahr, dass sie beim Einschalten der Heizung nicht von selbst startet, weil sich im Generator gerade nicht genug Lösung befindet. Das Dreiwegventil, durch welches kurzzeitig heißes Medium in den Kühlmantel des Absorber-Ausgangsbehälters geleitet werden kann erlaubt es den Druck im Absorber-Ausgangssammelgefäß zu erhöhen, so dass Lösung in den Generator gepresst wird, damit die Maschine startet.

7.6. Wärmerückgewinnung

[0080] Wird die im Generator ausgekochte Lösung zur Druckabsenkung verwendet, muss sie erst abgekühlt werden. Die dafür zu entziehende Wärme sollte dem System wieder zurückgegeben werden. Der Wärmetauscher, auf dessen Primärseite die heiße vom Generator kommende Lösung in abgekühlt wird und auf der Sekundärseite die vom Druckabsenker zum Absorber fließende Lösung in aufgewärmt wird hat den Effekt, dass dem Druckabsenker nur kalte Lösung zugeführt wird, die von diesem zur Absorption des Restgases aus dem Generator benötigt wird, dass aber dennoch dem Absorber nur heiße Lösung mit schwacher Konzentration dem Absorber zugeführt wird, damit der Absorptionsprozess dort bei der jeweils höchsten möglichen Temperatur stattfindet, damit diese Absorptionswärme aus dem heißen Teil des Absorbers an die Vorwärmzone des Generators zurückgegeben werden kann.

7.7. Bauweise aus Platten mit hydraulischem Druckpolster

[0081] Die Bauweise der Maschine aus Platten mit einem hydraulischen Druckpolster hat den Effekt, dass an den Stellen wo bei einer Formplatte die Nachbarformplatten an den korrespondierenden Stellen analoge Stege haben, immer der zur Dichtung notwendige Anpressdruck herrscht, auch wenn der Gesamtdruck der Anlage so groß ist, dass die Außenplatten sich im Zentrum leicht nach außen biegen. An den Plattenstellen aber, wo zu einer Formplatte die Nachbarformplatten nicht die gleiche Steganordnung haben oder wo bei gleicher Steganordnung unterschiedliche Druckzonen benachbart zu liegen kommen, ist mit einer leichten Durchbiegung der dazwischen liegenden Trennplatten zu rechnen (siehe dazu Fig. 5b). Da dies zu undichten Stellen zwischen benachbarten Plattenzonen mit unterschiedlichen Drücken führen kann, muss von dem in AT 506358 B1 vorgeschlagenen Prinzip der „ebenen Platten“ abgegangen werden, weil es für Kältemaschinen nicht anwendbar ist, weshalb die aus den Oberflächenebenen hervorragenden linienförmigen elastischen Dichtungselemente eingeführt werden, welche den durch Trennplattenverbiegung entstehenden Hohlraum in wohl definierte Druckzonen auftrennen. Der hydraulische Druckpolster garantiert dann, dass auch in Bereichen innerhalb jeder Druckzone die Trennplatten hinreichend fest aneinander gedrückt werden, um die korrekte Funktion dieser Bauteile zu ermöglichen. Dadurch ist es nicht notwendig, entlang aller Stege in den Formplatten lineare Dichtungen anzubringen, was aufwendig wäre, sondern nur an den Grenzen unterschiedlicher Druckzonen.

[0082] Reservegefäße und Regulierventile müssen vor den Aussenplatten angebracht und über Leitungen durch die Platten hindurch zu den relevanten Stellen des Systems verbunden werden. Rückschlagventile in Form von Regenschirmventilen („umbrella valves“) aus Elastomeren finden innerhalb des Plattenpakets selbst Platz.

7.8. Integrierter Energiespeicher

[0083] Der erfindungsgemäße Energiespeicher hat den Effekt, dass auch zu Zeiten, wo keine Sonne scheint, gekühlt werden kann, wenn nur in den Sonnenscheinphasen genug schwach konzentrierte Lösung und genug flüssiger Ammoniak gebildet worden sind. Man kann dann jederzeit die schwache Lösung in den Absorber fließen lassen und über den Verdampfer vom Kondensatorausgangstank her Ammoniak zufließen lassen und kann kühlen, solange der Vorrat reicht. Die dabei entstehende stark konzentrierte Lösung wird im Absorberausgangstank bis zur nächsten Sonnenscheinphase gespeichert. Ein zusätzlicher Effekt besteht darin, dass bei einer Kühlung unter Verwendung der Speicher für Ammoniak und schwacher Lösung, der Kühleffekt sofort auftritt, während eine Ammoniak-Wasser Absorptionskältemaschine ohne diese Einrichtung normalerweise recht lange braucht bis eine Kühlung spürbar wird.

8. AUZFÄHLUNG UND KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- [0084]** Fig. 1: zeigt ein Funktionsschema der Kältemaschine in der einfachsten Ausführungsform
- [0085]** Fig. 2: zeigt drei verschiedene Versionen von Druckabsenkern, davon zeigt Fig. 2a die einfachste Ausführungsform, Fig. 2b eine Version mit einem zusätzlichen Siphon, die den Druckabsenkvorgang rascher beendet, Fig. 2c eine Version, die zuerst überschüssiges Gas aus dem Generator in den Absorber abziehen lässt und erst dann den verbliebenen Druck senkt.
- [0086]** Fig. 3: zeigt ein Funktionsschema der Kältemaschine mit Wärmerückgewinnung und Speichertanks
- [0087]** Fig. 4: zeigt eine praktische Ausführungsform des erfindungsgemäßen Konzepts anhand eines auseinandergenommenen Plattenstapels, der eine Platte mit dem Druckabsenker zeigt.
- [0088]** Fig. 5: zeigt einen Detailausschnitt aus einem Plattenpaket um die Notwendigkeit der linearen Dichtungen zu erklären.

DIE NUMMERN IN DEN ZEICHNUNGEN BEZIEHEN SICH AUF DIE FOLGENDEN BEGRIFFE:

- | | |
|------------|---|
| 1 | Generator, heiße Zone |
| 2 | Generator-Eingangsrückschlagventil |
| 3 | Generator - Eingangsgefäß |
| 4 | Generator - Eingangsgefäß, erster Siphon oder Heber |
| 5 | Generator - Eingangsgefäß, erster Siphon oder Heber, Sammelbecken |
| 6 | Generator - Eingangsgefäß, erster Siphon oder Heber, Sammelbecken Lüftung |
| 7 | Generator - Eingangsgefäß, erster Siphon oder Heber, Sammelbecken, Verbindungskanal mit Regulierelement |
| 8 | Generator - Eingangsgefäß, zweiter Siphon oder Heber |
| 9 | Generator - Eingangsgefäß, dritter Siphon oder Heber |
| 10 | Generator - Eingangsgefäß, dritter Siphon oder Heber, Lösungssammelbecken |
| 11 | Generator - Aufwärmzone |
| 12 | Generator - beheizte Zone |
| 13 | Generator - Dampfleitungen |
| 14 | Absorber |
| 15 | Absorber - Gasrückschlagventil |
| 16 | Absorber - Lösungsrückschlagventil |
| 17 und 17' | Absorber - Lösungszufluß Regulator |
| 18 | Absorber - warme Zone |
| 19 | Absorber - kalte Zone |
| 20 | Absorber - Eingangsgefäß |
| 21 | Absorber - Ausgangsgefäß |
| 22 | Absorber - Ausgangsgefäß, erster Absperrhahn |
| 23 | Absorber - Ausgangsgefäß, zweiter Absperrhahn |
| 24 | Verdampfer |
| 25 | Kondensator |
| 26 | Kondensator - Drossel |
| 27 | Kondensator - Rückschlagventil |
| 28 | Kondensator - Ammoniakgefäß |
| 29 | Druckabsenker - |
| 30 | Druckabsenker - Zufluss |
| 31 | Druckabsenker - Abfluss |
| 32 | Druckabsenker - unterer Behälter |
| 33 | Druckabsenker - oberer Behälter |

34	Druckabsenker - erste Leitung
35	Druckabsenker - erste Leitung, U-Rohr
36	Druckabsenker - zweite Leitung
37	Druckabsenker - dritte Leitung
38	Druckabsenker - vierte Leitung
39	Druckabsenker - fünfte Leitung
40	Druckabsenker - erstes Rückschlagventil
41	Druckabsenker - zweites Rückschlagventil
42	Druckabsenker - Regulierventil
43	Außenplatte
44	Formplatte
45	Formplattensteg Querschnitt
46	aus der Plattenebene vorstehende lineare Dichtung
47	aus der Plattenebene vorstehende lineare Dichtung, Rundschnur
48	aus der Plattenebene vorstehende lineare Dichtung, aufgeklebt
49	Trennplatte
50	Plattenpaket
51	Schraubenlöcher
52	Durchgangslöcher
53	Plattenöffnung
54	beheizte Zone
55	Übergangszone heiß - kalt
56	rückgekühlte Zone
57	Wärmedämmzone
58	gekühlte Zone
59	Hochdruckbereich
60	erster Niederdruckbereich
61	zweiter Niederdruckbereich
62	Wärmetauscher, Absorptionswärmerückgewinnung
63	Wärmetauscher für Druckabsenker
64	Formplattensteg Querschnitt, gequetscht
65	Formplattensteg Querschnitt, mit Längskanal
66	Rundschnur Dichtung
67	Formplattensteg Querschnitt, vom Dichtungsband gequetscht
68	aufgeklebtes Dichtungsband
69	Verbindungssteg zwischen Metallplattenöffnungen
70	Verbindungssteg für Kanal

9. BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0089] Fig. 1 zeigt ein Funktionsschema der Kältemaschine in der einfachsten Ausführungsform ohne Wärmerückführung. Zu sehen sind ein Generator -1- mit Eingangsgefäß -3- und Druckabsenker -29-, ein Absorber -14- mit Absorberausgangsgefäß -21-, ein Kondensator -25- und ein Verdampfer -24-. Die Pfeile geben die Hauptflussrichtung von Lösung bzw. Gas an. Heiz- und Kühlmedien sind nicht eingezeichnet.

[0090] Jeder Prozesszyklus beginnt mit der Füllung des Generatoreingangsgefäßes -3- durch stark konzentrierte Lösung aus dem Absorberausgangsgefäß -21-, welche über das Eingangsrückschlagsventil -2- angesaugt wird, sobald der Generatordruck niedriger ist, als der Absorberdruck. Während das Lösungsniveau im Generatoreingangsgefäß -3- steigt, steigt es auch im ersten Siphon oder Heber -4-. Sobald das Flüssigkeitsniveau die Höhe des oberen Scheitels des Hebers -4- erreicht hat, rinnt zunächst wegen des Gaswiderstands im Heberrohr -4- nur ein dünnes Rinnsal in das Sammelbecken -5-, reißt dabei aber Gas mit, wodurch der Lösungsfluss schneller wird, so dass sich das Sammelbecken -5- rasch füllt, wobei das Gas über die Entlüftung -6- zurück in das Eingangsgefäß -3- strömt. Vom Sammelbecken -5- läuft die Lösung dann langsam durch einen engen Verbindungskanal -7- in den beheizten Generator -1-. Dort erwärmt

sich die Lösung bis zum Sieden und verdampft dabei Ammoniak, der durch die Dampfleitungen -13- und den zweiten Siphon oder Heber -8- mit dem Eingangsgefäß -3- verbunden ist. Der Ammoniakdampf blubbert dann von unten durch die kalte Lösung, die sich noch im Eingangsgefäß -3- befindet, wobei in der Anfangsphase des Zyklus dieser Dampf ganz in der Lösung absorbiert wird. Dadurch steigt ihre Konzentration und damit auch der Druck im Generatorsystem -1- und wegen der Verbindung durch das Rückschlagventil -27- auch im Kondensator -25-. Sobald im Kondensator -25- der Verflüssigungsprozess des Ammoniaks beginnt, wird im Kondensatoreingangsgefäß -3- kein weiterer Ammoniak mehr absorbiert, weil die Lösung unter diesen Bedingungen schon gesättigt ist. Zusätzlicher Ammoniakdampf wird also zur Gänze zum Kondensator -25- weitergeleitet.

[0091] Während dieses Prozesses läuft Lösung vom Eingangsbehälter -3-, über den Heber -4-, durch das Sammelbecken -5-, durch den Verbindungskanal -7- und dann durch das Lösungssammelbecken -10- zum Eingang der heißen Zone des Generators -1- wo die Lösung den Großteil ihres Ammoniaks wegekocht, zum Eingang -30- des rückgekühlten Druckabsenkers -29- der sich im oberen Teil des Behälters -32- befindet. Im Normalfall sind beide Behälter -32- und -33- mit kalter schwach konzentrierter Lösung gefüllt. Die heiße durch den Eingang -30- einströmende Lösung erkaltet rasch. Sie strömt dann vom unteren Behälter -32- durch die beiden Leitungen -34- und -36- in den oberen Behälter -33- und von dort durch das Rückschlagventil -40- und das Regelventil -17- zum Absorber -14-. Sobald die gesamte Lösung aus dem Eingangsgefäß -3- und dem Generator -1- verbraucht ist, gelangt in den unteren Behälter -32- Gas an Stelle der Lösung. Es bildet sich eine Gasblase im unteren Behälter -32- und das Lösungsniveau sinkt, während die Lösung durch die Leitung -34- in den oberen Behälter -33- verdrängt wird. Gleichzeitig sinkt der Lösungsspiegel in dem Schenkel der Siphon-Leitung -36- welcher sich zum unteren Behälter -32- hin öffnet. Da dieser Lösungsteil mit der Lösung im unteren Behälter -32- über den Umweg durch den oberen Behälter -33- hydrostatisch verbunden ist, befinden sich der Lösungsspiegel in der Leitung -36- und im unteren Behälter -32- während dieses Verdrängungsvorganges immer auf gleicher Höhe, bis der untere Extrempunkt der Leitung -36- erreicht ist. In diesem Moment - wir nennen ihn die Auslösung des Druckabsenkers - dringt Gas in den aufwärts zum oberen Behälter -33- strebenden Schenkel der Leitung -36- und gelangt in den Unterteil des oberen Behälters -33-. Dem hydrostatischen Druckgefälle folgend strömt nun Lösung vom oberen Behälter -33- durch die Leitung -34- in den unteren Behälter -32- und saugt dabei Gas durch die Leitung -36- aufwärts. Da dieses Gas aber sofort in der kalten Lösung des Behälters -33- absorbiert wird (weil es von unten kommt), sinkt der Druck im Druckabsenker -29- sehr schnell stark ab. Die Saugwirkung pflanzt sich über den Siphon oder Heber -9- in das Generator Eingangsgefäß -3- fort, so dass dieses neue Lösung ansaugt. Das Rückschlagventil -40- verhindert, dass Lösung aus dem Absorber -14- in den Druckabsenker -29- gesaugt wird. Über das Rückschlagventil -40- und das Regelventil -17- gelangt die schwach konzentrierte Lösung in den Absorber -14-. In dieser einfachsten Version der Maschine ist die Strömungsrichtung im Absorber immer nur abwärts, der Schwerkraft folgend. Im rückgekühlten Absorber -14- absorbiert die Lösung den durch das Rückschlagventil -15- kommenden Ammoniakdampf, welcher zuvor nach seiner Kondensation im Kondensator -25- durch die Drossel oder Druckstufe -26- in den Verdampfer -24- gelangt ist und dort wieder in Gas verwandelt wurde, wobei der gewünschte Kühleffekt entstanden ist.

[0092] Fig. 2a zeigt einen Druckabsenker in seiner einfachsten Bauform. Er besteht aus einem unteren -32- und einem oberen Behälter -33-, Lösung oder Gas wird beim Eingang -30- zugeführt, wobei es vorteilhaft ist, wenn die Mündung dieser Zuflussleitung im oberen Bereich des Behälters -32- liegt. Im Normalfall sind beide Behälter -32- und -33- mit kalter schwach konzentrierter Lösung gefüllt, wobei die Lösung vom unteren Behälter -32- durch die beiden Leitungen -34- und -36- in den oberen Behälter -33- und von dort durch das Rückschlagventil -40- zum Ausgang -31- fließt. Sobald Gas an Stelle der Lösung in den unteren Behälter -32- strömt, bildet sich dort eine Gasblase und das Lösungsniveau sinkt im unteren Behälter -32-, während die Lösung durch die Leitung -34- in den oberen Behälter -33- verdrängt wird. Gleichzeitig sinkt der Lösungsspiegel in dem Schenkel der Siphon-Leitung -36- welcher sich zum unteren Behälter -32- hin öffnet. Da dieser Lösungsteil mit der Lösung im unteren Behälter -32-

über den Umweg durch den oberen Behälter -33- hydrostatisch verbunden ist, befinden sich der Lösungsspiegel in der Leitung -36- und im unteren Behälter -32- während dieses Verdrängungsvorganges immer auf gleicher Höhe, bis der Tiefpunkt der Leitung -36- erreicht ist. In diesem Moment dringt Gas in den aufwärts zum oberen Behälter -33- strebenden Schenkel der Leitung -36- und gelangt in den Unterteil des oberen Behälters -33-. Dem hydrostatischen Druckgefälle folgend strömt nun Lösung vom oberen Behälter -33- durch die Leitung -34- in den unteren Behälter -32- und saugt dabei Gas durch die Leitung -35- aufwärts. Da dieses Gas aber sofort in der kalten Lösung des oberen Behälters -33- absorbiert wird (weil es von unten kommt), sinkt der Druck im Druckabsenker -29- sehr schnell stark ab.

[0093] Fig. 2b zeigt einen Druckabsenker, der weitgehend mit Fig. 2a identisch ist, jedoch durch den zusätzlichen Heber -37- verbessert ist. Die Funktion dieses Hebers besteht darin, am Zyklusbeginn, sobald der Druck im Generator zu steigen beginnt, den Druckabsenker schneller abzuschalten. In dieser Phase hat sich am Boden des Generators -1- noch kein stabiler Lösungssee gebildet, sondern es strömt ein schaumartiges Gemenge aus Lösung und Dampf in den unteren Behälter -32-, und füllt diesen zwar, aber der Absorptionsvorgang im oberen Behälter -33- geht weiter, weil wegen des gestiegenen Generatordrucks Lösung durch den Ausgang -31- abfließt, wodurch zusätzlicher Raum im oberen Behälter -33- frei wird. Dabei geht die Gasströmung durch die Leitung -36- so schnell, dass die in den unteren Behälter -32- gelangende Lösung sofort in den oberen Behälter -33- hinauf mitgerissen wird. Dabei ist der untere Behälter -32- fast voll, während in der Leitung -36- die Flüssigkeitsspiegel schnell auf und ab oszillieren, wodurch nicht genug Lösung in den oberen Behälter -33- gelangen kann, um die Gasblase dort aufzufüllen. Der Heber -37- unterbricht diesen Oszillationsvorgang, wodurch die beschriebene kritische Phase beendet wird.

[0094] Fig. 2c zeigt einen Druckabsenker, der aus der einfachsten Version (Fig. 2a) weiterentwickelt wurde. Während der Ausbildung der Gasblase im unteren Behälter -32- ändert sich der Lösungsspiegel im Siphon -36- zunächst nur wenig, wegen des einstellbaren Strömungswiderstandes -42-. Dagegen bewegt sich der Lösungsspiegel im Siphon -39- synchron mit dem Lösungsspiegel im unteren Behälter -32- abwärts, bis der Tiefpunkt der Leitung -39- erreicht ist. Das U-Rohr -35- garantiert dabei, dass einstweilen kein Gas in den oberen Behälter -33- gelangen kann. In diesem Moment entleeren die Leitungen -38- und -39- ihren Lösungsinhalt in den unteren Behälter -32-. Gas vom Generator -1-, das nun in den unteren Behälter -32- einströmt, kann nun ungehindert durch das Rückschlagventil -41- zum Ausgang -31- abziehen, wodurch sich der Generatordruck dem im Absorber (in dieser Abbildung nicht dargestellt) herrschenden Druck annähert.

[0095] In der Zwischenzeit ist auch der Flüssigkeitsspiegel in Leitung -36- bis zu seinem unteren Scheitel abgesunken, wodurch der eigentliche Druckabsenkprozess ausgelöst wird. Da aber der Großteil des Gases bereits vorher zum Absorber hin abgezogen ist, geht dieser Druckabsenkprozess nun wesentlich schneller und effektiver vor sich.

[0096] Fig. 3 zeigt ein Funktionsschema der Kältemaschine mit Wärmerückgewinnung und Speichertanks. Zu sehen sind ein Generator (1, 11, 12) mit Eingangsgefäß -3-, einer Aufwärmzone -11-, einer beheizten Zone -12- und Druckabsenker -29-, ein Absorber mit einem Absorbereingangsgefäß -20-, einer warmen Zone -18-, wo die Lösung aufwärts fließt und einer kalten Zone -19-, wo die Lösung abwärts fließt und mit einem Absorberausgangsgefäß -21-, ein Kondensator -25- mit einem Kondensatorausgangsgefäß -28- und ein Verdampfer -24-. Die Pfeile geben die Hauptflussrichtung von Lösung bzw. Gas an. Heiz- und Kühlmedien sind nicht eingezeichnet. Stattdessen sind am linken Bildrand horizontale Temperaturzonen angegeben, die für die gesamte Maschine mit Ausnahme der Behälter -20-, -21- und -28- gelten: Die beheizte Zone -54-, eine Temperaturübergangszone -55-, in der von unten nach oben die Temperatur von Heiztemperatur auf Rückkühltemperatur sinkt, die Rückkühlzone -56- mit Umgebungstemperatur und die Kühlzone -58- mit der gewünschten Kühltemperatur.

[0097] Der Wärmetauscher -62- dient dazu, die im warmen Teil -18- des Absorbers entstehende Absorptionswärme an die Aufwärmzone des Generators -11- abzugeben. Der Wärmetau-

schers -63- dient dazu, die heiße, von der beheizten Zone -12- des Generators kommende und zum Druckabsenker -29- fließende Lösung abzukühlen, und nach ihrem Weg durch den Druckabsenker -29- wieder aufzuwärmen.

[0098] Fig. 4 zeigt eine praktische Ausführungsform des erfindungsgemäßen Konzepts anhand eines auseinandergenommenen Plattenstapels -50-, der eine Formplatte -44- mit Teilen von Druckabsenker -29-, Verdampfer -24- und der beheizten Generatorzone -12- zeigt. Außerdem sind die horizontalen Temperaturzonen eingezeichnet: Die beheizte Zone -54-, eine Temperaturübergangszone -55-, in der von unten nach oben die Temperatur von Heiztemperatur auf Rückkühltemperatur sinkt, die Rückkühlzone -56- mit Umgebungstemperatur, eine weitere Übergangszone, die als Wärmedämmzone -57- mit Öffnungen in den Metallplatten -53- ausgebildet ist und die Kühlzone -58- mit der gewünschten Kühltemperatur. Außerdem erkennt man in der Temperaturübergangszone -55- Übergangsstege -69,70-, die sowohl zu einer festen Verbindung zwischen Kühlzone und der restlichen Maschine als auch der Durchführung von Kanälen -70- dienen. Von außen (in der Abbildung nicht sichtbar) ist der Plattenstapel -50- selbstverständlich auch mit einer Wärmedämmung umgeben.

[0099] Ganz vorne am Plattenstapel -50- erkennt man eine Außenplatte -43-, welche dicker ist als die übrigen Platten. Sie hat, wie alle Platten in der verschraubten Ausführungsform, Schraubenlöcher -51-, damit die dazugehörigen Schrauben (nicht gezeichnet) den notwendigen primären Montagedruck herstellen können. Außerdem hat sie im Bereich der Wärmedämmzone -57- Plattenöffnungen -53-. Der Plattenstapel -50- ist so in zwei Teile auseinandergenommen dargestellt, dass dazwischen eine ganze Beispielformplatte -44- und eine Beispieltrennplatte -49- zu sehen sind. Verschiedene Teile des Maschinenkonzeptes (siehe Fig. 3) werden dabei durch Kanäle auf unterschiedlichen Formblättern -44- dargestellt. Verbindungen solcher Kanäle zu anderen Formplatten im Plattenstapel -50- durch die Trennplatten -49- werden durch Durchgangslöcher -52- gewährleistet, wobei auch Formplatten -44- Durchgangslöcher -52- aufweisen können.

[00100] Auf der gegenständlichen Abbildung enthält die Formplatte -44- einen Teil des Verdampfers -24-, den oberen Behälter -33- und den unteren Behälter -32- des Druckabsenkers -29-, einen Teil des Wärmetauschers -63- sowie einen Teil der beheizten Generatorzone -12-. Die Druckabsenkerzone -29- ist von einer linearen Dichtung -46- umgeben. Das Gleiche gilt für die Durchgangslöcher -52- der Formplatte -44-, Die Formplatte -44- hat keine Plattenöffnungen -53-, da sie aus schlecht Wärme leitendem Material gefertigt ist, die Trennplatte -49- hat dagegen schon Plattenöffnungen -53-, da sie aus Metall besteht. Die Linie A-B kennzeichnet einen Schnitt, der in Fig. 5 dargestellt wird.

[00101] Fig. 5a, b, c, d zeigen alle denselben Detailausschnitt aus einem Plattenpaket -50- entlang der Schnittrlinie A-B in Fig. 4:

[00102] Fig. 5a zeigt einen Ausschnitt aus 3 verschiedenen Trennplatten -49- mit dazwischen liegenden Formplatten -44,45-. Da der dargestellte Schnitt orthogonal zu den Plattenebenen liegt, sieht man von den Formplatten -44- nur quer durchgeschnittene Stege -45-. Die Schnittflächen der Trennplatten -49- erscheinen als gerade vertikale Linien. Allerdings ist das eine idealisierte Darstellungsweise, die nur dann genähert richtig ist, wenn in allen verbleibenden Räumen zwischen den dargestellten Formplattenstegen -45- der gleiche Druck herrscht.

[00103] Fig. 5b zeigt denselben Ausschnitt wie Fig. 5a für den Fall dass der Druck in den gezeigten Hohlräumen nicht gleich ist. Für das Beispiel soll im Raum -59- hoher Druck herrschen, in Raum -60- ein niedrigerer Druck und in den Räumen -61- ein noch niedrigerer Druck. Da die Formplatten aus elastischen synthetischen Dichtungsplatten gefertigt werden sollen, wird der Formplattensteg -64- leicht zusammengequetscht, wodurch sich ein Verbindungsspalt zwischen der Hochdruckzone -59- und der Niederdruckzone -60- öffnet, durch den Lösung oder Gas durchtreten wird. In realen Fällen ist dieser Effekt so stark, dass sich sogar Trennplatten -49- aus 1mm dickem Edelstahlblech an einer solchen Stelle um einige Zehntel Millimeter dauerhaft verformen. Noch stärker ist die Verformung einer Trennplatte -49-, wenn an einer solchen kritischen Stelle die Formplattenstege -45- zu beiden Seiten dieser Trennplatte -49- nicht genau

gegenüber sondern versetzt liegen. In einem solchen Fall nützt es auch nichts, Formplatten -45- aus nicht quetschbarem Material zu verwenden (z.B. Stahl).

[00104] Fig. 5c zeigt denselben Ausschnitt wie Fig. 5b, mit der gleichen Druckverteilung und der gleichen Plattendehmierung. In den Formplattensteg -65- ist aber ein Längskanal eingefügt, in den eine runde Dichtungsschnur -66- liegt. Da diese Schnur aus der Plattenoberfläche von -65- hervorragt, kann sie den Spalt bis zur anliegenden Trennplatte -49- überbrücken.

[00105] Fig. 5d zeigt ebenfalls denselben Ausschnitt wie Fig. 5b, mit der gleichen Druckverteilung und der gleichen Plattendehmierung. Auf den Formplattensteg -67- ist aber ein elastisches Dichtungsband -68- aufgeklebt. Natürlich quetscht auch dieses Dichtungsband -68- den Plattensteg -67- etwas zusammen. Da aber dieses Band aus der Plattenoberfläche von -45- hervorragt, kann es den Spalt bis zur anliegenden Trennplatte -49- überbrücken.

Patentansprüche

1. Einstufige Ammoniak-Wasser Absorptionskältemaschine im Batch-Verfahren bestehend aus Generator (1) mit Druckabsenker (29) und rückgeköhltem Generatoreingangsgefäß (3), Absorber (14), Kondensator (25), Verdampfer (24) **dadurch gekennzeichnet**, dass der Generator (1) zusammen mit einem rückgeköhlten Eingangsgefäß (3) und dem Druckabsenker (29) eine Bau- und Druckeinheit bilden, worin der Druckabsenker (29) zu Beginn jedes Arbeitszyklus den Generatordruck unter den Absorberdruck absenkt, sodass von dort über ein Rückschlagventil (2) Lösung in das rückgeköhlte Generatoreingangsgefäß (3) fließt, dieses füllt und dass von dort die Lösung der Schwerkraft folgend allmählich in eine heiße Zone (1) fließt, welche insbesondere aus einer vom Absorber (18) her gewärmten Vorwärmzone (11) und einer extern beheizten heißen Zone (12) besteht, wo Ammoniakdampf entsteht, der mit einer Siphonleitung (8) von unten durch die noch im Generatoreingangsgefäß (3) befindliche restliche Lösung strömt und wo vom oberen Ende dieses Generatoreingangsgefäßes eine Gasleitung durch ein Rückschlagventil (27) zum Kondensator (25) führt, während die aus der heißen Zone (1) ausfließende ausgekochte Lösung durch den Druckabsenker (29) und durch ein Rückschlagventil (40) sowie eine Druckverminderungsstufe (17) zum Absorber (14) strömt.
2. Kältemaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das geköhlte Generatoreingangsgefäß mit drei Siphon- oder Hebern (4, 8, 9) verbunden ist, deren erster (4) aus einer engen Leitung besteht, die vom Boden des Eingangsgefäßes (3) aufwärts bis zur maximalen Füllhöhe desselben führt, sich dort wieder nach unten wendet und unterhalb desselben Gefäßes (3) in ein kleines zur Oberseite des Eingangsgefäßes hin ventiliertes (6) Sammelbecken (5) mündet, von welchem ein enger Verbindungskanal mit eingebautem Regulierelement (7), in die darunter liegende beheizte Generatorzone (1) führt, während der zweite Siphon oder Heber (8) aus einer Leitung besteht, die vom Oberteil der beheizten Zone (1) aufwärts bis oberhalb der Oberkante des geköhlten Eingangsgefäßes (3) führt, sich dort wieder nach unten wendet und zur Unterseite des geköhlten Eingangsgefäßes (3) führt, in das sie dort einmündet, während der dritte Siphon oder Heber (9) aus einer Leitung besteht, die vom oberen Bereich des geköhlten Eingangsgefäßes (3) abwärts bis zum Eingang der heißen Zone des Generators (1) führt und dort in ein kleines Lösungssammelbecken (10) mündet.
3. Kältemaschine nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druckabsenker (29) aus zwei übereinander angeordneten rückgeköhlten Behältern (32, 33) besteht, die durch zwei Leitungen (34, 36) verbunden sind, durch welche vom Generator (1) kommende Lösung oder Gas zuerst durch den unteren (32) und dann durch den oberen Behälter (33) und dann durch ein Rückschlagventil (40) zum Absorber (14) strömt, wobei die erste Leitung (34) den Boden des oberen Gefäßes (33) mit dem Boden des unteren Gefäßes (32) verbindet und die zweite Leitung (36) ausgehend vom oberen Bereich des unteren Behälters (32) zuerst abwärts führt, den knapp oberhalb des Bodens des unteren Behälters

- (32) sich nach oben wendet und dann im Bodenbereich des oberen Behälters (33) in diesen einmündet.
4. Kältemaschine nach Anspruch 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass eine dritte Leitung (37) im Druckabsenker (29) hinzukommt, die etwa aus der Mitte des vom Oberteil des unteren Behälters (32) abwärts strebenden Teils der zweiten Leitung (36) abzweigt und nach oben führt, sich dann im oberen Bereich des unteren Behälters (32) nach unten wendet und in den unteren Bereich des zum oberen Behälter (33) hin aufwärts strebenden Teils der zweiten Leitung (36) mündet.
 5. Kältemaschine nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vom oberen Behälter (33) kommende erste Leitung (34) des Druckabsenkers (29) unterhalb des unteren Behälters (32) ein U-Rohr (35) bildet, dessen Tiefpunkt den tiefsten Punkt des ganzen Druckabsenkers (29) bilden muss und andererseits die zweite Leitung (36) in ihrem zum oberen Behälter (33) aufwärts strebenden Teil durch ein Regulierventil (42) unterbrochen ist, und dass dieser Druckabsenker (29) noch ein zweites Rückschlagventil (41) hat, parallel zum ersten Rückschlagventil (40) und ebenfalls in Flussrichtung zum Absorber (14), gespeist von zwei parallelen Zuflüssen, nämlich aus einer vierten (38) und einer fünften Leitung (39), wobei die vierte Leitung (38) vom Boden des unteren Behälters (32) direkt aufwärts zum zweiten Rückschlagventil (41) führt, während die fünfte Leitung (39) ausgehend vom oberen Bereich des unteren Behälters (32) zuerst abwärts führt, den knapp oberhalb des Bodens des unteren Behälters (32) sich nach oben wendet und dann ebenfalls zum zweiten Rückschlagventil (41) führt.
 6. Kältemaschine nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Absorber (14) aus zwei Abschnitten (18, 19) und einem Ausgangssammelbehälter (21) besteht, wo im ersten Abschnitt (18) heiße, schwach konzentrierte Lösung aufwärts fließt und gleichzeitig Ammoniakdampf absorbiert und die dabei entstehende Wärme über einen Wärmetauscher (62) an die Vorwärmzone (11) des Generators (1) abgibt, wonach die so abgekühlte Lösung in einen darüber liegenden zweiten Abschnitt (19), der von außen rückgekühlt ist, geleitet ist, wo die Lösung der Schwerkraft folgend abwärts fließt, weiteren Ammoniak absorbiert und schließlich zur Unterseite eines darunter liegenden von einem flüssigen Medium rückgekühlten Ausgangssammelbehälters (21) geführt ist, von welchem der Generatoreingangsbehälter (3) am Anfang jedes Zyklus die Lösung ansaugt.
 7. Kältemaschine nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich am Zufluss des Rückkühlmediums des Absorberausgangssammelbehälters (21) ein Dreiwegventil befindet, welches es erlaubt, kurzzeitig ein heißes Medium durch den mit diesem Lösungsspeicher (21) verbundenen Kühlmantel zu schicken.
 8. Kältemaschine nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ausstattung des Druckabsenkers auch ein Wärmetauscher (63) gehört, auf dessen Primärseite die heiße vom Generator (1, 12) kommende und zum Druckabsenker (29) fließende Lösung geführt und abgekühlt ist und auf dessen Sekundärseite die vom Druckabsenker (29) zum Absorber fließende Lösung wieder aufgewärmt ist.
 9. Kältemaschine nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie mit Ausnahme der Reservebehälter (20, 21, 28), der Regelventile (7, 17, 17', 26, 42) sowie der Absperrventile (22, 23) und deren Zuflussleitungen weitestgehend nur aus einem nach aussen wärmegeprägten Plattenstapel (50) besteht, der mit abwechselnd nacheinander angeordneten Formplatten (44) aus elastischem Dichtungsmaterial, die durch Löcher sowie kanalförmige Ausschnitte durchbrochen sind und zum Leiten von Flüssigkeiten oder Gasen dienen, und Trennplatten (49) aus Metallblech, in denen Löcher zur Leitung von Flüssigkeiten oder Gasen quer zur Plattenebene gemacht sind, aufgebaut ist, der durch Schrauben zwischen zwei stärkeren metallischen Aussenplatten (43) zusammengepresst ist, so dass zwischen je zwei Formplatten (44) eine Trennplatte (49) und zwischen je zwei Trennplatten (49) eine Formplatte (44) zu liegen kommt, mit Ausnahme an einer beliebigen Stelle des Plattenstapels (50), wo anstelle einer Formplatte (44) ein hydraulischer Druckpolster zwi-

schen zwei Trennplatten (49) zu liegen kommt, der aus einem elastischen, in sich geschlossenen Dichtungsstreifen besteht, der entlang der Plattenränder zwischen die beiden Trennplatten (49) eingeklemmt oder dort festgeklebt ist, so dass zwischen diese beiden derart miteinander verbundenen Trennplatten (49) eine hydraulische Flüssigkeit oder ein aushärtendes flüssiges Harz unter hohem Druck einfüllbar ist, wobei außerdem im ganzen Plattenpaket (50) auf jeder Formplatte (44) die unterschiedlichen Druckzonen voneinander durch aus deren Oberflächenebenen hervorragende linienförmige elastische Dichtungselemente (46) voneinander abgegrenzt sind, was entweder durch Bekleben jeder Formplatte durch elastische, durchgehende Dichtungsstreifen (68) geschieht oder dadurch, dass jede Formplatte (44) entlang der zur Dichtung vorgesehenen Linien (65) durch schmale Kanäle durchbrochen ist, in die Dichtungsschnüre (66) aus dichtendem Elastomer gelegt sind, und dass in diesem Plattenstapel (50) die Bauteile der Kältemaschine so angeordnet sind, dass der heiße Teil des Generators (1, 12) zu unterst zu liegen kommt, daran aufwärts anschließend die zur Wärmerückführung vorgesehenen Wärmetauscher (62, 63), deren Temperatur von unten nach oben von heiß zu kalt geht, darüber die rückgekühlten Teile des Absorbers (19), des Generators (1, 3, 5) und des Druckabsenkers (29) und ganz zu oberst der kalte Verdampfer (24), wobei an der Grenze zwischen rückgekühlter Zone und kalter Verdampferzone in die metallenen Trennplatten (49) und Aussenplatten (43) Öffnungen (53) gemacht sind, wo schmale Verbindungsstege (69) zu belassen sind, bzw. dort (70), wo Kanäle in den Formplatten den Verdampfer mit der restlichen Kühlmaschine verbinden.

10. Kältemaschine nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich zwischen dem Ausgang des Druckabsenkers (31) aber erst nach der Druckstufe (17) zum Absorber (14) hin und dem eigentlichen Eingang zum Absorber (18) ein Reservegefäß (20) befindet, und dass sich auch am Ausgang des Kondensators (25) aber noch vor der Druckstufe oder Drossel (26) ein ebensolches Reservegefäß (28) befindet, wobei diese Reservegefäße (20, 28), ebenso wie das Absorberausgangsgefäß (21) an ihrem Eingang und Ausgang vom Benutzer des Systems durch geeignete Absperrmittel (17, 17', 22, 23, 26, 27) verschlossen sind.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

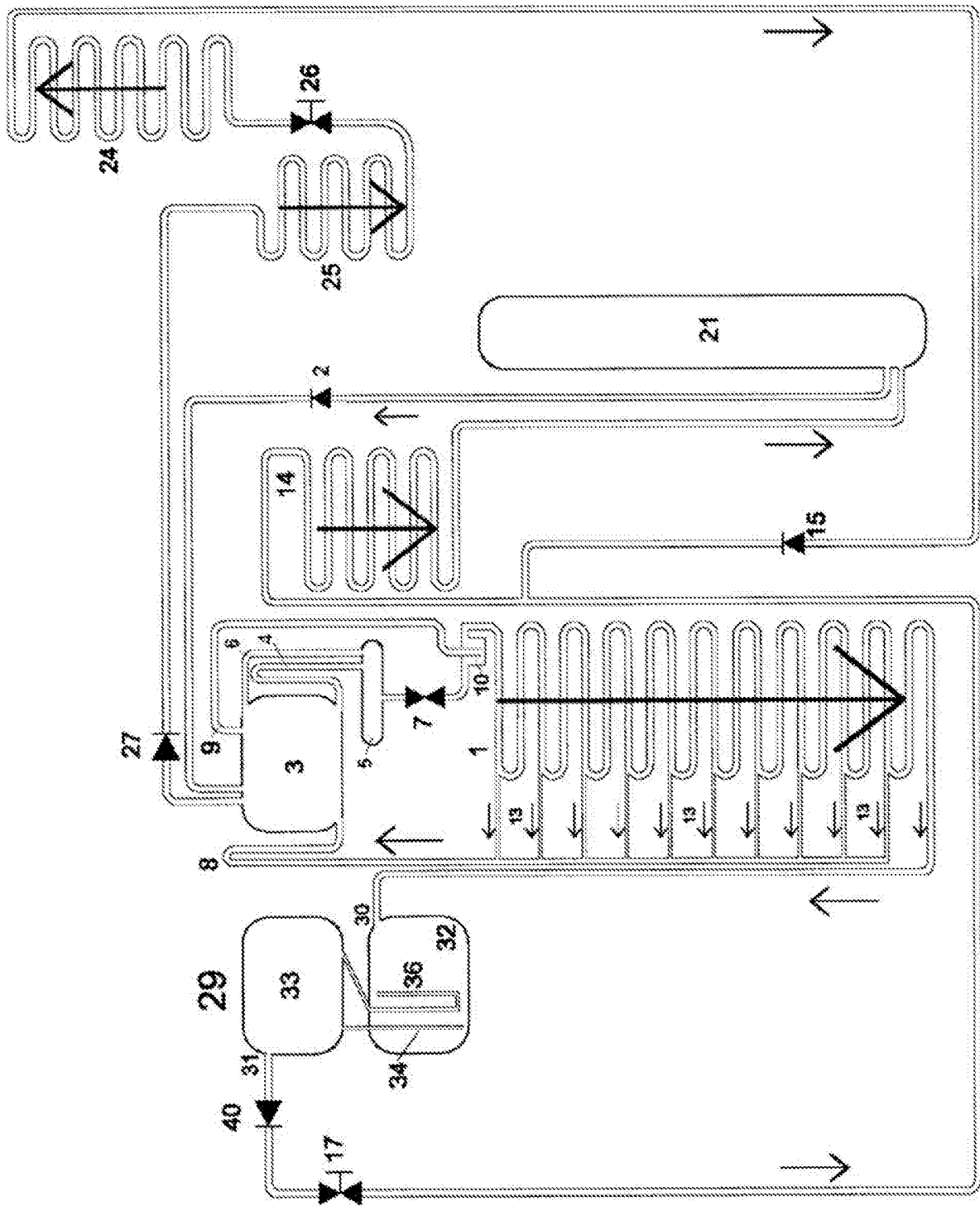


Fig. 1

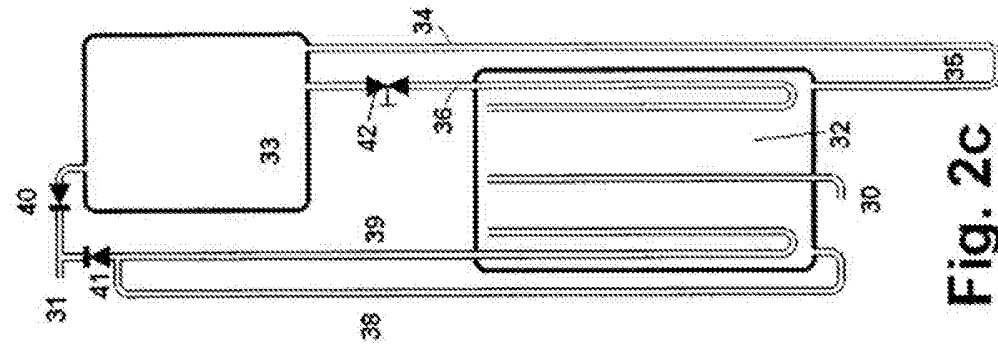


Fig. 2c

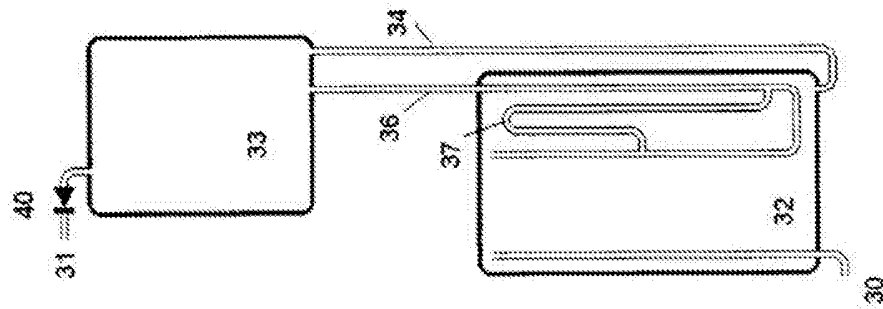


Fig. 2b

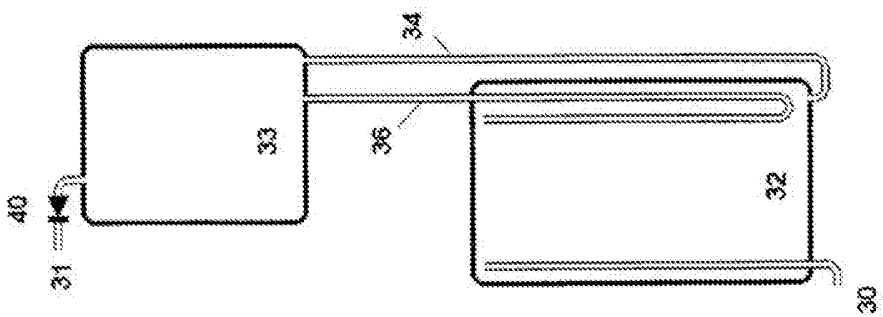


Fig. 2a

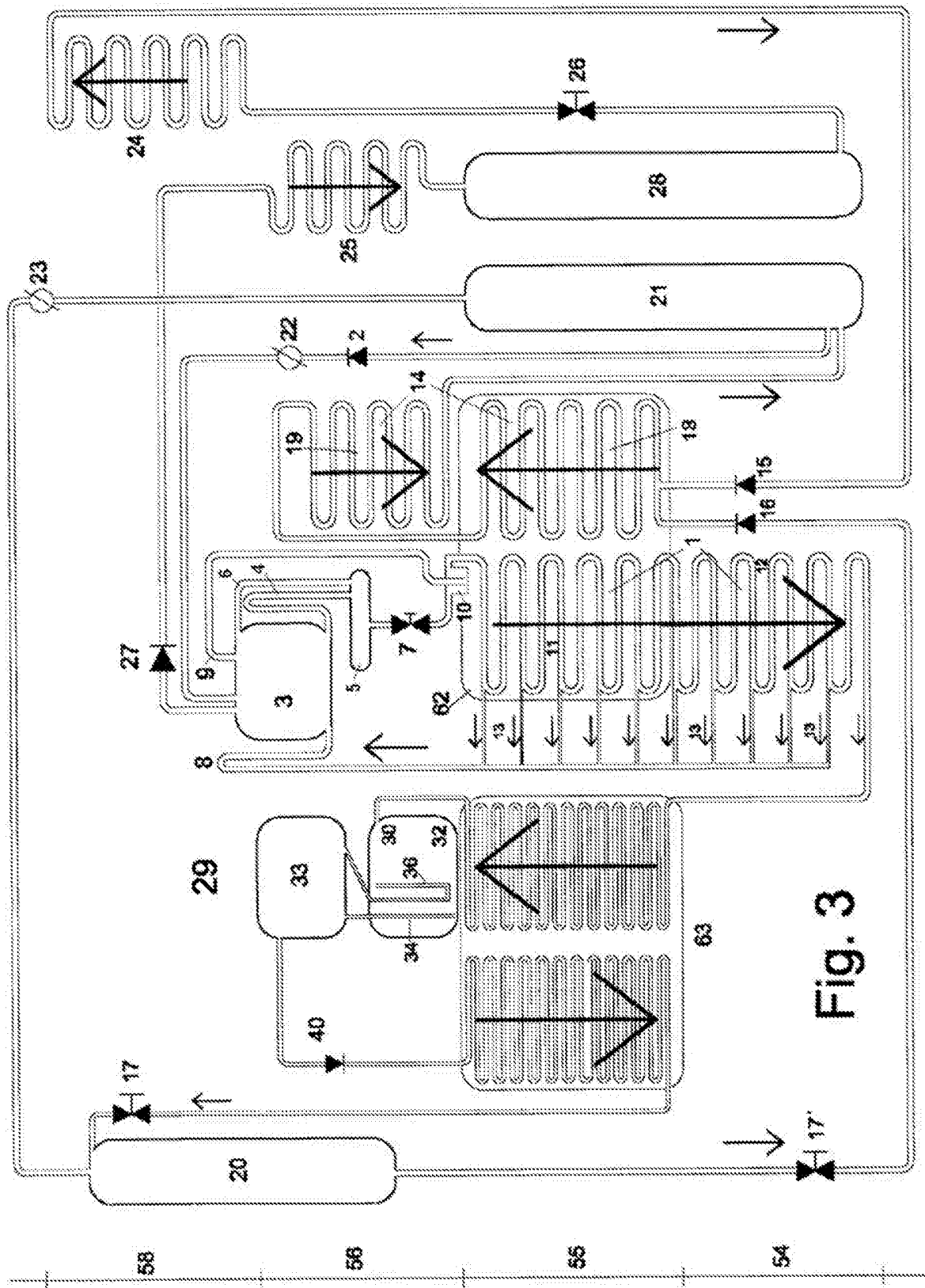


Fig. 3

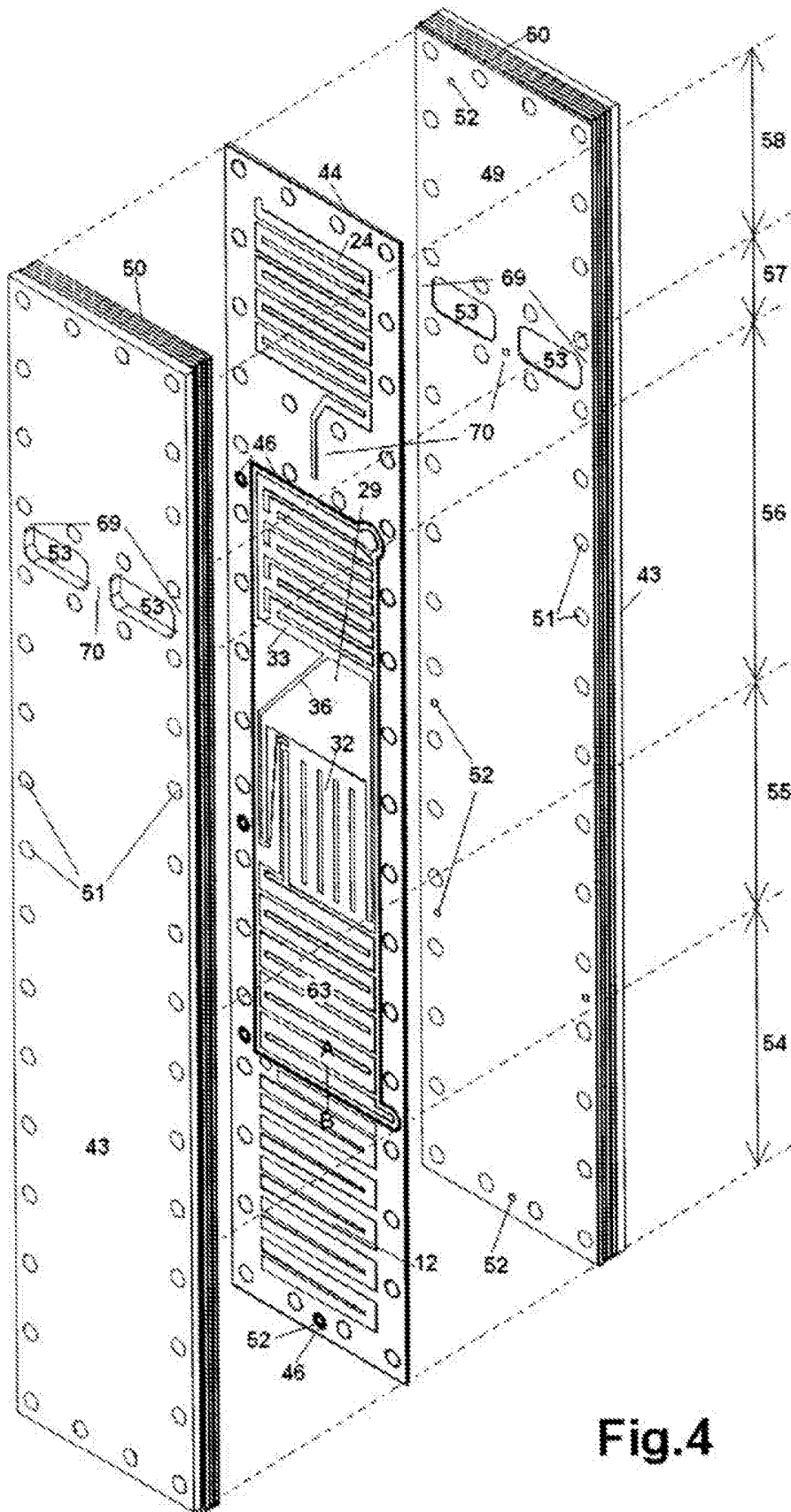


Fig.4

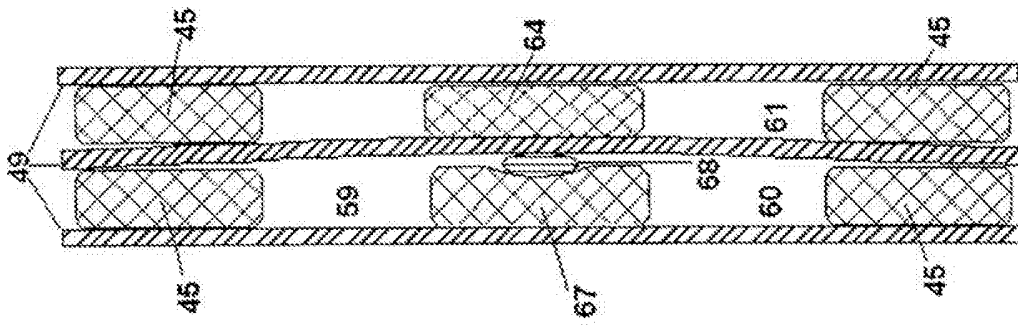


Fig. 5d

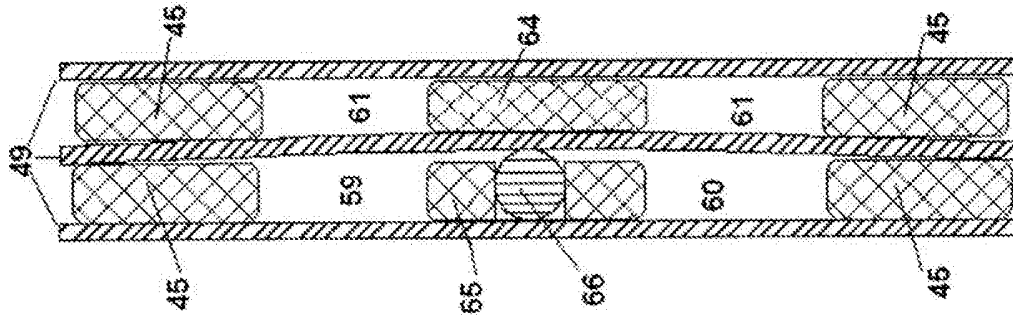


Fig. 5c

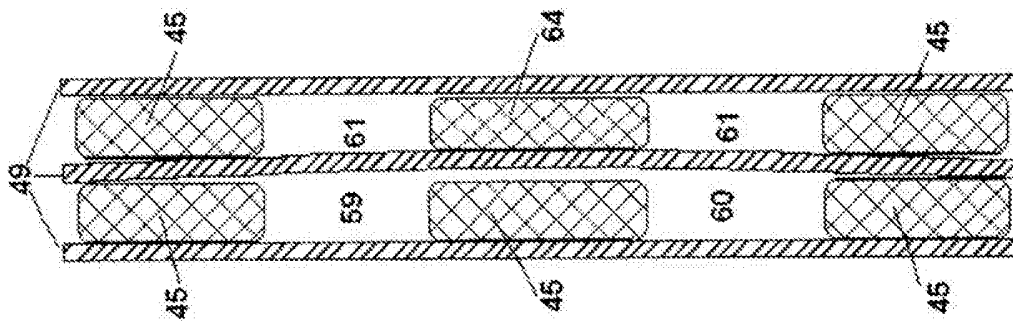


Fig. 5b

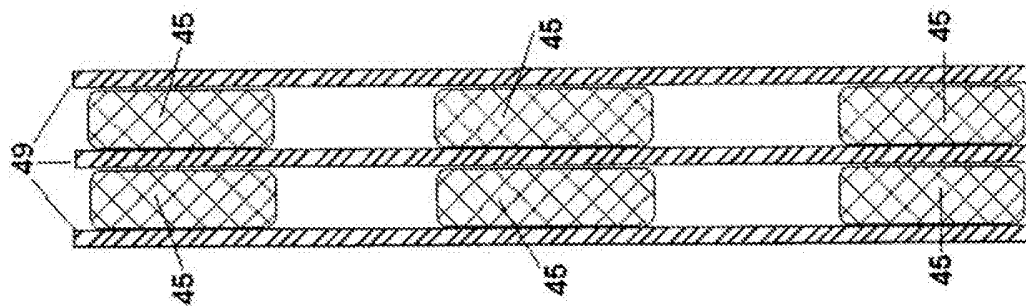


Fig. 5a