

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-232967  
(P2004-232967A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F25J 3/04  
B01D 53/04

F I

F25J 3/04 101  
F25J 3/04 103  
B01D 53/04 G

テーマコード(参考)

4D012  
4D047

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-22508 (P2003-22508)  
(22) 出願日 平成15年1月30日(2003.1.30)

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(74) 代理人 100068504  
弁理士 小川 勝男  
(74) 代理人 100086656  
弁理士 田中 恭助  
(74) 代理人 100094352  
弁理士 佐々木 孝  
(72) 発明者 吉田 純  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸事業所内  
(72) 発明者 狩野 太郎  
山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸事業所内

最終頁に続く

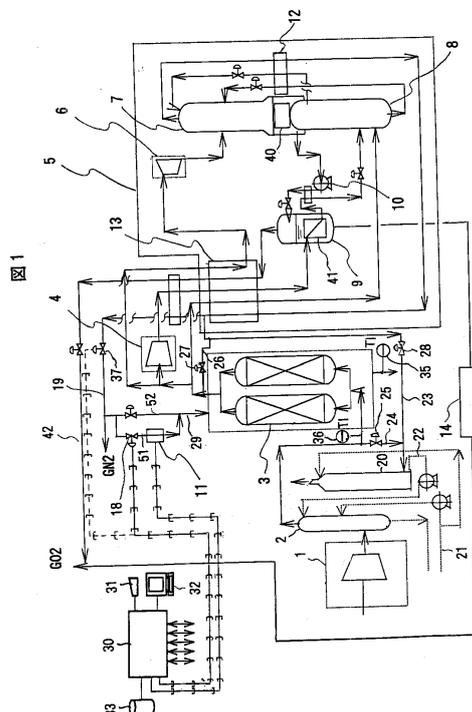
(54) 【発明の名称】 深冷空気分離装置

(57) 【要約】

【課題】最適な再生ガス条件に自動制御できるようにした吸着塔を含む前処理装置を備えた深冷空気分離装置の制御方法及びその装置を提供することにある。

【解決手段】TSA方式の前処理装置付きの深冷空気分離装置であって、吸着塔3の再生ガス出口温度のピーク値 $T_p$ 及び最終値 $T_e$ をモニタし、適正範囲からはずれた場合は、自動で再生条件を修正制御する機能を有するDCS制御計算機30を備えたことを特徴とする。また、前記DCS制御計算機30において、さらに、吸着塔3への入口の空気温度( $T_i$ )からそれに続く再生条件の最適値を自動で関数発生させて再生ガス出口温度を予測演算し、それを是正する制御を自動的に行う機能を有することを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

原料空気圧縮機にて大気から圧縮され、T S A方式の吸着塔を含む前処理装置において前処理された空気を原料とし、該原料の空気からコールドボックスにおいて深冷分離法にて主に窒素又は酸素を分離連続生産する深冷空気分離装置であって、前記T S A方式の吸着塔への再生サイクルにおいて前記吸着塔への再生条件が適正であるか否かを自己判断し、該自己判断された結果適正でない場合には自動でその後の前記吸着塔への再生条件を制御して是正する機能を有するD C S制御計算機を備えたことを特徴とする深冷空気分離装置。

## 【請求項 2】

前記D C S制御計算機において、前記吸着塔への再生条件が適正であるか否かの自己判断を、前記吸着塔の再生ガス出口温度または前記吸着塔の入口空気温度の挙動変化の監視の基に行うことを特徴とする請求項 1記載の深冷空気分離装置。

## 【請求項 3】

前記D C S制御計算機において、前記吸着塔への再生条件の制御として、前記吸着塔へ導入する再生ガス温度または再生ガス量の制御であることを特徴とする請求項 1記載の深冷空気分離装置。

## 【請求項 4】

原料空気圧縮機にて大気から圧縮され、T S A方式の吸着塔を含む前処理装置において前処理された空気を原料とし、該原料の空気からコールドボックスにおいて深冷分離法にて主に窒素又は酸素を分離連続生産する深冷空気分離装置であって、前記T S A方式の吸着塔の再生ガス出口温度または前記吸着塔の入口空気温度の挙動変化を監視し、前記吸着塔への再生サイクルにおいて前記監視された前記再生ガス出口温度または前記入口空気温度の挙動変化が適正範囲にあるか否かを自己判断し、該自己判断された結果前記再生ガス出口温度または前記入口空気温度の挙動変化が適正範囲からはずれた場合には自動でその後の前記吸着塔へ導入する再生ガス温度または再生ガス量を制御して是正する機能を有するD C S制御計算機を備えたことを特徴とする深冷空気分離装置。

## 【請求項 5】

前記D C S制御計算機において、さらに、前記吸着塔において異常兆候が表れたときに、このまま持続した場合の運転可能日数を内部関数で発生させて通知する機能を有することを特徴とした請求項 1または 4記載の深冷空気分離装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、T S A方式の吸着塔を含む前処理装置と該前処理装置等を制御するD C S制御計算機とを備えた酸素プラントや窒素発生装置等の深冷空気分離装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

原料空気圧縮機で所定の圧力まで圧縮され、前冷却装置で冷却された後、吸着塔等で水分除去、C O<sub>2</sub>除去等を行い、前処理した原料空気を原料とし、深冷分離にて酸素や窒素等の製品ガスまたは液体を精留により連続生産するプラントにおいては、プラント各所の圧力、流量、温度、液面、純度制御等はD C S (D i s t r i b u t e d C o n t r o l S y s t e m) 制御にて統合され、全体を安定運転させる制御系が構築されているのが一般的である。

## 【0003】

これらの制御システムは、プラント各所のプロセスデータをD C Sへ取込み、各々のマイナーループ制御にてそれぞれの所定のプロセス値に制御すると同時に、それぞれのループ制御を組み合わせたカスケード動作を行わせることにより、プラント全体の自動起動、定常運転、操業変更、自動停止等の工程制御もこなすシステムとなっている。

## 【0004】

10

20

30

40

50

この、システムにおいて、前処理装置と言われる代表的な機器である吸着塔には、吸着剤の再生方法に、温度差を主に利用したTSA(Thermal Swing Adsorption)方式と、主に圧力差を利用したPSA(Pressure Swing Adsorption)方式に大別されるが、比較的大容量の原料空気を処理するには、TSA方式が採用されるのが一般的である。

【0005】

TSA方式の典型的な例は、2塔切替式があり、一定周期で、吸着運転を行った後、塔を切り替えて、「脱圧」再生ガスにより「加熱」、「再生」、「冷却」、「加圧」を行い、再び吸着運転を行うサイクルを構成する。

【0006】

再生工程は吸着剤を所定の温度以上に加温するが、これには外部加熱源にて加熱された再生ガス(一般的には保冷槽からの廃ガス、または吸着塔にて処理された後の原料空気)を一定時間吸着塔内に導入し、吸着運転時に吸着した水分やCO<sub>2</sub>を脱着する。その後の残された時間で、常温(加熱しない)再生ガスを吸着塔に導入し、再生加熱された吸着剤の冷却を行う。

【0007】

一方、吸着剤の再生確認の一つの目安として、加熱再生工程における再生ガスの吸着塔出口温度のピーク到達温度が所定の温度まで上昇したか、否かを人間が確認して判断し、もし、ピーク到達温度が所定の温度まで上昇していない場合には、正常なレベルまで回復させるべく、吸着負荷を減らすか、再生条件を手動で調整がなされていた。

【0008】

また、吸着器を有する深冷空気分離装置の従来技術としては、特開平9-133461号公報及び特開2002-318069号公報において知られている。

【0009】

【特許文献1】

特開平9-133461号公報

【特許文献2】

特開2002-318069号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

上記のごとく、TSA吸着塔の再生加熱状況を最適に調整するのは、各設定値(再生ガス温度、再生ガス流量)を手動で変更し、数サイクル回してみて、再生ガス出口ピーク温度の適正確認、且つ、再生サイクル完了時の冷却温度の適正確認を行い、人間の判断で、再調整を行っている。一般に切替のサイクルは4時間程度であり、少なくとも8~16時間経たないと結果が出ず、その毎に調整オペレータが拘束されるという課題を有していた。

【0011】

また、プラントの試運転時に最適に調整しても、年間の季節差による環境の変化(外気温度、外気湿度)、または原料空気圧縮機の運転圧力の変化等の外的要因により、吸着塔入口条件(水分負荷度合い)は、刻々変動している。この年間の条件差を見越した人間判断による初期調整だけでは、どうしても年間を通じての最適な条件にはならないという課題を有していた。

【0012】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、最適な再生ガス条件に自動制御できるようにした吸着塔を含む前処理装置を備えた深冷空気分離装置の制御方法及びその装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、TSA方式の前処理装置付きの深冷空気分離装置であって、吸着塔の各サイクル毎の判断データを監視、比較、内部演算して、自動的に再生条件の自動修正(再生ガス量または再生ガス温度の自動修正)機能を有するDCS制御

10

20

30

40

50

計算機を備えたことを特徴とする。

【0014】

即ち、本発明は、T S A方式の前処理装置付きの深冷空気分離装置であって、T S A方式の吸着塔への再生サイクルにおいて前記吸着塔への再生条件が適正であるか否かを自己判断し、該自己判断された結果適正でない場合には自動でその後の前記吸着塔への再生条件を制御して是正する機能を有するD C S制御計算機を備えたことを特徴とする。

【0015】

また、本発明は、前記深冷空気分離装置のD C S制御計算機において、前記吸着塔への再生条件が適正であるか否かの自己判断を、前記吸着塔の再生ガス出口温度または前記吸着塔の入口空気温度の挙動変化の監視の基に行うことを特徴とする。

10

【0016】

また、本発明は、T S A方式の前処理装置付きの深冷空気分離装置であって、吸着塔負荷条件の悪化、および、再生ガス条件の悪化が生じた場合には、D C S制御計算機の内部で、再生サイクルの再生ガス出口ピーク温度および終了温度を予測計算して、その後の再生サイクルでの再生ガス量と再生ガス温度の設定値をフォワード制御する機能を持たせることを特徴とする。

【0017】

即ち、本発明は、T S A方式の前処理装置付きの深冷空気分離装置であって、T S A方式の吸着塔の再生ガス出口温度または前記吸着塔の入口空気温度の挙動変化を監視し、前記吸着塔への再生サイクルにおいて前記監視された前記再生ガス出口温度または前記入口空気温度の挙動変化が適正範囲にあるか否かを自己判断し、該自己判断された結果前記再生ガス出口温度または前記入口空気温度の挙動変化が適正範囲からはずれた場合には自動でその後の前記吸着塔へ導入する再生ガス温度または再生ガス量を制御して是正する機能を有するD C S制御計算機を備えたことを特徴とする。

20

【0018】

また、本発明は、前記D C S制御計算機において、さらに、前記吸着塔において異常兆候が表れたときに、このまま持続した場合の運転可能日数を内部関数で発生させて通知する機能を有することを特徴する。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図1乃至図6を用いて説明する。

30

【0020】

本発明に係る最も簡単な実施の形態として、原料空気から酸素ガスと窒素ガスを分離する深冷空気分離装置の構成例を図1に示す。図1の空気分離プロセスは内部昇圧式と呼ばれる実施の形態であるが、本発明の主眼(特徴)とするところは吸着塔3廻りの前処理装置にあるので、吸着塔3以降のプロセスはこの図1に示す実施の形態に限定されるものでない。

【0021】

まず、本発明に係る深冷空気分離装置の基本的な実施の形態について図1を用いて説明する。即ち、本発明は、原料空気圧縮機1にて大気から圧縮され、吸着塔3等にて前処理された空気を原料とし、深冷分離法にて原料の空気から窒素や酸素等を分離し連続生産するコールドボックス(保冷槽)5を有し、例えば製品となる酸素を液体の状態で液体酸素ポンプ10等を利用して製品圧力まで昇圧する部分を有する深冷空気分離装置に関するものである。

40

【0022】

まず、大気中の空気を吸入し、所定の圧力まで、原料空気圧縮機1で昇圧する。空気の分離は低温状態に保たれた保冷槽5の内部で行われるが、操作温度が-170 ~ -180となり、常温からこの温度に至る間に凝縮・固化する水分やCO<sub>2</sub>成分等を除去する目的で、吸着塔3が設けられている。

【0023】

50

原料空気圧縮機 1 で圧縮された空気は、約 90 ~ 100 の温度で最終段吐出から出てくるが、吸着塔 3 での運転温度まで冷却するために、チラー水 22 と冷却水 21 と直接接触して熱交換を行う水洗冷却塔 2 で冷却され、原料空気は約 15 以下に降下する。

#### 【0024】

水洗冷却塔 2 には、寒冷源として、クリーニングタワー等で冷却された冷却水 21 と、蒸発冷却塔 20 で更に温度降下したチラー水 22 が供給される。通常、水洗冷却塔 2 の頂部へチラー水 22 が、中間部へ冷却水 21 が供給される。蒸発冷却塔 20 では、頂部には冷却水 21 が供給され、底部から乾燥した窒素ガスを蒸発冷却塔用ガスライン 23 を介して供給することにより、底部へ流下した冷却水の温度は低下し、チラー水 22 として、上記水洗冷却塔 2 の頂部へ供給される。但し、プラントの起動過程においては、保冷槽 5 からの戻りガス（窒素ガス）が蒸発冷却塔用ガスライン 23 を介して十分に確保されないため、蒸発冷却塔起動用ガスとして、水洗冷却塔 2 の出口の原料空気を制御バイパス弁 25 を介してバイパスさせて一時的に使用する。これを「蒸発冷却塔起動バイパス」24 と称する。

10

#### 【0025】

そして、ATS方式の吸着塔 3 にて、原料空気中の水分やCO<sub>2</sub>等の後段の深冷分離プロセスにとって障害となる成分を吸着除去する。吸着塔 3 は通常複数塔の切替式になっており、一定周期毎に吸着サイクル（例えば 15 分程度の吸着運転）と再生サイクル（例えば 30 分程度の再生運転）を繰り返して運転される。吸着塔 3 の再生には、乾燥した、保冷槽 5 からの戻り窒素ガスを窒素ガスライン 19 を介して再生ガス加熱（電気または蒸気過熱、もしくはそれらの組み合わせ）等の外部加熱源 11 にて加熱したものが導入される。この加熱再生工程の再生ガス温度は、使われる剤の種類や量により、150 ~ 250 程度が選択される。また上記再生ガスの外部加熱源 11 としては、電気ヒータや蒸気ヒータ、または両者の組み合わせで行われる。

20

#### 【0026】

但し、プラントの起動過程においては、保冷槽 5 からの戻りのガスが窒素ガスライン 19 を介して十分に確保されないため、吸着塔 3 の再生ガス 29 として、吸着塔 3 の出口の原料空気を制御バイパス弁 27 を介して窒素ガスライン 19 にバイパスさせ、該ガスライン 19 から再生ガスライン 29 に供給して一時的に使用する。これを「吸着塔起動バイパス」26 と称する。なお、蒸発冷却塔用ガスライン 23 に設けた制御弁 28 によって、それぞれのラインの圧力が適正になるよう調整される。

30

#### 【0027】

吸着塔 3 を出た原料空気は、製品のガスに製品分離される保冷槽 5 へ供給される。原料空気は、保冷槽 5 内の空気熱交換器 13 にて液化点近傍まで冷却され、精留塔 8 へ供給され、一部は寒冷発生用の膨張タービン 8 への空気として抽気される。

#### 【0028】

例えば内部昇圧式の中圧酸素ガスを取り出すプラントにおいては、製品酸素を深冷状態で精留分離する精留塔は、下塔（中圧塔）8 と上塔（低圧塔）7 から構成され、両者は主凝縮器 40 にて互いに熱交換を行う。この主凝縮器 40 には下塔 8 の上部から窒素ガスが供給され、液化された窒素は下塔 8 の上部に戻される。即ち、精留塔は、送り込まれた原料空気を窒素ガスと酸素分に富んだ液体空気に精留分離する下塔 8 と、下塔 8 の底部より拔出された液体空気及び下塔 8 から拔出された液体不純窒素を過冷却する過冷却器 12 と、タービンコンプレッサにより昇圧されるか或いはそのままの圧力で、同じく熱交換器 13 により温度降下し、必要寒冷を発生する膨張タービン 6 にて大気圧近くまで膨張して原料空気として流入し、上記過冷却器 12 で過冷却されて送られてきた液体空気及び液体不純窒素を精留して底部から液体酸素を取り出す上塔 7 とを備えて構成される。なお、上塔 7 の頂部から得られる窒素ガスは、過冷却器 12 において、寒冷の一部を下塔 8 からの液体空気及び液体不純窒素に渡して過冷却することになる。そして、これら上塔 7 と下塔 8 の圧力関係は、主凝縮器 40 の温度差で決まる飽和温度に相当する圧力にて運転される。

40

#### 【0029】

50

また、精留塔では、原料の深冷空気（蒸気）を上昇させ、上部の窒素凝縮器 7 から流下する液体と直接接触させて精留することにより、高純度の製品窒素ガスおよび製品液体窒素を低温状態で塔頂部から抽出する。なお、全体の寒冷をバランスさせるために膨張タービン 6 が設けられている。

#### 【0030】

更に、例えば、精留塔上塔 7 の底部から抽出されて液体酸素ポンプ 10 にて所定の圧力に加圧された液体酸素は、液体酸素ドラム（液体酸素蒸発器）9 において、その飽和温度より更に高い飽和温度となる空気昇圧器 4 から得られる昇圧空気と液体酸素熱交換器 41 により間接的に熱交換されて所定圧力の製品酸素ガスとして蒸発し、更に常温まで温度回復され、より多くの製品酸素ガス 42 としてプラントから取り出されることになる。また、液体酸素ドラム 9 内の液体酸素は、蒸発器 14 によって蒸発して製品酸素ガス 42 として取り出されることになる。

10

#### 【0031】

次に、本発明の特徴とする DCS（Distributed Control System）制御機能を利用し、吸着塔 3 の再生条件（再生ガス温度又は再生ガス量）を自己判断して適正条件からはずれた場合には、自動で条件改善を行って上記再生条件を是正する吸着塔 3 廻りの前処理装置の自動制御方法及びその装置の実施例について説明する。図 2 には本発明に係る TSA 吸着塔再生工程における再生ガスの吸着塔出口温度の 1 サイクルあたりの温度挙動例を示す。図 3 には本発明に係る TSA 吸着塔再生工程における自己最適制御の制御フローの一実施例を示す。図 4 及び図 5 には本発明に係る TSA 吸着塔再生工程の自己最適制御の一実施例を示し、図 6 には他の実施例を示す。本発明に係る深冷空気分離装置においては、吸着塔 3 の再生には保冷槽 5 からの戻りガス 19 の一部が利用される。先ず、吸着塔再生サイクルとして、内部脱圧後、保冷槽 5 からガスライン 19 によって得られる窒素ガス等の再生ガスをライン 51 において加熱ヒータ（外部加熱源）11 で所定温度まで加熱して吸着塔 3 に初期の規定時間導入し、吸着剤を一定時間加熱再生する。その後、常温の再生ガスをライン 52 を通して吸着塔 3 に導入し、吸着塔 3 内部を吸着サイクルへの切替に耐え得る温度まで冷却する。このように再生ガス温度で示される加熱された再生ガスを入口 29 から吸着塔 3 に導入したとき、図 2 に示すように、出口側（再生ガス出口温度）の温度挙動は、再生ガス入口より時間的に遅れてピークを示し、その後、切替末期まで常温の再生ガス温度に漸近していくことになる（決められた切替サイクル時間の中で、最終的に所定の温度まで冷却されなければならない。）。そこで、吸着塔 3 の再生工程（再生サイクル）において、自己判断する吸着塔 3 の再生条件（再生ガス温度又は再生ガス量）として例えば再生ガスブロー温度（再生ガス出口温度）を温度計測器 TI（35）で計測して DCS（分配制御システム：Distributed Control System）制御計算機 30 に入力し、DCS 制御計算機 30 は、再生ガスブロー温度の挙動を一定時間毎に監視し、それぞれの再生サイクルにおける再生ガス出口温度のピーク温度（Tp）を自動検出して例えば記憶装置 33 に記憶する（ステップ S301）。なお、DCS 制御計算機 30 が再生ガス出口温度のピーク温度を自動検出する際、温度勾配の反転点のうち最も高い点を抽出することによって行う。

20

30

#### 【0032】

そして、DCS 制御計算機 30 は、上記自動検出して記憶されたピーク温度 Tp の値を例えば記憶装置 33 に予め入力手段 31 を用いて入力して記憶された適正条件としての設計上の許容範囲（例えば 105 ~ 110）と比較してピーク温度 Tp の値が例えば 105 ~ 110 の範囲内にあると判断した場合には、吸着塔 3 は健全であると判断し、再生条件の修正制御は行わない（ステップ S302）。さらに、DCS 制御計算機 30 は、再生条件が適正条件からはずれて適正でないと判断した場合、例えばピーク温度 Tp の値が規定値（例えば 108）以下になったと判断した場合には、Tp の規定値からの乖離の度合いによって再生条件悪化の傾向にあるか否かを判断し（ステップ S303）、再生条件悪化の傾向にあると判断されたとき、例えば表示装置 32 に対して「吸着塔再生条件改善動作自動実行します。」を発報し（ステップ S304）、「吸着塔再生条件改善動作

40

50

自動実行」に移行することになる。

【0033】

DCS制御計算機30は、「吸着塔再生条件改善動作自動実行」に移行すると、自動で再生条件改善を行って該再生条件を是正すべく、例えば図4(a)に示すように、1 加熱ヒータ(外部加熱源)11に対して次回の吸着塔再生温度制御設定値 $SV_t$ ( ) (該設定値 $SV_t$ は、温度計測器TI(35)で一定時間毎に計測される再生ガス出口温度の挙動を基に吸着塔3に導入する再生ガス温度との関係から予測計算される再生ガス出口のピーク温度 $T_p$ に基づいて設定される。この際、吸着塔3に導入する再生ガスの温度を温度計測器TI(図示せず)で計測しても良い。)を上昇させるフォワード制御を行う(ステップS305)。DCS制御計算機30は、これでも温度計測器TI(35)で計測されるピーク温度 $T_p$ の値が適正值におさまらぬ場合には、次の段階の制御として、例えば図4(b)に示すように、2 流量制御弁18、37に対して再生ガスの風量の流量制御設定値 $SV_q$ ( $Nm^3/h$ ) (該設定値 $SV_q$ は、温度計測器TI(35)で一定時間毎に計測される再生ガス出口温度の挙動を基に吸着塔3に導入する再生ガス流量との関係から予測計算される再生ガス出口のピーク温度 $T_p$ に基づいて設定される。この際、吸着塔3に導入する再生ガスの流量を流量計測器FI(図示せず)で計測しても良い。)を上昇させるフォワード制御を行う(ステップS306)。

10

【0034】

これらの制御により、常に再生ガス出口温度のピーク値 $T_p$ を適正範囲に保ち、吸着塔3の破過に至る状況を自動で回避することが出来る。また、DCS制御計算機30は、上記ピーク値 $T_p$ が過剰に高いと判断した場合には、再生条件が過剰であることから、逆に再生ガス温度を下げる制御を加熱ヒータ11に対して行い、再生風量を下げる制御を流量制御弁18に対して行い、常に加熱ヒータ11に対して最小の再生加熱エネルギー消費点にて運転されるため、余計な運転電力消費量や蒸気消費量を自動で押さえることも可能となる。

20

【0035】

但し、上記1の制御修正において、再生工程終了時の再生ガス出口温度 $T_e$ がある規定値以下でないと、吸着サイクルへの切替後のプロセスガス温度が上がり、後流側の一時的な温度上昇を招くと同時に、保冷槽5からの戻りガス(再生ガスや蒸発冷却塔20へのガス)温度もこれにつられて上昇する。この結果、水洗冷却塔2の出口空気(吸着塔入口空気)温度が上昇気味になり、その分、吸着塔3への水分負荷が増大し、悪循環となる。このため、DCS制御計算機30は、図5(a)に示すように、温度計測器TI(35)で一定時間毎に吸着塔再生工程終了時において計測される再生ガス出口温度の挙動を基に吸着塔3に導入する再生ガス温度との関係から予測計算される吸着塔再生工程終了時における再生ガス出口温度 $T_e$ が既定値以下に下がるといった前提条件のもとで(即ち、予測計算される再生工程終了時における再生ガス出口温度 $T_e$ が適正許容幅に入るように)、上記1をフォワード制御する。この際、図5(b)に示すように、上記2をフォワード制御してもよい。これにより、自動的に再生ガス条件変更による吸着塔3の負荷増大の防止も自動で行うことが可能となる。

30

【0036】

次に、TSA吸着塔再生工程の自己最適制御の更に発展した他の実施例について説明する。この他の実施例として、原料空気の吸着塔3への入口温度 $T_i$ は、季節毎の外気温度変化や外気湿度変化で変わっていく。これにつれて、吸着塔3の水分負荷も変わり、結果として吸着塔3の再生時ガス出口ピーク温度値 $T_p$ も変化することになる。そこで、DCS制御計算機30は、温度計測器TI(36)で計測される吸着塔入口空気温度 $T_i$ の挙動変化を長期的に自動判断し、その結果、図6に示すように、上記計測される吸着塔入口空気温度( $T_i$ )が適正な範囲になるように、吸着塔3の再生条件(例えば加熱ヒータ11に対する再生ガス温度制御設定値 $SV_t$ )を、温度計測器TI(36)で計測される吸着塔入口空気温度 $T_i$ の例えば平均値の関数として自動制御することにより、吸着に引き続く次の再生時に是正制御を自動で行うことが出来る。即ち、DCS制御計算機30は、上

40

50

記計測される吸着塔 3 への入口の空気温度 (  $T_i$  ) からそれに続く再生条件の最適値を自動で関数発生させて再生ガス出口温度を予測演算し、それを是正する制御を自動的に行う。

【 0 0 3 7 】

また、DCS 制御計算機 30 は、例えば温度計測器 T I ( 3 5 ) で計測される吸着塔 3 の再生ガス出口温度 (  $T_p$  若しくは  $T_e$  ) または温度計測器 T I ( 3 6 ) で計測される吸着塔入口空気温度 (  $T_i$  ) の挙動変化を監視して吸着塔への再生条件または吸着塔への吸着負荷に異常兆候が表れたときに、このまま持続した場合の運転可能日数を内部関数で発生させて例えば表示装置 32 に表示する等出力する通知機能を有することによって、深冷空気分離装置の管理者に通知することが可能となる。

10

【 0 0 3 8 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明によれば、深冷空気分離装置において、吸着塔の再生条件を適正に自動制御するように構成したことにより、従来運転員の毎回の記録確認や、予想による制御調整にて行われていた、調整制御が不要となるとともに、調整漏れによる吸着塔の破過といった最悪の事態を未然防止することが可能となる効果を奏する。

【 0 0 3 9 】

また、本発明によれば、年間を通じて吸着塔の再生に係わる電力や蒸気量を自動で最小にできる効果を奏する。

【 図面の簡単な説明 】

20

【 図 1 】本発明に係る深冷空気分離装置の一実施の形態 ( 内部昇圧式の場合 ) を示す構成図である。

【 図 2 】本発明に係る T S A 吸着塔再生工程における再生ガスの吸着塔出口温度の 1 サイクルあたりの温度挙動例を示す図である。

【 図 3 】本発明に係る T S A 吸着塔再生工程における自己最適制御の制御フローの一実施例を説明するための図である。

【 図 4 】本発明に係る T S A 吸着塔再生工程の自己最適制御の一実施例を説明するための図である。

【 図 5 】本発明に係る T S A 吸着塔再生工程の自己最適制御の一実施例を説明するための図である。

30

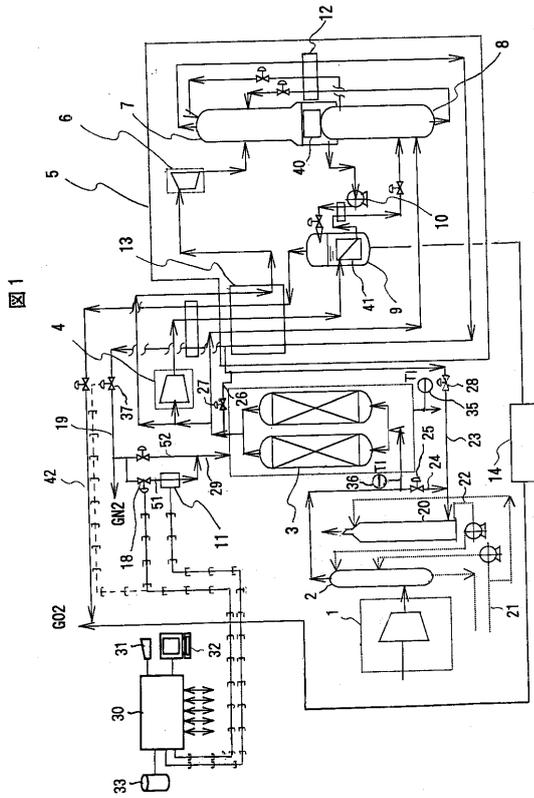
【 図 6 】本発明に係る T S A 吸着塔再生工程の自己最適制御の他の実施例を説明するための図である。

【 符号の説明 】

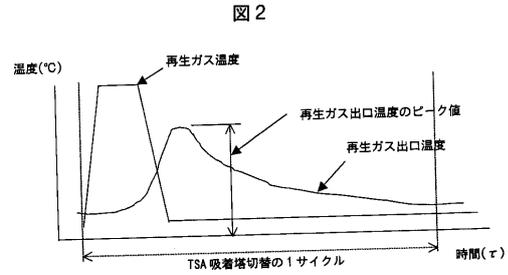
1 ... 原料空気圧縮機、2 ... 冷却塔 ( 水洗冷却塔 )、3 ... 吸着塔、5 ... コールドボックス ( 保冷槽 )、6 ... 膨張タービン、7 ... 精留塔 ( 上塔 )、8 ... 精留塔 ( 下塔 )、9 ... 液体酸素ドラム、10 ... 液体酸素ポンプ、11 ... 再生ガス加熱ヒータ ( 外部加熱源 )、12 ... 過冷却器、13 ... 空気熱交換器、14 ... 蒸発器、18 ... 再生ガス流量制御弁、19 ... ガスライン、20 ... 蒸発冷却塔、23 ... 蒸発冷却塔用ガスライン、24 ... 蒸発冷却塔起動バイパス、26 ... 吸着塔起動バイパス、29 ... 再生ガスライン ( 入口 )、30 ... DCS 制御計算機、31 ... 入力手段、32 ... 表示装置、33 ... 記憶装置、35、36 ... 温度計測器 T I、42 ... 製品酸素ガスライン、51、52 ... ライン。

40

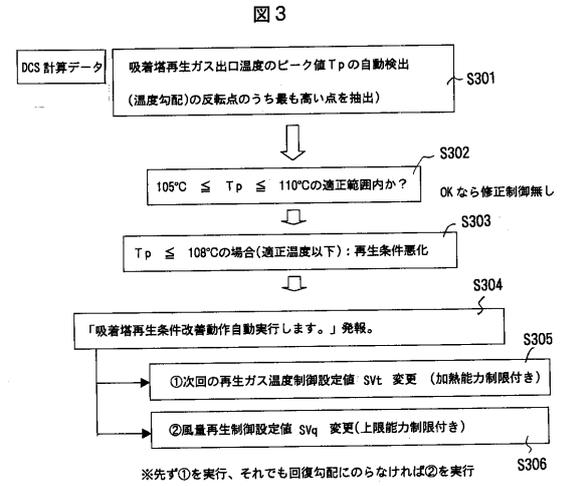
【 図 1 】



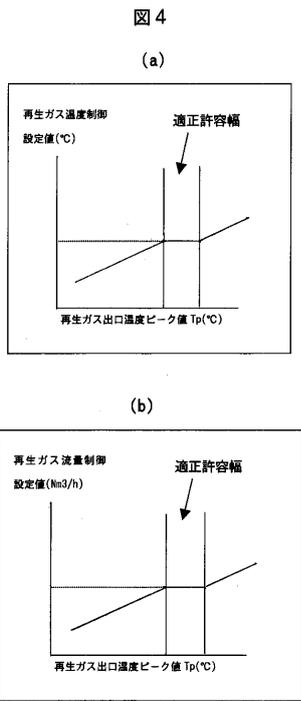
【 図 2 】



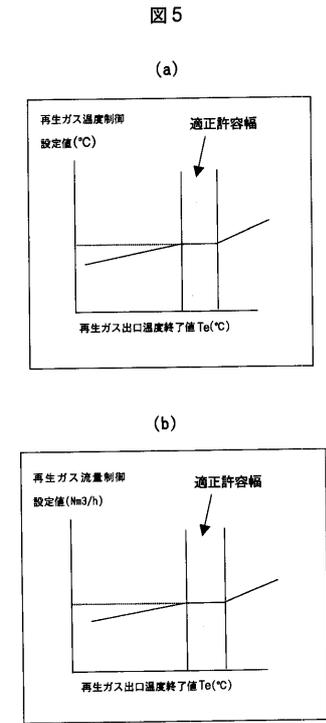
【 図 3 】



【 図 4 】

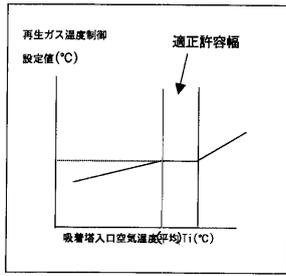


【 図 5 】



【 図 6 】

図 6



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4D012 CA01 CA03 CA05 CA06 CB16 CD03 CE01 CE02 CF02 CF04  
CH02  
4D047 AA08 AB01 AB02 BA07 BB04 CA03 CA17 DA07