

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7005537号

(P7005537)

(45)発行日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(24)登録日 令和4年1月7日(2022.1.7)

(51)国際特許分類

F I

F 2 3 L 15/00 (2006.01)

F 2 3 L

15/00

A

F 2 3 K 5/00 (2006.01)

F 2 3 K

5/00

3 0 3

請求項の数 12 (全14頁)

(21)出願番号 特願2018-568838(P2018-568838)
 (86)(22)出願日 平成29年6月29日(2017.6.29)
 (65)公表番号 特表2019-520542(P2019-520542 A)
 (43)公表日 令和1年7月18日(2019.7.18)
 (86)国際出願番号 PCT/FR2017/051742
 (87)国際公開番号 WO2018/007723
 (87)国際公開日 平成30年1月11日(2018.1.11)
 審査請求日 令和2年6月1日(2020.6.1)
 (31)優先権主張番号 1656584
 (32)優先日 平成28年7月8日(2016.7.8)
 (33)優先権主張国・地域又は機関 フランス(FR)

(73)特許権者 591036572
 レール・リキード・ソシエテ・アノニム
 ・プール・レテュード・エ・レクスプロ
 ワタシオン・デ・プロセデ・ジョルジュ
 ・クロード
 フランス国、7 5 0 0 7 パリ、カイ・
 ドルセイ 7 5
 (74)代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74)代理人 100103034
 弁理士 野河 信久
 (74)代理人 100153051
 弁理士 河野 直樹
 (74)代理人 100179062
 弁理士 井上 正

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 炉の上流の流体を予熱する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ダクト(11)を介して炉から排出される煙道ガス(10)との熱交換によって前記炉の上流の流体(40)を予熱するための方法であって、

- ・液体または気体の媒体(31)は第1の流量でチャンバ(20)を通過し、
- ・前記ダクト(11)内の前記煙道ガス(10)は、前記チャンバ(20)内の前記媒体(31)を前記ダクト(11)内の前記煙道ガス(10)から分離する第1の壁(21)を通した熱交換によって前記チャンバ(20)内の前記媒体(31)を加熱し、これにより加熱された媒体(32)が得られ、
- ・前記流体(40)は、第2の流量で少なくとも1つの導管(41)を通過し、前記少なくとも1つの導管(41)は、前記少なくとも1つの導管(41)内の前記流体(40)を前記チャンバ(20)内の前記媒体(31)から分離する第2の壁を有し、
- ・前記チャンバ(20)内で加熱された前記媒体(31)は、前記第2の壁を通した熱交換によって前記少なくとも1つの導管(41)内の前記流体(40)を予熱し、これにより予熱された流体(42)が得られ、
- ・前記予熱された流体(42)は前記炉に搬送される、方法において、前記第1の流量が、以下の温度：
 - ・前記ダクト(11)内の前記煙道ガス(10)の温度 T_{fum} 、
 - ・前記加熱された媒体(32)の温度 T_{mil} 、
 - ・前記予熱された流体(42)の温度 T_f 、および

・前記第 1 の壁 (2 1) の温度 T_{pp}
のうちの少なくとも 1 つに応じて調整される
ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記媒体 (3 1) が気体媒体である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記媒体 (3 1) が空気、窒素、 CO_2 または水蒸気であり、好ましくは空気である、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の流量が、前記第 1 の壁 (2 1) の前記温度 T_{pp} が第 1 の所定の最高温度 T_{pmax} 以下に留まるように調整される、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 1 の流量が、前記予熱された流体 (4 2) が所定の最低温度 T_{fmin} 以上の温度 T_f を有するように調整される、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記流体 (4 0) が燃焼用酸化剤または燃料であり、好ましくは 5 0 体積 % ～ 1 0 0 体積 % の酸素含有量を有する酸化剤である、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記予熱された流体 (4 2) が、1 つまたは複数のバーナまで、および／または前記予熱された流体 (4 2) が前記炉に注入される前記炉の注入装置まで搬送される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

予熱されるべき前記流体 (4 0) が 5 0 体積 % ～ 1 0 0 体積 % の酸素含有量を有する酸化剤であり、前記第 1 の流量が、前記予熱された流体 (4 2) の温度 T_{ox} を第 2 の所定の最高温度 T_{oxmax} 未満に維持するように調整される、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

予熱されるべき前記流体 (4 0) が燃料であり、前記第 1 の流量が、前記予熱された流体 (4 2) の温度 T_{comb} を第 3 の所定の最高温度 $T_{combmax}$ 未満に維持するように調整される、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 0】

前記第 1 の流量が、前記チャンバ (2 0) を通る前記媒体 (3 1) の流れを保証するポンプまたは送風機 (3 0) の速度を調整することによって調整される、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記第 1 の流量が、前記チャンバ (2 0) へ前記媒体 (3 1) を搬送するダクト上の制御弁 (3 5) によって調整される、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記第 1 の流量が、前記チャンバ (2 0) から前記加熱された媒体 (3 2) を排出するダクト上の弁によって調整される、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は炉から排出される煙道ガスとの熱交換による炉の上流の流体の予熱に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

A i r L i q u i d e 社は、炉内での酸素燃料燃焼技術を開発し、そして工業化した。その技術によれば、燃焼用酸素、および適切な場合同じく燃料が、炉から排出される煙道ガスとの間接熱交換によって、炉の上流で予熱される。

【0 0 0 3】

10

20

30

40

50

直接熱交換と間接熱交換は区別される。

【0004】

直接熱交換の間、加熱されるべき流体をより高温の流体から分離する壁を通しての熱交換によって、流体はより高温の流体により加熱される。

【0005】

間接熱交換は、中間流体を介した2つの直接交換ステップにおける熱交換を意味するように理解される。

【0006】

したがって、Air Liquide社の既知の酸素燃料燃焼技術において、

・中間流体は、第1ステップにおいて第1の壁を通して煙道ガスと直接熱交換することによって加熱され、

・第2ステップにおいて、第1ステップで加熱された中間流体との第2の壁を通した直接熱交換によって燃焼用酸素が（適切であれば燃料も）予熱される。

【0007】

そのような技術は、特に国際公開第2006/054015号パンフレットにおいて、燃焼炉用の交換器の文脈内で記載されている。

【0008】

この技術の活用は、炉の運転モード中に連続的にかつ頻繁な大幅な修正なく運転する炉であって酸素および／または燃料を所望の温度まで予熱するために十分な量の高温煙道ガスの流れを連続的に発生させる炉の場合にかなりの効率の向上を可能にすることを実証してきた。したがって、そのような炉によって発生される煙道ガスの流量および温度は通常、炉の運転の間、大幅に変わることもなければ突然変わることもない。

【0009】

間接熱交換は、バーナを備えた水ボイラの分野において（欧州特許出願公開第A-0231962号明細書参照）、およびまたボイラの煙道ガスの残留熱の回収用の熱交換器の分野において（CN-U-201680745号明細書参照）、同じく知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、炉の運転中にその流量および／または温度が著しく変化する高温煙道ガスを発生する炉により適している、上述の原理に基づく間接予熱技術を提供することである。

【0011】

これは特に、その燃焼が、したがって高温煙道ガスの発生が炉の2つの活動的な段階の間の炉の停止段階の間に中断され、そして炉の活動的な段階にしたがって変化するバッチ炉の場合である。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この目的のために、本発明は、ダクトを介して炉から排出される煙道ガスとの熱交換によって炉の上流の流体を予熱するための改良された方法を提案する。

【0013】

本方法によれば、液体または気体媒体が第1の流量でチャンバを通過する。この媒体は、高温煙道ガスと予熱されるべき流体との間の伝熱媒体として使用される。

【0014】

ダクト内の煙道ガスは、チャンバ内の中間媒体を排出ダクト内にある煙道ガスから分離する「第1壁」と呼ばれる壁を通した熱交換によってチャンバ内の中間媒体を加熱し、これにより加熱された媒体が得られる。

【0015】

予熱されるべき流体は、第2の流量で少なくとも1つの導管を通過する。「第2の壁」と呼ばれる壁は、少なくとも1つの導管内にある予熱されるべき流体を、チャンバ内の媒体

10

20

30

40

50

から分離する。

【0016】

したがって予熱されるべき流体は単一のそのような導管またはそのような導管の束を通過することができる。予熱されるべき流体がいくつかのそのような導管を通過するとき、第2の流量は予熱されるべき流体の全流量、すなわち様々な導管を通過する予熱されるべき流体の流量の合計に一致する。

【0017】

予熱されるべき流体が通過する少なくとも1つの導管は、例えば、チャンバの内側に配置することができる。この場合、チャンバ内の少なくとも1つの導管の外壁は第2の壁を構成する。

【0018】

チャンバ内にある加熱された媒体は、第2の壁を通した熱交換によって少なくとも1つの導管内の流体を予熱する。かくして予熱された流体が得られ、これは炉に導入するために炉に搬送される。

【0019】

本発明によれば、第1の流量、すなわちチャンバ内の媒体（伝熱流体）の流量は、以下の温度のうちの少なくとも1つに応じて調整される。

- ・ダクト内の煙道ガスの温度、
- ・加熱された媒体の温度、
- ・予熱された流体の温度、および
- ・第1の壁の温度。

【0020】

本発明によれば、第1の流速は前記温度のうちの1つのみに応じて調節することができる。第1の流量を前記温度のいくつかに応じて、例えば以下に応じて調節することも可能であり、一般的に有利である。

- ・ダクト内の煙道ガスの温度および加熱された媒体の温度、
- ・ダクト内の煙道ガスの温度および予熱された流体の温度、
- ・ダクト内の煙道ガスの温度および第1の壁の温度、
- ・加熱された媒体の温度および予熱された流体の温度、
- ・加熱された媒体の温度および第1の壁の温度、
- ・予熱された流体の温度および第1の壁の温度、
- ・ダクト内の煙道ガスの温度、加熱された媒体の温度および予熱された流体の温度、
- ・ダクト内の煙道ガスの温度、加熱された媒体の温度および第1の壁の温度、
- ・ダクト内の煙道ガスの温度、予熱された流体の温度および第1の壁の温度、
- ・加熱された媒体の温度、予熱された流体の温度および第1の壁に応じておよびその温度、
- ・ダクト内の煙道ガスの温度、加熱された媒体の温度、予熱された流体の温度、および第1の壁の温度。

【0021】

したがって、本発明による方法は、チャンバ内の媒体の可変流量を使用する。これにより、熱の回収および流体の予熱を炉の運転に適合させることが可能になる。

【0022】

炉が例えばバッチ炉である場合、本発明は炉の運転ステップまたは状態に応じて熱の回収および流体の予熱を調整することを可能にする。

【0023】

予熱されるべき流体は燃焼用酸化剤、特に50体積%～100体積%の酸素含有量を有するそのような酸化剤、高温で炉に供給されるべき燃料または他の任意の流体であることができる。本発明は、燃焼用酸化剤の予熱に特に有利である。この場合、燃焼用酸化剤は、有利に少なくとも80体積%、好ましくは少なくとも90体積%の酸素含有量を有する。

【0024】

本発明はまた、予熱されるべきいくつかの流体、例えば燃焼用酸化剤および燃料の予熱を

10

20

30

40

50

組み合わせることを可能にし、予熱されるべき各流体は予熱されるべき前記流体専用の少なくとも1つの導管を通過する。

【0025】

チャンバを通過する媒体（伝熱流体）は、例えば空気、窒素、 CO_2 または水蒸気などの気体媒体であることが好ましい。利用可能性および安全性のために、媒体として空気を使用することがしばしば好ましい。

【0026】

チャンバの下流では、周囲温度よりも高い温度を一般になおも有する媒体を他の用途に使用することができる（例えばプラントまたは建物を暖める熱源として、乾燥プラントにおいて、ランキンサイクルでの発電用に、または媒体が酸化剤である場合は燃焼用酸化剤として）。他の可能性は流体をチャンバに再循環させることである。

【0027】

チャンバの上流のダクトへの冷気の注入などの特別な対策がない場合、排出される煙道ガスの温度および流量は炉内で行われる方法によって決定される。

【0028】

少なくとも1つの導管内で予熱されるべき流体の流量は、通常、炉内の方法の要件によっても決定される。

【0029】

加熱された媒体の温度、予熱された流体の温度、および第1の壁の温度は、しかしながら、チャンバ内の媒体の流量（第1の流量）を変えることによって修正することができる。具体的に、（a）ダクト内の煙道ガスの、および（b）予熱されるべき流体の同一の流量および温度において、第1の流量（チャンバ内の媒体の流量）の増加は、煙道ガスを媒体から分離する第1の壁の温度の低下、予熱された媒体の温度の低下、および予熱された流体の温度の低下を引き起こす。同様に、ダクト内の煙道ガスのおよび予熱されるべき流体の同一の流量および温度において、第1の流量の減少は第1の壁の温度の上昇、予熱された媒体の温度の上昇および予熱された流体の温度の上昇をもたらす。

【0030】

予熱された流体によって炉に再循環される煙道ガスによって炉から排出される熱エネルギーの割合は、前記流体の予熱温度 T_f とともに増加する。

【0031】

本発明は、高い安全レベルを保証しながら高い予熱温度 T_f を達成することを可能にする。

【0032】

原則として、第1の流量は、予熱された流体が少なくとも所定の最低温度 T_{fmin} に等しい温度 T_f を有するように調整される。温度 T_f が T_{fmin} を下回ると、加熱された媒体の温度、したがって予熱された流体の温度 T_f も上昇させるように第1の流量が減少される。この最低温度 T_{fmin} は一定であってもよいし、炉内で行われる方法の変化／進行に応じて経時的に変化してもよい（ $T_{fmin}(t)$ ）。 T_{fmin} は典型的に、流体の予熱によりエネルギー効率の特定の改善度を保証するように決定される。

【0033】

第1の実施形態によれば、第1の壁の温度 T_{pp} が第1の所定の最高温度 T_{ppmax} 以下に維持されるように、第1の流量が調整される。この温度 T_{ppmax} は典型的には一定である。 T_{ppmax} は、通常、第1の壁の構成材料の性質に依存する。より具体的には、第1の壁の温度 T_{pp} がこの値 T_{ppmax} を超えると、第1の壁の温度 T_{pp} を下げないように第1の流量が増加される。実際、チャンバの温度、特に第1の壁の温度が、この構造の物理的一体性が損なわれる可能性がある温度に到達しないことを保証することが望ましい。

【0034】

第2の実施形態によれば、第1の流量は、予熱された流体の温度 T_f を第2の所定の最高温度 T_{fmax} 未満に維持するように調整される。

【0035】

予熱された流体の温度 T_f がこの最高温度 T_{fmax} に達すると、予熱された流体の温度 T_f を下げるように第 1 の流量が増加される。この第 2 の最高温度 T_{fmax} もまた典型的には一定である。それは通常、予熱されるべき流体の性質に依存する。

【0036】

したがって、予熱されるべき流体が 50 体積%～100 体積%の酸素含有量を有する酸化剤である場合、予熱された酸化剤の温度 T_{ox} ($=T_f$) を予め決定された最高酸化剤温度 T_{oxmax} 未満に維持するように第 1 の流量を調節することが可能である。これは、少なくとも 1 つの導管／第 2 の壁、ならびに少なくとも 1 つの導管の下流の予熱された酸化剤と接触する要素を、予熱された酸化剤による加速された腐食を、さらには特定の圧力条件下での自己発火を引き起こす可能性がある構造的変形から保護するために特に有用である。 T_{oxmax} は、予熱された酸化剤が中を流れる導管が特に INCONEL などの耐酸化性の高い材料から作られている場合には例えば 550℃であり得、ステンレス鋼など材料がそれほど耐性がない材料の場合には 400℃でさえあり得る。上記のように、予熱されるべき酸化剤は、特に少なくとも 80 体積%、さらには少なくとも 90 体積%の酸素含有量を有することができる。

【0037】

予熱されるべき流体が燃料である場合、予熱された燃料の温度 T_{comb} ($=T_f$) を、燃料の性質に応じて所定の最高燃料温度 $T_{combmax}$ 未満に維持するように第 1 の流量を調節することが可能である。このようにして、例えばクラッキングによる燃料の熱劣化を回避することができる。例えば、天然ガスの場合、 $T_{combmax}$ は約 450℃にして、より高い温度で天然ガスが分解して煤の堆積物が生じる危険性を回避するようにすることができる。

【0038】

第 1 の流量の調整は好ましくは制御ユニットによって自動的に実行される。

【0039】

予熱された流体の温度 T_f が T_{fmin} 以上および／または T_{fmax} (酸化剤の場合は T_{oxmax} 、燃料の場合は $T_{combmax}$ など) 未満となるように第 1 の流量を調節するとき、予熱された流体の温度 T_f を測定すること、および、測定された温度 T_f をそれぞれ所定の温度 T_{fmin} 、 T_{fmax} と比較することによって上述のように第 1 の流量を調整することが有益である。

【0040】

同様に、第 1 の壁の温度 T_{pp} を第 1 の最高温度 T_{ppmax} 未満に維持するように第 1 の流量を調整するとき、第 1 の壁の温度を測定すること、および、測定した温度 T_{pp} を、第 1 の最高温度 T_{ppmax} と比較することによって上述のように第 1 の流量を調整することが可能である。

【0041】

流体はチャンバ内の媒体との熱交換によって予熱されることを考慮すると、チャンバ内の加熱された媒体の温度 T_{mil} を測定すること、および予熱された流体の温度 T_f が、測定された温度 T_{mil} に応じて、少なくとも T_{fmin} であるように、および／または T_{fmax} 未満であるように第 1 の流量を調整することも可能である。例えば、加熱された媒体の測定された温度 T_{mil} が第 3 の所定の最高温度 T_{milmax} を超える場合、加熱された媒体の温度 T_{mil} ひいては予熱された流体の温度 T_f を下げるために第 1 の流量は増加され、および／または、加熱された媒体の測定された温度 T_{mil} が所定の最低温度 T_{milmin} を下回る場合、加熱された媒体の温度 T_{mil} を上昇させかつ予熱された流体の温度 T_f を上昇させるように第 1 の流量が減少される。

【0042】

第 1 の流量を調整するために、第 1 の壁と接触しているダクト内の煙道ガスの温度 T_{fum} を検出することも可能である。

【0043】

具体的には、上述のように、加熱された媒体および予熱された流体の温度は、所与のプラ

10

20

30

40

50

ントに対しては、第1の壁と接触する排出された煙道ガスの温度によって、およびチャンバに導入される伝熱媒体の温度および流量（第1の流量）によって、決定される。

【0044】

したがって、予熱された流体の温度 T_f が少なくとも T_{fmin} であること、および／または T_{fmax} 未満であること、および／または、第1の流量を、第1の壁と接触する排出された煙道ガスの温度 T_{fum} の測定された値に応じて調整することによって、第1の壁の温度 T_{pp} が T_{ppmax} を超えないことを保証することも可能である。

【0045】

例えば、第1の壁と接触する排出された煙道ガスの温度 T_{fum} が第4の所定の最高温度 T_{fummax} を超える場合、第1の流量は、第1の壁の温度 T_{pp} を下げるように、加熱された媒体の温度 T_{misl} を下げるように、および／または予熱された流体の温度 T_f を下げるように増大される。

【0046】

既に示したように、例えば様々な温度を測定することによって、および予め選択された適用される基準のすべてを満たすように様々な温度に応じて第1の流量を調節することによって、上述の様々な実施形態を組み合わせることも可能である。

【0047】

排出された煙道ガスによる第1の壁の過熱の危険性があるとき、前記排出された煙道ガスに周囲空気を注入することによって熱交換器の上流の炉から排出された煙道ガスを冷却することが従来技術から知られている。

【0048】

本発明による方法の一実施形態によれば、炉の排出ダクト内の煙道ガスの温度が測定され、第1の壁と接触する煙道ガスの温度は、排出された煙道ガスをチャンバ内の媒体から分離する第1の壁の上流の煙道ガスに冷却ガスを注入することによって調節される。冷却ガスは、チャンバ内に導入される媒体と同じ供給源に由来するものであってもよい。排出された煙道ガスのそのような冷却は、第1の壁の温度 T_{pp} が確実に所定の温度 T_{ppmax} 未満に維持されることを保証するための代替方法である。

【0049】

既に示したように、第1の流量の調整は好ましくは制御ユニットによって自動的に行われる。第1の流量の調整が1つまたは複数の測定された温度に基づいて行われる場合、測定された温度は前記制御ユニットに提供される。

【0050】

本発明による方法が第1の壁の上流の煙道ガスに冷却ガスを注入することによって排出された煙道ガスを冷却するステップを含む場合、冷却ガスの流量も前記制御ユニットによって有利に調整され、または媒体および冷却ガスが同じ源に由来する場合、チャンバに送られる媒体の流量と煙道ガスに注入される冷却ガスの流量との間の配分さえも有利に調整される。

【0051】

第1の流量および／または冷却ガスの流量は、上記のように温度 T_f および／または温度 T_{pp} を所望の温度範囲内に維持するように有利に調節されるだけでなく、チャンバ内の（特に第1の壁の）熱衝撃を回避するように有利に調節される。

【0052】

チャンバ内の媒体の流量（第1の流量）は、様々な方法で調整することができ、特に、
・チャンバを通る媒体の流れを保証する可変速ポンプまたは送風機を調整することによって、または

・制御弁、例えば媒体をチャンバに搬送するダクト上の制御弁、チャンバから加熱された媒体を排出するダクト上の制御弁、またはチャンバへの媒体の流量を直接的または間接的に決定する別の弁の開放を調整することによって、調整することができる。

【0053】

煙道ガスが排出され、予熱された流体が送られる炉は「連続」炉であることができる。上記のように、本発明は特に、その流量および／または温度が炉の運転の間に著しく変動する高温の煙道ガスを発生する炉／方法での使用が意図される。連続炉の場合、これらの変動は炉内で実施される方法に固有のものであり得、製造（流量、処理または生成される生成物の特性）の変化に関連し得、および／またはプラントの磨耗、付着物等などの漸進的現象の結果であり得る。

【００５４】

炉は例えば以下のようなバッチ炉であってもよい。

- ・ 鑄鉄を溶融するための回転炉、
- ・ 非鉄金属の溶融およびリサイクルのための回転炉、
- ・ 非鉄金属の溶融およびリサイクルのための傾斜炉、
- ・ エナメルを溶融させるための回転または傾斜炉、
- ・ 電気アーク炉（EAF）型の金属の溶融およびリサイクルのための炉。

【００５５】

本発明による方法およびその利点を以下で図１および２を参照して例の中でより詳細に記載する。

【図面の簡単な説明】

【００５６】

【図１】本発明による方法およびそれを実行するための（断面における）プラントの部分概略図である。

【図２】本発明による方法およびそれを実行するための（断面における）プラントの部分概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００５７】

図１に示す例によれば、炉（図示せず）内で発生した高温の煙道ガス１０は、炉からダクト１１を通して排出される。

【００５８】

チャンバ２０は煙道ガス排出ダクト１１を取り囲む。

【００５９】

可変速周囲空気送風機３０が、ダクト１１内の煙道ガス１０の流れと並流である空気流をチャンバ２０内に生成するように、チャンバ２０内に周囲空気３１の調整された流量を導入する。

【００６０】

第１の壁２１は、この第１の壁２１を介したダクト１１内の煙道ガス１０とチャンバ２０内の空気との間の熱交換を可能にするように、ダクト１１内の煙道ガス１０をチャンバ２０内の空気から物理的に分離する。したがって、チャンバ２０内の空気は、煙道ガスによって炉から排出された熱の一部を吸収する。したがって加熱された空気がチャンバ２０内で得られる。

【００６１】

予熱されるべき流体４０が、チャンバ２０を通過する導管４１の束に導入される。前記導管４１の外壁（第２の壁と呼ばれる）は、導管４１内の流体をチャンバ２０内の媒体（空気）から物理的に分離する。この第２の壁は、予熱された流体４２を得るために、空気と予熱されるべき流体との間の熱交換面として機能する。したがって、チャンバ２０内の空気は、ダクト１１内の高温煙道ガス１０と導管４１内の予熱されるべき流体との間の伝熱流体として作用する。

【００６２】

次いで、予熱された流体４２は、導管４１の束から排出され、炉まで運ばれる。

【００６３】

予熱された流体４２が燃焼用酸化剤または燃料である場合、予熱された酸化剤または燃料は典型的に、炉の１つまたは複数のバーナまで、および／または予熱された流体が炉に注

10

20

30

40

50

入される注入装置まで運ばれる。

【0064】

流体の予熱後、空気32は、典型的に下流プラント内の熱源としてまたは燃料酸化剤として使用されるために、チャンバ20から排出される。

【0065】

上述のように、場合によっては、第1の壁21と接触している高温煙道ガス10の温度が非常に高いので、第1の壁21の過熱が生じる可能性があり、そのような過熱を防ぐための対策を講じなければならない（具体的には冷却ガスの高温煙道ガス10への注入および／または第1の流量の上昇）。

【0066】

他の場合には、高温煙道ガス10内に存在し、予熱されるべき流体を予熱するために利用可能な熱エネルギーは、その流体を炉の上流側で最適温度まで予熱するのに十分ではない。チャンバ20から排出された加熱空気32はその後、高温煙道ガス10中のCOおよび／または他の未燃材料および／または部分燃焼生成物の燃焼（後燃焼と呼ばれる）を生じさせるために、チャンバ20において高温煙道ガス10に注入されてもよい。そのような後燃焼によりチャンバ20において煙道ガス10の温度が上昇し、したがって流体40（例えば酸素または天然ガス）をより高い温度まで加熱することができる。

【0067】

図1に示す例において、予熱されるべき流体は、チャンバ20内の空気と向流で導管41内を流れる少なくとも97体積%の酸素含有量を有する燃焼用酸化剤（燃料酸化剤）である。

【0068】

第1の温度検出器（熱電対）50が、チャンバ20のすぐ上流でダクト11内の高温煙道ガス10の温度 T_{fum} を検出する。

【0069】

第2の検出器51が、チャンバ20の加熱空気出口付近で加熱空気の温度 T_{mil} を検出する。示される実施形態では、第2の検出器51は、この位置で加熱空気と接触するチャンバ20の壁の温度 T_g をより具体的に検出する。したがって温度 T_g はこの加熱空気の温度 T_{mil} の測定値である。

【0070】

第3の検出器52は、導管41の束の出口で予熱された流体の温度 T_f を検出する。

【0071】

3つの検出器50、51および52のそれぞれは制御ユニット60に接続される。制御ユニット60は、送風機30の速度を、ひいてはチャンバ20に供給される周囲空気31の流量も調整する。

【0072】

ユニット60のソフトウェアは、第1の検出器50によって検出された高温煙道ガス10の温度と周囲空気の既知の流量および温度とに基づいて第1の壁の温度を少なくともおおよそ計算する。次に、制御ユニット60は、送風機30によって生成された周囲空気の流量が、第1の壁21の温度 T_{pp} が所定の最高温度 T_{ppmax} を超えないようなものかどうかを（計算された値を値 T_{ppmax} と比較することによって）調べる。実際の周囲空気流量（第1の流量）が第1の壁21の必要な冷却を実現するのに十分ではなく、その結果第1の壁21の過熱の危険がある場合、制御ユニットは送風機30の速度を、かくしてチャンバ20への周囲空気31の流量も上昇させる。

【0073】

制御ユニット60はまた、第3の検出器52によって検出された予熱された流体の温度 T_f （より具体的には示される実施形態では T_{ox} ）を所定の最大値 T_{fmax} （より具体的には T_{oxmax} ）と比較する。検出された温度 T_f が最大値 T_{fmax} に達すると、制御ユニット60は送風機30の速度を、ひいては周囲空気31のチャンバ20への流量も上昇させ、これは最終的に予熱された流体の温度 T_f の低下をもたらす。

10

20

30

40

50

【0074】

制御ユニット60はまた、検出器52によって検出された温度 T_f を予熱された流体の最低温度 T_{fmin} と比較する。この最低温度は炉内で行われる方法の要件に応じて経時的に変化し得る。検出された温度 T_f が最低温度 T_{fmin} よりも低い場合、制御ユニットは、導管41の束の出口でより高い流体の予熱温度 T_f を達成するために、送風機30の速度、ひいてはチャンバ20への周囲空気31の流量も減少させる。しかしながら、最高温度 T_{ppmax} および T_{fmax} に関する設定値が安全上の理由から優先される。したがって、制御ユニット60は、送風機30の速度を、温度 T_{pp} が所定の最高温度 T_{ppmax} を超え得る速度より上に、および温度 T_f が温度 T_{fmax} に達するかまたはそれを超え得る速度より上に、常に維持する。

10

【0075】

第2の検出器51により検出された温度 T_g に基づいて、制御ユニットは、チャンバ20および2つの検出器50および52の正確な動作を検証する。このため、制御ユニット60は、第2の検出器51によって検出されたチャンバの温度 T_g が、高温煙道ガスの検出された温度 T_{fum} 、送風機30の速度および既知の周囲空気の温度、予熱されるべき流体の流速、および導管41の出口における予熱された流体の検出された温度 T_f から見て理論的／数学的に予想された温度に実質的に対応するかどうかを検証する。検出された温度 T_g がこの理論的／数学的温度と著しく異なるとき、制御ユニット60は警告信号を発する。実際、検出された温度 T_g と理論的／数学的温度との間の著しい差は、検出器50および52のうちの1つの故障、またはチャンバ20内または導管41内の漏れを意味し得る。

20

【0076】

チャンバ20の耐漏れ性もまた、チャンバ20内のまたはチャンバ20の下流の媒体の圧力を検出する圧力検出器（図示せず）によって検証／監視可能である。制御ユニット60は、検出された圧力を、チャンバ20の入口の媒体60の圧力および流量から見て予想される媒体の理論的／数学的圧力と比較する。検出された圧力が理論的／数学的圧力と著しく異なるとき、制御ユニット60は警告信号を発する。

【0077】

検出器51はまた、チャンバ20、導管41、および第1の壁21内の熱衝撃を回避するためにも用いられる。このような熱衝撃は前記構造を弱める可能性があることが知られているからである。したがって、一実施形態によれば、制御ユニット60は、(a)加熱された媒体の温度 T_{mil} の勾配（変化率） $\Delta T_{mil} / \Delta t$ （またはこの加熱された媒体と接触しているチャンバ20の部分の温度 T_g の勾配 $\Delta T_g / \Delta t$ ）を検証し、(b)特に送風機30の速度の勾配、それ故にしたがって第1の流量の勾配を制限することによって、この勾配 $\Delta T_{mil} / \Delta t$ （または $\Delta T_g / \Delta t$ ）を所定の閾値 $\Delta T / \Delta t$ より低く維持するように第1の流量の変動を調整する。

30

【0078】

チャンバ20の入口における媒体（この例では周囲空気）の温度は時間とともに著しく変化する可能性があるので、チャンバ20の入口における媒体31の温度を検出する、制御ユニット60に同じく連結された追加の温度検出器（図示せず）を設けることは有用である。実際には、上で既に示したように、チャンバ20の入口における媒体31の温度も同じく、第1の壁の温度 T_{pp} 、加熱された媒体の温度 T_{mil} および予熱された流体の温度 T_f に影響を与える。媒体31がチャンバ20の入口で著しく変動し得る温度を有する場合（例えばそれが周囲温度の関数として変動するか、または媒体が閉回路を循環するとき）、チャンバ20の入口における媒体31の温度の著しい変動はいずれも、上に開示したような基準を満たすように（例えば送風機30の速度を調整することによって）媒体31がチャンバ20に供給されなければならない流量（第1の流量）を決定するために、制御ユニット60によって考慮されなければならない。他方、チャンバ20の入口での媒体31の温度の著しい変動がない場合には、第1の流量を調整する必要はない。

40

【0079】

50

したがって、閾値 ΔT_s （例えば約 10°C ）を設定することは有用である。これより下では、チャンバ 20 の入口での媒体 31 の温度の変動は重要ではないと考えられ、これから（ $\geq \Delta T_s$ ）温度変動はこの段落の意味の範囲内で重要であると見なされる。

【0080】

図 2 に示す 1 つの代替実施形態によれば、送風機 30 は定速空気送風機であり、したがって周囲空気の一定の全体的な流量を生成する。

【0081】

図 2 の実施形態によれば、第 1 の壁 21 は、チャンバ 20 の上流の高温煙道ガス 10 の温度を下げることによって過度の温度（ T_{ppmax} を超える）から保護される。この目的のために、温度検出器 50 はチャンバ 20 の上流のダクト 11 内の高温煙道ガス 10 の温度 T_{fum} を感知する。検出器 50 によって検出された高温煙道ガスの温度 T_{fum} が、最高温度 T_{ppmax} を超える第 1 の壁 21 の温度 T_{pp} をもたらし得るようなものであるとき、チャンバ 20 に導入される媒体の流量（および温度）を考慮して、制御ユニットは、チャンバ 20 の上流の前記高温煙道ガス 10 の冷却を命令する。検出器 50 によって検出された高温煙道ガスの温度が第 1 の壁 21 の温度 T_{pp} が最高温度 T_{ppmax} を超えないようなものであるとき、制御ユニット 60 は、チャンバ 20 の上流の高温煙道ガス 10 のそのような冷却を停止するように命令する。制御ユニット 60 は、より詳細には、例えば冷却ガス 33 をダクト 11 に搬送するダクト上の弁 34 の開度を調整することによって、これらの高温煙道ガス 10 内への冷却ガス 33 の制御された流量での注入を調整することによって、チャンバ 20 の上流での高温煙道ガス 10 の冷却を命令し得る。

【0082】

図 2 に示す実施形態では、冷却ガス 33 は送風機 30 によって供給される周囲空気の一部である。調節可能な開放弁 34 が送風機 30 の空気出口のバイパスに取り付けられ、このバイパスは温度 T_{fum} の調整のためにチャンバ 20 の上流の排気管 11 に周囲空気 33 を送る。

【0083】

第 1 の流量（チャンバ 20 内に導入される周囲空気 31 の流量）は、送風機 30 の空気出口の第 2 の分岐管上の弁 35 によって制御ユニット 60 によって調整される。図 1 に関して詳細に記載したように、制御ユニット 60 は、チャンバ 20 内の媒体（空気）31 との熱交換によって予熱された流体 42 の適切な温度 T_f に達するように、この第 1 の空気流量を調整する。

【0084】

送風機 30 の空気出口のもう 1 つの分岐管は、送風機 30 によって生成された周囲空気の流量の残りをチャンバ 20 の下流のダクト 11 に送る。

【0085】

周囲空気のこの最後の部分は、チャンバ 20 の下流の煙道ガス 10 を、例えば前記煙道ガスをダストフィルタ（図示せず）の上流で約 170°C の温度まで冷却するために使用される。

【0086】

2 つの図において、媒体はダクト 11 内の煙道ガス 10 と並流式にチャンバ 20 を通過するが、媒体はダクト 11 内の煙道ガス 10 と向流式にチャンバ 20 を通過することもできる。

【0087】

同様に、2 つの図において、加熱されるべき流体は、チャンバ内の媒体と向流式に導管 41 の束の中を流れるが、予熱されるべき流体は、チャンバ 20 内の媒体と並流式に流れることもできる。

【0088】

T_f 予熱される流体の温度

T_{fmin} 流体の予め決定された最低予熱温度

T_{fmax} 流体の予め決定された最高予熱温度

T_{ox} 予熱される酸化剤の温度
 T_{oxmax} 酸化剤の予め決定された最高予熱温度
 T_{comb} 予熱される燃料の温度
 $T_{combmax}$ 燃料の予め決定された最高予熱温度
 T_{pp} 第1の壁の温度
 T_{ppmax} 第1の壁の予め決定された最高温度
 T_{mil} チャンバ内の加熱される媒体の温度
 T_{milmin} チャンバ内の加熱される媒体の予め決定された最低温度
 T_{milmax} チャンバ内の加熱される媒体の予め決定された最高温度
 T_{fum} 炉から排出される煙道ガスの温度
 T_{fummax} 炉から排出される煙道ガスの予め決定された最高温度
 T_g 加熱された媒体と接触するチャンバの壁の温度

以下に、出願当初の特許請求の範囲に記載の事項を、そのまま、付記しておく。

〔1〕ダクト(11)を介して炉から排出される煙道ガス(10)との熱交換によって前記炉の上流の流体(40)を予熱するための方法であって、

- ・液体または気体の媒体(31)は第1の流量でチャンバ(20)を通過し、
- ・前記ダクト(11)内の前記煙道ガス(10)は、前記チャンバ(20)内の前記媒体(31)を前記ダクト(11)内の前記煙道ガス(10)から分離する第1の壁(21)を通した熱交換によって前記チャンバ(20)内の前記媒体(31)を加熱し、これにより加熱された媒体(32)が得られ、
- ・前記流体(40)は、第2の流量で少なくとも1つの導管(41)を通過し、前記少なくとも1つの導管(41)は、前記少なくとも1つの導管(41)内の前記流体(40)を前記チャンバ(20)内の前記媒体(31)から分離する第2の壁を有し、
- ・前記チャンバ(20)内で加熱された前記媒体(31)は、前記第2の壁を通した熱交換によって前記少なくとも1つの導管(41)内の前記流体(40)を予熱し、これにより予熱された流体(42)が得られ、
- ・前記予熱された流体(42)は前記炉に搬送される、方法において、前記第1の流量が、以下の温度：
 - ・前記ダクト(11)内の前記煙道ガス(10)の温度 T_{fum} 、
 - ・前記加熱された媒体(32)の温度 T_{mil} 、
 - ・前記予熱された流体(42)の温度 T_f 、および
 - ・前記第1の壁(21)の温度 T_{pp}
 のうちの少なくとも1つに応じて調整されることを特徴とする方法。

〔2〕前記媒体(31)が気体媒体である、〔1〕に記載の方法。

〔3〕前記媒体(31)が空気、窒素、 CO_2 または水蒸気であり、好ましくは空気である、〔2〕に記載の方法。

〔4〕前記第1の流量が、前記第1の壁(21)の前記温度 T_{pp} が第1の所定の最高温度 T_{ppmax} 以下に留まるように調整される、〔1〕～〔3〕のいずれか一項に記載の方法。

〔5〕前記第1の流量が、前記予熱された流体(42)が所定の最低温度 T_{fmin} に少なくとも等しい温度 T_f を有するように調整される、〔1〕～〔4〕のいずれか一項に記載の方法。

〔6〕前記流体(40)が燃焼用酸化剤または燃料であり、好ましくは50体積%～100体積%の酸素含有量を有する酸化剤である、〔1〕～〔5〕のいずれか一項に記載の方法。

〔7〕前記予熱された流体(42)が、1つまたは複数のバーナまで、および／または前記予熱された流体(42)が前記炉に注入される前記炉の注入装置まで搬送される、〔6〕に記載の方法。

〔8〕予熱されるべき前記流体(40)が50体積%～100体積%の酸素含有量を有

10

20

30

40

50

する酸化剤であり、前記第１の流量が、前記予熱された流体（４２）の温度 T_{ox} を第２の所定の最高温度 T_{oxmax} 未満に維持するように調整される、〔１〕～〔７〕のいずれか一項に記載の方法。

〔９〕 予熱されるべき前記流体（４０）が燃料であり、前記第１の流量が、前記予熱された流体（４２）の温度 T_{comb} を第３の所定の最高温度 $T_{combmax}$ 未満に維持するように調整される、〔１〕～〔７〕のいずれか一項に記載の方法。

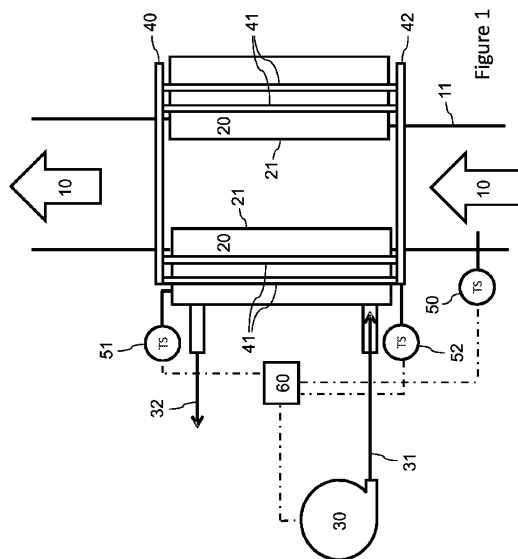
〔１０〕 前記第１の流量が、前記チャンバ（２０）を通る前記媒体（３１）の流れを保証するポンプまたは送風機（３０）の速度を調整することによって調整される、〔１〕～〔９〕のいずれか一項に記載の方法。

〔１１〕 前記第１の流量が、前記チャンバ（２０）へ前記媒体（３１）を搬送するダクト上の制御弁（３５）によって調整される、〔１〕～〔９〕のいずれか一項に記載の方法。

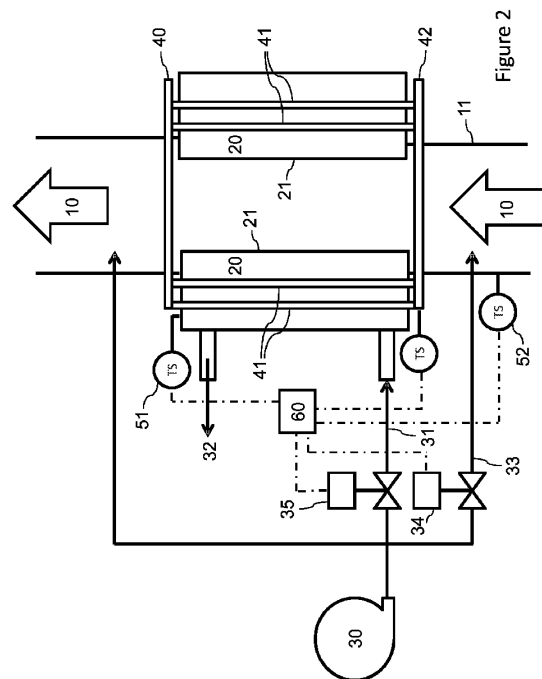
〔１２〕 前記第１の流量が、前記チャンバ（２０）から前記加熱された媒体（３２）を排出するダクト上の弁によって調整される、〔１〕～〔９〕のいずれか一項に記載の方法。

【図面】

【図１】



【図２】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100199565
弁理士 飯野 茂

(74)代理人 100162570
弁理士 金子 早苗

(72)発明者 ルーク・ジャリー
フランス共和国 ボーフェ 6 1 2 7 0 リュ・デ・オベット 1 0 ル・ブール

(72)発明者 ピーター・ヴァンカンペン
アメリカ合衆国 ジョージア州 3 0 1 1 5 カントン ウォルデン・クロッシング・ドライブ 4 3 0 3

審査官 古川 峻弘

(56)参考文献 特表 2 0 0 8 - 5 2 0 9 5 4 (J P , A)
特開昭 6 0 - 0 5 3 7 8 1 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
F 2 3 L 1 5 / 0 0
F 2 3 K 5 / 0 0