

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6429895号
(P6429895)

(45) 発行日 平成30年11月28日(2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日(2018.11.9)

(51) Int.Cl.	F 1
F28F 27/00	(2006.01)
F28D 7/16	(2006.01)
F28F 9/00	(2006.01)
F28F 9/24	(2006.01)
F28F 1/00	(2006.01)
	F 28 F 27/00
	F 28 D 7/16
	F 28 F 9/00
	F 28 F 9/24
	F 28 F 1/00

請求項の数 15 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-558126 (P2016-558126)
(86) (22) 出願日	平成27年3月10日 (2015.3.10)
(65) 公表番号	特表2017-510783 (P2017-510783A)
(43) 公表日	平成29年4月13日 (2017.4.13)
(86) 國際出願番号	PCT/EP2015/054962
(87) 國際公開番号	W02015/140009
(87) 國際公開日	平成27年9月24日 (2015.9.24)
審査請求日	平成28年11月16日 (2016.11.16)
(31) 優先権主張番号	102014103691.3
(32) 優先日	平成26年3月18日 (2014.3.18)
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)
(31) 優先権主張番号	61/954, 669
(32) 優先日	平成26年3月18日 (2014.3.18)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	508020155 ビーエースエフ ソシエタス・ヨーロピ ア B A S F S E ドイツ連邦共和国 67056 ルートヴ ィヒスハーフェン・アム・ライン カール 一ボッシュ・シュトゥーレセ 38 C a r l - B o s c h - S t r a s s e 38, 67056 L u d w i g s h a f e n a m R h e i n, G e r m a n y
(74) 代理人	100114890 弁理士 アインゼル・フェリックス=ライ ンハルト

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】熱交換器、該熱交換器を有する反応器配置構造、及び反応器の温度調整法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- 熱交換器(1)であって、
- ・少なくとも2つの熱交換管(3)の束、ここで熱交換管(3)の束は、垂直に配向されており、かつ下方では熱交換管底部(31)により閉鎖されており、
 - ・熱交換管(3)の束を取り囲む熱交換器ハウジング(5)、ここで熱交換器ハウジング(5)内にある熱交換管(3)の束の周囲に、液状熱媒体(7)が流れようになっており、
 - ・熱交換器ハウジング(5)を上方で閉鎖する熱交換器フード(9)、
 - ・熱交換器ハウジング(5)を下方で閉鎖する熱交換器底部(11)、
 - ・熱交換器ハウジング(5)に備えられた、熱媒体(7)を熱交換器(1)内に供給する供給部(13)、
 - ・熱交換器ハウジング(5)に備えられた、熱媒体(7)を熱交換器(1)から排出する排出部(15)、及び
 - ・熱交換器フード(9)の近くに配置された非常用解放管(17)を有する、熱交換器(1)において、

熱交換器(1)が、熱交換管(3)の漏出による圧力上昇を回避するために、熱交換器底部(11)の近くに配置されている安全装置(19)を有しており、該第二の安全装置(19)が非常用放圧部であることを特徴とする、前記熱交換器。

【請求項 2】

10

20

1つの熱交換管(3)の開放断面積に対する安全装置(19)の開放断面積の比率が、
15~1,600である、請求項1に記載の熱交換器(1)。

【請求項3】

熱交換器(1)が、安全装置(19)又は非常用解放管(17)の後に接続されている
、熱媒体(7)用回収装置(21)を有する、請求項1又は2に記載の熱交換器(1)。

【請求項4】

熱交換器(1)が、液状熱媒体(7)を気相から分離するための装置を有する、請求項
1から3までのいずれか1項に記載の熱交換器(1)。

【請求項5】

熱交換器(1)が、安全装置(19)と回収装置(21)との間に、液状熱媒体(7)
の一部のための分離器(23)を有する、請求項1から4までのいずれか1項に記載の熱
交換器(1)。 10

【請求項6】

熱交換器(1)が、液状熱媒体(7)の向きを変えるための内部構造物(25)を有し
、内部構造物(25)が、各熱交換管(3)に、若しくは各熱交換管(3)の間に位置し
ているか、又は各熱交換管(3)及び熱交換器ハウジング(5)に、若しくは各熱交換管
(3)と熱交換器ハウジング(5)との間に位置している、請求項1から5までのいずれ
か1項に記載の熱交換器(1)。

【請求項7】

熱交換器(1)が塩浴熱交換器であるか、又は液状熱媒体(7)が塩溶融体である、請
求項1から6までのいずれか1項に記載の熱交換器(1)。 20

【請求項8】

- ・反応器(27)、
- ・反応器(27)と接続された請求項1から7までのいずれか1項に記載の熱交換器(1)
)、
- ・液状熱媒体(7)の少なくとも一部を循環させるために、反応器(27)又は熱交換器
(1)と接続されたポンプ(29)、
を有する、反応器配置構造(101)。

【請求項9】

反応器(27)が、発熱性又は吸熱性反応を実施するための管束型反応器である、請
求項8に記載の反応器配置構造(101)。 30

【請求項10】

以下の工程：

a) 第一の温度T1で反応器(27)から排出される液状熱媒体(7)の少なくとも一部を、請
求項1から7までのいずれか1項に記載の熱交換器(1)への供給部を通じて導
入する工程、

b) 熱交換器(1)の熱交換管(3)の周囲に、液状熱媒体(7)を流す工程、ここで
熱媒体(7)と熱交換管(3)との間で熱が交換され、

c) 液状熱媒体(7)を第二の温度T2で、熱交換器(1)から導出し、液状熱媒体(7)
を反応器(27)に供給する工程、 40

ここで熱交換器(1)において圧力が上昇した場合、発生した過圧は少なくとも安全装
置(19)により低下される、
を有する、反応器(27)の温度調整法。

【請求項11】

工程b)における熱媒体(7)が、熱交換管(3)の間を蛇行して流れる、請求項10
に記載の方法。

【請求項12】

反応器(27)が、発熱性又は吸熱性反応を実施するための管束型反応器である、請
求項10又は11に記載の方法。

【請求項13】

反応器(27)で実施する反応が部分気相酸化反応である、請求項10から12までのいずれか1項に記載の方法。

【請求項14】

部分気相酸化が、プロパンからアクロレインへの酸化、イソブテンからメタクロレンへの酸化、アクロレインからアクリル酸への酸化、メタクロレンからメタクリル酸への酸化、及びo-キシレンから無水フタル酸への酸化を含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

発熱性反応を実施するための反応器(27)を冷却するための、請求項1から7までのいずれか1項に記載の熱交換器(1)の使用であって、反応器(27)は管束型反応器であり、かつ液状熱媒体(7)は塩溶融体である、前記使用。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱交換器、反応器と前記熱交換器とを有する反応器配置構造、また反応器の温度調整法に関する。

【0002】

反応器のための熱交換器、及び類似の装置は、従来技術から原則的に公知である。そこで独国特許出願公開第2207166号明細書(DE 22 07 166 A1)は、循環で導入される熱媒体を有する反応装置のための冷却装置を記載しており、ここで循環ポンプ及び冷却器は、反応容器の外部に配置されている。ここで循環ポンプ及び冷却器は、隣接して配置された2つのハウジングに取り付けられる。さらに、熱媒体のための膨張タンクが、ポンプハウジングを介して、またポンプハウジングと接続して配置されており、冷却剤のための蒸発分離器が、冷却ハウジングを介して直接、また冷却管と接続して配置されている。膨張タンクの蓋には、破裂板が配置されていてよい。

20

【0003】

独国特許出願公開第102006034811号明細書(DE 10 2006 034 811 A1)は、管束型反応器の温度変更のための方法と関連して塩浴冷却器を記載しており、その冷却媒体は、特に制限されていない。冷却器は平衡容器を有し、その中には充填レベルゲージが配置されている。事前に規定された充填レベルの値に達すると、過剰な熱媒体は、オーバーフローによって、又は非常用解放管を介して流れる。熱媒体が過剰に膨張する場合、非常用解放管が利用されるという事実に加えて、これはまた、例えば蒸発冷却器の管が破裂する場合にも働く。

30

【0004】

冷却器として稼働されるこの分野の熱交換器を稼働させる際に重要なのは、漏出の瞬間である。冷却管内では水／水蒸気が、50 bar以上という圧力下にある。冷却管が破裂した場合、水はこの圧力で熱媒体に侵入する。液状の熱媒体は例えば約280°の温度で循環されるので、水は激しく蒸発し、これによって自然に高圧が生じる。

【0005】

上述のように従来技術では過圧が生じる場合、熱交換器及び／又は冷却器を負荷から解放するための措置が講じられている。ただし、これらの装置は一般的に、有用であると完全には実証されていない。

40

【0006】

この分野の熱交換器(特に塩浴冷却器)は、高さが4m～8mであり得る。従来技術に記載された比較的起こりにくい場合(冷却管が破裂する場合)は実際、非常に注意を払い、装置を良好に手入れしていても、繰り返される。ここでは、このようないわゆる管破裂は特に、冷却管の下部領域で発生すること、すなわち、冷却管底部に対して僅かな距離で起きたことが観察された。

【0007】

冷却媒体として水を使用する場合、これは熱媒体によって蒸発するため、水は冷却管の下部領域～通常は一定の高さまでで、液状で発生する。まさにこの領域で、実際には常に

50

何度も管破裂が観察され、これは特に、冷却器の規定稼働には起因しない。管破裂の別の理由は、供給する水の品質不足に求めることができ、これによって考慮されていない負荷及び／又は腐食が発生する。管破裂が発生すると、蒸気はその上方にある熱媒体塔を通過するか、又は熱媒体に置き換わり、従来技術から公知の非常用解放管を介して、又は破裂板を介して、増加した圧力が放圧される。従来使用されてきた高密度の熱媒体（例えば密度が2の塩浴）では特に、このような通過、又は置き換わりは、非常に起こりにくい。

【0008】

その結果、冷却器のジャケットには圧力がかかるため、ジャケットは通常、敷設されない。この分野では通常、熱交換器、すなわち特に、液状熱媒体を有する冷却器が加圧無しで敷設される。最悪の場合、管破裂による圧力増大は、冷却器のジャケット自体が破裂し、熱媒体が外に流れ出すことにつながり得る。これにより人間と環境に対して、緊急の危険が生じる。10

【0009】

従来技術の欠点に鑑み、本発明の課題は、漏出の場合に特に迅速、及びより安全な圧力解放を保証する、改善された熱交換器を提供することである。さらなる目的は、相応する反応器配置を作製すること、また従来技術の欠点を有さない反応器の温度調整法を提供することである。

【0010】

上記課題は、本発明の第一の態様において熱交換器（1）によって解決され、この熱交換器は、以下のものを有する：20

- ・少なくとも2つの熱交換管（3）の束、ここでこの熱交換管の束は垂直に配向されており、下部では熱交換管底部（31）によって閉鎖されており、
- ・熱交換管（3）の束を取り囲む熱交換器ハウジング（5）、ここで熱交換器ハウジング（5）内にある熱交換管（3）の束の周囲に、液状熱媒体（7）が流れようになっており、
- ・熱交換器ハウジング（5）を上方で閉鎖する熱交換器フード（9）、
- ・熱交換器ハウジング（5）を下方で閉鎖する熱交換器底部（11）、
- ・熱交換器ハウジング（5）に備えられた、熱媒体（7）を熱交換器（1）に供給するための供給部（13）、
- ・熱交換器ハウジング（5）に備えられた、熱媒体（7）を熱交換器（1）から排出するための排出部（15）、及び
- ・熱交換器フード（9）の近くに配置されている非常用解放管（17）。

【0011】

熱交換器（1）の特徴は、熱交換器（1）が、熱交換器底部（11）の近くに配置されている安全装置（19）を有することである。

【0012】

本発明の第二の態様では、上記熱交換器（1）が、反応器配置構造（101）内に統合されている。この反応器配置構造（101）は、以下のものを有する：

- ・反応器（27）、
- ・反応器（27）と接続された、例えば先に規定の熱交換器（1）、
- ・液状熱媒体（7）の少なくとも一部を循環させるために、反応器（27）及び／又は熱交換器（1）と接続されたポンプ（29）。

【0013】

本発明による熱交換器（1）によって、又は本発明による反応器配置構造（101）によって、本発明の第三の態様では、反応器（27）の温度調整法を実施することができる。この方法は、以下の工程を有する：

- a) 第一の温度T1で反応器（27）から排出される液状熱媒体（7）の少なくとも一部を、例えば先に規定した熱交換器（1）への供給部を通じて導入する工程、
- b) 热交換器（1）の熱交換管（3）の周囲に、液状熱媒体（7）を流す工程、ここで熱媒体（7）と、熱交換管（3）との間で熱が交換され、

10

20

30

40

50

c) 液状熱媒体(7)を第二の温度T2で熱交換器(1)から導出し、液状熱媒体(7)を、反応器(27)に供給する工程、

ここで熱交換器(1)内の圧力が上昇した場合、発生した過圧は、少なくとも安全装置(19)によって低下される。

【0014】

後続の明細書において本発明による熱交換器(1)及び/又は本発明による反応器配置(101)との関連で本方法の特徴も説明する場合、これは好適には、以下でより詳細に規定する本発明による方法に関する。 10

【0015】

本発明による熱交換器(1)には、熱交換器底部(11)の近くに安全装置(19)が備えられることにより、液状熱媒体(7)の側における過圧を、迅速かつ安全に低下させることができるという利点があり、ここで、このために熱交換器(1)内に存在する熱媒体(7)が、熱交換器(1)の高さの大部分にわたって置き換えられる、又は通過されることはない。こうして、実質的にあらゆる圧力上昇に対して安全化が図られた熱交換器(1)がもたらされる。安全装置(19)が備えられていることによって、熱交換器ハウジング(5)はさらに、圧力を掛けずに敷設することができ、これにより、熱交換器(1)のためのコスト、及び/又は設備全体のためのコストが低下する。 10

【0016】

この場合、「圧力を掛けずに」とは、5bar超の圧力に対して、何ら措置を取る必要がないことを意味する。もちろん、熱交換器ハウジング(5)は、熱交換器フード(9)及び熱交換器底部(11)とともに、最大3barの圧力(熱媒体(7)に液圧的に適用される圧力であり、熱媒体(7)のための循環ポンプによって生じる)のために敷設されている。 20

【0017】

熱交換器フード(9)及び熱交換器底部(11)との関連で「近くに」という用語は、非常用解放管(17)が、熱交換器ハウジング(5)の上部三分の一、特に上部四分の一の位置に配置されていること、及び安全装置(19)が、熱交換器ハウジング(5)の下部三分の一、特に下部四分の一、及び極めて特に好ましくは下部五分の一の位置に配置されていることを意味する。 30

【0018】

以下、本発明をより詳細に説明する。

【0019】

本発明の第一の対象は、少なくとも2つの熱交換管(3)の束、熱交換器ハウジング(5)、熱交換器フード(9)、熱交換器底部(11)、供給部(13)、及び排出部(15)、並びに非常用解放管(17)を有する熱交換器(1)である。本発明による熱交換器(1)の特徴は、熱交換器底部(11)の近くに配置されている安全装置(19)を有することである。 30

【0020】

本発明による熱交換器(1)は、特別な実施態様において冷却器である。

【0021】

本発明による熱交換器(1)のさらなる構成において、安全装置(19)は、非常用放圧部である。「非常用放圧部」とは、本発明の意味合いで実質的に、熱交換器底部(11)の近くにある熱交換器ハウジング(5)から導出され、かつ垂直に上方に導かれる導管であると理解され、これによって非常用放圧部は、少なくとも熱交換器ハウジング(5)内の液状熱媒体(7)の液面よりも高い位置に到達する。これによって、熱交換器管(3)の束を還流する際に生じる圧力損失を解消できる。特定の稼働において安全装置(19)は、規定の水準まで、液状熱媒体(7)で満たされている。安全装置(19)は好適には、液状熱媒体(7)を、熱交換器(1)の内部にある熱媒体(7)と実質的に同じ粘度に維持するための、ヒートトレースを備える。 40

【0022】

熱交換器（1）において、通常の稼働圧を実質的に超える圧力が発生する場合（すなわち3 bar超の圧力）、この圧力は、安全装置（19）内にある熱媒体の柱を上方に押し上げることによって放圧することができる。これはつまり、水及び／又は水蒸気の発生により管が破裂する例では、熱媒体（7）で生じる水蒸気が、より簡単かつ有利な方法で安全装置（19）へと膨張するということである。ここで水蒸気は、熱交換器（1）の内部にある熱媒体（7）の質量と比べて、非常に小さな熱媒体（7）の柱を通過するか、又はこれに置き換えられる。安全装置（19）の直径は有利には、100mm～800mmである。

【0023】

この関連で、1つの熱交換管（3）の開放断面積に対する安全装置（19）の開放断面積の比率が、15～1,600であることが有利であると実証されている。この比率によつて、熱交換管（3）の漏出の場合、熱交換器ハウジング（5）内における大きな圧力上昇無く、発生する蒸気／液体混合物を排出可能なことが保証される。直径の比率が不充分な場合、漏出の際に、より大きな圧力上昇、ひいては相応する温度での、使用する熱媒体（7）の蒸気圧につながる。

10

【0024】

本発明の意味合いにおいて「開放断面積」とは、熱媒体（7）の貫流に有効に利用される面積であると理解される。

【0025】

さらなる態様において熱交換器（1）は、熱媒体（7）のための回収装置（21）を有し、この装置は安全装置（19）、及び／又は非常用解放管（17）の後に接続されている。比較的大量の熱媒体（7）が、安全装置（19）及び／又は非常用解放管（17）によって置き換えられる場合、熱媒体（7）は回収装置（21）によって、設備から流出すること無く回収される。これによって、高温の熱媒体（7）が発生しないため安全性が向上する一方で、回収装置（21）によって熱媒体（7）を、問題の修正後、不純物無しで熱交換器（1）に返送することができる。このために、回収装置（21）が、熱媒体（7）の粘度を向上させるための、またその硬化を防止するためのヒートトレースを有すると特に有利である。回収装置（21）はさらに、熱媒体（7）の充填レベルの違いを緩衝するため、及び／又は設備全体の停止時に、例えば点検作業の際に完全に、又は部分的に熱媒体（7）を集めるために用いることができる。

20

【0026】

生じる物質混合物が二相（蒸気／液状）である場合、熱交換器（1）が、液状熱媒体（7）を気相から分離するための装置（漏出の際に気体と液体の効果的な分離をもたらすもの）を有すると、さらに好ましい。上記装置は特に、回収装置（21）に配置されている。

【0027】

回収装置（21）が、大気に対する充分な大きさの断面積によって換気されるのがさらに好ましく、これによって分離されたガス、例えば蒸気は、回収装置（21）において大きく圧力が上昇すること無く、大気中に排出される。ここで、換気のために利用できる断面積比率は、1つの熱交換管（3）の断面積に対して500～1,000,000の範囲で選択することができる。

30

【0028】

加えて、本発明による熱交換器（1）では、安全装置（19）と回収装置（21）との間に、液状熱媒体（7）の一部のための分離器（23）を備えることが、有利であると実証されている。分離器（23）は、漏出の場合、通常稼働の際に配管系に存在する熱媒体（7）の液体体積を、非常用解放管（17）及び／又は安全装置（19）の後で、この措置を意図していない場合、液体プラグが回収装置（21）へとつながる配管系によって圧送されると、液体プラグによって生じる圧力損失で、充分に吸収することができるのが望ましい。よって分離器（23）の返送体積は少なくとも、安全装置（19）と分離器（23）との間の配管の配管体積に相当するのが望ましい。

40

50

【0029】

熱交換器(1)が、液状熱媒体(7)の向きを変えるための内部構造物(25)を有し、かつこの内部構造物(25)が、各熱交換管(3)に、又は各熱交換管(3)の間に、及び／又は各熱交換管(3)及びハウジング(5)に、又は各熱交換管(3)とハウジング(5)との間に位置していると、均一かつ効率的な温度分布のために有利であると実証されている。内部構造物(25)は、じゃま板(リング状、又はディスク状に構成されていてよい)であるのが有利である。ここで、「ディスク・ドーナツ型配置」についても述べておく。特に、内部構造物(25)は、水平に配向されており、これによって熱媒体(7)は熱交換管(3)を、実質的に横方向に流れる。

【0030】

10

熱交換器(1)が塩浴冷却器であり、かつ／又は液状熱媒体(7)が、塩溶融体であるのが、特に好ましい。塩溶融体として好ましいのは、アルカリ金属硝酸塩と、アルカリ金属亜硝酸塩との混合物である。特に好ましい塩混合物は、硝酸カリウム53質量%、亜硝酸ナトリウム40質量%、及び硝酸ナトリウム7質量%から成るか、又は硝酸カリウム60質量%、及び亜硝酸ナトリウム40質量%から成る。この混合物は共晶混合物を形成し、約142で溶融する。これらの塩溶融体の作業温度は、200～500である。

【0031】

塩溶融体の形態の液状熱媒体(7)に加えて、本発明はまた、熱媒油にも転用できる。しかしながらこの熱媒油は、その最大稼働温度が、通常250～280に制限されており、このことは、多くの発熱性反応(例えば管束型反応器における反応)の冷却には不充分である。

20

【0032】

本発明のさらなる対象は、反応器(27)、反応器(27)と接続された熱交換器(1)、例えば先に規定した熱交換器、及び反応器(27)及び／又は熱交換器(1)と接続された、液状熱媒体(7)の少なくとも一部を循環させるためのポンプ(29)を有する、反応器配置構造(101)である。

【0033】

本発明による反応器配置構造(101)が本発明による熱交換器(1)を有することによって、基本的に先に述べたのと同じ利点が得られる。特に本発明による反応器配置構造(101)では、熱交換器(1)で生じる過圧を、液状熱媒体(7)の側で迅速かつ安全に低下させることができる。熱交換器(1)内に存在する熱媒体(7)は基本的に、置き換え又は通過されない。それと言うのも、熱交換器(1)の安全装置(19)によって圧力を低下させることができるからである。本発明による熱交換器(1)を備えることによって、反応器配置構造(101)の熱交換器系は、基本的に圧力を掛けずに敷設することができ、これにより反応器配置構造(101)のためのコストが減少する。

30

【0034】

この場合、「圧力を掛けずに」とは、5bar超の圧力に対して、何ら措置を取る必要がないことを意味する。もちろん、反応器配置構造(101)は、最大3barの圧力(熱媒体(7)が液圧式で適用される圧力であり、熱媒体(7)のための循環ポンプによって生じる)のために設計されている。加えて、反応器(27)の反応体積は、反応媒体の側で、最大80barの反応圧力に設計されている。

40

【0035】

「反応器(27)と接続された熱交換器(1)」という用語は、本発明の意味合いにおいて、熱媒体(7)のための、熱交換器ハウジング(5)に備えられた供給部(13)、及び熱交換器ハウジング(5)に備えられた排出部(15)が適切な手法で、反応器(27)の相応する供給部及び排出部と接続されている、特に溶接されていると理解されるべきである。供給部(13)又は排出部(15)のいずれかに、制御部を搭載することが実用的であり、これによって熱交換器(1)によって循環される液状熱媒体(7)の量、ひいては反応器(27)における温度を調整、及び／又は制御することができる。

【0036】

50

好ましい態様において反応器(27)は、発熱性又は吸熱性反応を行うための、管束型反応器である。

【0037】

ここで発熱性反応の場合、発熱性反応の際に生じる熱は、液状熱媒体(7)によって吸収され、熱媒体(7)の循環によって本発明による熱交換器(1)(この場合は冷却器)に送られる。本発明による熱交換器(1)は前述のように、塩浴熱交換器であり得る。特に、塩浴冷却器の熱交換管(3)は、水を蒸発させる蒸発管であり得る。このようにして、反応の際に放出されるエネルギーは蒸気の形で得られ、例えば蒸気タービンを駆動させるため、又は加熱目的のために有用に利用することができる。

【0038】

本発明による熱交換器(1)は、蒸気過熱に使用することもできる。これは、得られた過熱蒸気を、例えば蒸気タービンによって電気エネルギーに変換したい場合、特に有利である。蒸気エネルギーの利用度、すなわち効率性は、蒸気エネルギーに加えてより多くのエネルギーを供給できればできるほど、上昇する。このためには、既に発生した蒸気、例えば本発明による第一の熱交換器(1)からの蒸気を、本発明によるさらなる熱交換器(1)を介して導き、蒸気温度を上昇させる。よって本発明により、効率性を著しく上昇させることができる。

10

【0039】

反応器配置構造(101)はさらに、図示していない膨張タンクを有することができる。温度に応じて、熱媒体(7)の密度(すなわち熱媒体が占める体積)が変わる。このために充分に大きな膨張空間が、本願発明の場合には膨張タンクによって意図されている。さもなくば、熱媒体(7)の膨張によって、熱交換器(1)及び/又は反応器(27)にさらなる圧力が掛かることになる。

20

【0040】

本発明の第三の態様は、反応器(27)の温度調整法であり、この方法は以下の工程:
a) 反応器(27)から第一の温度T1で排出される液状熱媒体(7)の少なくとも一部を、請求項1から7までのいずれか1項に記載の熱交換器(1)への供給部を通じて導入する工程、

b) 热交換器(1)の熱交換管(3)の周囲に、液状熱媒体(7)を流す工程、ここで熱媒体(7)と、熱交換管(3)との間で熱が交換され、

30

c) 液状熱媒体(7)を第二の温度T2で熱交換器(1)から排出し、液状熱媒体(7)を、反応器(27)に供給する工程、

ここで熱交換器(1)内の圧力が上昇した場合、発生した過圧は、少なくとも安全装置(19)によって低下される

を有する。

【0041】

前述のように、本発明による熱交換器(1)を冷却器として稼働させる際、熱交換管(3)における欠陥につながることがある。ここでこの漏出は、1個若しくは複数の比較的小さな~比較的大きな穴の形、また熱交換管(3)の完全な破断にもなり得る。熱交換器(1)の冷却媒体側は通常、反応器(27)の熱媒体側よりも高い圧力で稼働される。この場合、漏出箇所によって冷却媒体(例えば水)が、液状熱媒体(7)に流入する。熱媒体側で温度条件が冷却媒体の沸点を超えて存在する場合、冷却媒体は極めて迅速に蒸発し、迅速な圧力上昇につながる。この圧力上昇は、予測できずに、また予見できずに発生するため、充分に短時間で対策を講じることができない。このような圧力上昇の場合、生じた過圧は、安全装置(19)により、生じた蒸気が安全装置(19)内で熱媒体(7)の柱に置き換わる、又はこれを通過することによって低下し、こうして熱交換器ハウジング(5)の損傷は回避される。本発明によれば、生じた過圧は2barから、安全装置(19)によって低下される。

40

【0042】

本発明による熱交換器(1)を冷却器として稼働させる場合には通常、第一の温度T1

50

(この温度で液状熱媒体(7)の少なくとも一部が反応器(27)から排出される)は、200~450であり、一方で第二の温度T2(この温度で液状熱媒体(7)が熱交換器(1)から搬出される)は、120~300である。

【0043】

本発明による方法では、熱媒体(7)が、工程b)において熱交換管(3)の間を曲流する有利であると実証されている。これはつまり、液状熱媒体(7)の向きを変えるために任意に存在する内部構造物(25)によって、液状熱媒体が、熱交換管(3)に対して実質的に横方向に流れるということである。熱媒体(7)は特に、熱交換器(1)の下端で供給され、熱交換器(1)の上端で、排出部(15)によって排出される。この熱媒体(7)の導入により熱交換管(3)において、熱媒体(7)から冷却媒体への最適な熱移動が保証される。

10

【0044】

本発明による方法は有利には、反応器(27)において、発熱性又は吸熱性反応を行うための管束型反応器として実施する。

【0045】

この際、反応器(27)で行う反応は、特に部分気相酸化であり得る。この部分気相酸化には好ましくは、プロパンからアクロレインへの酸化、イソブテンからメタクロレインへの酸化、アクロレインからアクリル酸への酸化、メタクロレインからメタクリル酸への酸化、及びo-キシレンから無水フタル酸への酸化が含まれる。

20

【0046】

本発明のさらなる態様では、反応器(27)の温度を調整するための前述の熱交換器(1)を、発熱性反応実施のために使用し、ここで反応器(27)は管束型反応器であり、液状熱媒体(7)は塩溶融体である。

【0047】

さらなる目的、特徴、利点、及び適用可能性は、後続の本発明の実施例の説明から、図面により明らかになる。ここで、記載及び/又は図示するあらゆる特徴は、それ自体、又は任意の組み合わせで、請求項又はその従属請求項との組み合わせとも無関係に、本発明の対象である。

【図面の簡単な説明】

【0048】

30

【図1】本発明の実施態様における熱交換器(1)の概略図を示す。

【図2】本発明の実施態様における反応器配置構造(101)の概略図を示す。

【0049】

本発明による熱交換器1を、図1に示す。熱交換器1の外部カバーは、熱交換器ハウジング5、上部を閉鎖する熱交換器フード9、及び下部を閉鎖する熱交換器底部11によって形成される。熱交換器1の内部には、熱交換管3が垂直に配向され、この熱交換管は下部で熱交換管底部31により閉鎖される。熱交換器(1)が冷却器として稼働される本発明の1つの態様では、熱交換管3が少なくとも部分的に水で充填されるが、この水は図1には示されていない接続部により導入される。熱交換管3の間、又は熱交換管3と、熱交換器ハウジング5との間には、1つの実施態様ではじゃま板25が、熱媒体7が曲流する流れで、熱交換管3を流れるように組み込まれている。

40

【0050】

液状熱媒体7は、熱交換器ハウジング5に備えられた供給部13により、熱交換器ハウジング5の下半分に供給される。この供給は好ましくは、熱交換管底部31とほぼ同じ高さで行う。熱媒体7は、熱交換管3の配向に対して広範囲で横方向に、すなわち熱交換管3で、またその間で実質的に水平に誘導され、相応するじゃま板25により導かれる。その温度で冷却された熱媒体7は、熱交換器ハウジング5に備えられた排出部15によって、熱交換器1から再度搬出される。排出部15は特に、熱交換器フード9のすぐ下に存在する。図1から読み取れるように、非常用解放管17は同様に、熱交換器ハウジング5の上部領域に、熱交換器フード9のすぐ下に存在する。非常用解放管17は慣用的に、直径

50

が100mm～800mmである。これに対して本発明による安全装置19は、熱交換器ハウジング5の下部領域、特に下3分の1、好ましくは下4分の1、特に下5分の1の位置に配置されている。安全装置19は特に、ある種の上昇管により形成される非常用放圧部である。

【0051】

図2は、反応器27を有する反応器配置構造101を示し、この反応器27は好適には、発熱性又は吸熱性反応を行うための管束型反応器である。このような管束型反応器では、垂直に配向された接触管の束が、2つの管板の間に配置されている。ここでこれらの接触管は、適用の場合に応じて、触媒材料からの充填物（固体床触媒）により充填されていてよい。接触管には液状熱媒体7を流し、この熱媒体は、発熱性反応の場合に生じる熱を吸収、排出するか、又は吸熱反応の場合に必要となる熱を供給するものである。所定の温度で熱媒体7が、温度調整用ポンプにより循環されることによって、一定の反応条件が達成される。10

【0052】

熱媒体7は有利には、反応器27における下部管板の近くに流れ込み、上部管板の近くで、管から流れ出す。

【0053】

反応器27は、熱媒体7により貫流され、この熱媒体は循環のために少なくとも部分的に、少なくとも1つのポンプ29によって循環される。ポンプ29、及びポンプ29の相応する供給部及び排出部は有利には、ヒートトレース（加熱）されており、これにより望ましくない冷却、ひいては熱媒体7の粘度低下は起こらない。理想的にはポンプ29が、反応器ハウジングに直接設けられている。図示した実施態様では、ポンプ29とは実質的に逆側に、本発明による熱交換器1が配置されている。これは有利には、比較的僅かな距離、すなわち、反応器27から10cm～250cmの距離に配置されている。熱交換器1からは、上部領域で（例えば図1で既に示したように）、非常用解放管17がつながっている。これに対して本発明にとって重要な安全装置19は、熱交換器1の下部領域に配置されている。20

【0054】

冷却媒体（主に水と水蒸気）が熱交換管3から、熱媒体7へと流入する管破裂の場合、流入する水は非常に迅速に蒸発するため、予測不能に高い圧力が、熱交換器1で生じる。安全装置19が存在することによって、熱交換器1の下部領域で生じる圧力は、比較的直ちに、安全装置19によって排出できる。これは、安全装置19内に存在する熱媒体7の柱が、上方へ圧力をかけられることにより起こる。通常、この熱媒体の柱の上端には、熱媒体7の比較的高い粘度～ほぼ固体の高粘度の領域が存在する。この領域（すなわち1種の栓）は、まず分離器23で、特に中間分離器で回収され、このようにしてさらなる系から除去される。熱媒体7と水との後続の混合物、また水蒸気は、導管33を通じて後方に接続された回収装置21に送られる。安全装置19も、導管33も、また回収装置21は、ヒートトレースされており、これによって熱媒体7の粘度上昇、又は硬化が防止される。30

【0055】

回収装置21では、液状熱媒体7を水／水蒸気混合物から分離することができる。これは特に、液状熱媒体7を気相から分離するための装置によって行うことができる。この分離は、サイクロン式分離器によって、又は単純に重力分離によって行うことができる。熱媒体7は、図2には示していないパイプによって、熱交換器1に、又は反応器27に再度供給することができる。40

【図1】

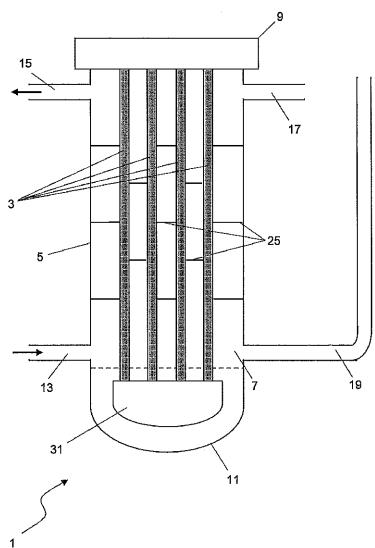


Fig.1

【図2】

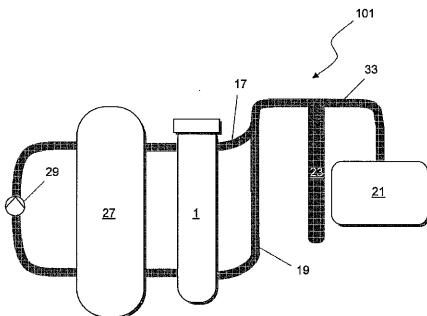


Fig.2

フロントページの続き

(74)代理人 100116403

弁理士 前川 純一

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 ウルリヒ ハモン

ドイツ連邦共和国 マンハイム カルミートシュトラーセ 8

(72)発明者 トーマス ヴァルター

ドイツ連邦共和国 ハスロッホ ドクトア - ズィーベンブファイファー - シュトラーセ 11ベー

(72)発明者 アーミン シュラウト

ドイツ連邦共和国 ベンスハイム ヴィルヘルムシュトラーセ 161

審査官 笹木 俊男

(56)参考文献 特開2008-030033(JP,A)

特開昭48-89884(JP,A)

特開2012-149871(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 28 F 27 / 00

F 28 F 9 / 00 ~ 9 / 26

F 28 D 1 / 00 ~ 13 / 00

F 28 D 20 / 00