

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6347359号
(P6347359)

(45) 発行日 平成30年6月27日 (2018. 6. 27)

(24) 登録日 平成30年6月8日 (2018. 6. 8)

(51) Int. Cl.

F 1

B O 1 D 53/14 (2006. 01)

B O 1 D 53/14 2 0 0

B O 1 D 53/52 (2006. 01)

B O 1 D 53/14 2 2 0

B O 1 D 53/62 (2006. 01)

B O 1 D 53/52 2 2 0

B O 1 D 53/62

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-17839 (P2014-17839)
 (22) 出願日 平成26年1月31日 (2014. 1. 31)
 (65) 公開番号 特開2015-144981 (P2015-144981A)
 (43) 公開日 平成27年8月13日 (2015. 8. 13)
 審査請求日 平成28年9月12日 (2016. 9. 12)

(73) 特許権者 518018986
 三菱重工エンジニアリング株式会社
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 岡本 真一
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内
 (72) 発明者 千代丸 勝
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内
 (72) 発明者 田中 裕士
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス吸収・再生装置及びその運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

閉鎖系で循環するアミン吸収液を用いて CO_2 ガスを含む導入ガスから CO_2 ガス吸収を行う吸収塔と、

前記吸収塔で CO_2 ガスを吸収したアミン吸収液から CO_2 ガスを放出する吸収液再生塔と、

前記吸収塔で CO_2 ガスを吸収したアミン吸収液をリッチ溶液として前記吸収塔から抽出すると共に、前記吸収液再生塔に導入するリッチ溶液供給ラインと、

前記吸収液再生塔で再生されたアミン吸収液をリーン溶液として、前記吸収液再生塔から抽出すると共に、前記吸収塔に導入するリーン溶液供給ラインと、

前記リーン溶液供給ラインに介装され、前記リーン溶液を冷却するリーン溶液冷却器と、

前記リーン溶液供給ラインの前記リーン溶液冷却器と前記吸収塔のリーン溶液入口部との間で、リーン液試料を採取する第1採取部と、

前記リッチ溶液供給ラインの前記吸収塔の出口部近傍でリッチ液試料を採取する第2採取部と、

採取した前記リーン液試料及び前記リッチ液試料中の CO_2 濃度を分析する全有機炭素分析装置と、を備え、

前記第1採取部での前記リーン液試料と、前記第2採取部での前記リッチ液試料を各々同時間帯で採取し、前記リーン液試料及び前記リッチ液試料中の CO_2 ガスの濃度を計測

10

20

し、これらの計測結果に基づき、前記吸収塔に導入するアミン吸収液の液流量の制御又はリボイラ熱量負荷の制御をすると共に、

前記第1採取部での前記リーン液試料中のアミン濃度を計測するイオンクロマトグラフィー分析装置を有し、

C O₂濃度を計測する試料採取と同時間帯で試料を採取してアミン濃度を計測し、このアミン濃度の計測結果に基づき、吸収塔内の水バランスの調整又はアミン吸収液の液循環量の制御をすることを特徴とするガス吸収・再生装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記吸収塔が前記導入ガスと前記アミン吸収液とを対向接触する充填部と、
前記充填部のガス流れ後流側に設けられ、排出ガスを洗浄水により洗浄する洗浄部と、
前記吸収塔の塔頂部から、C O₂が除去された排出ガスを排出するガス排出ラインと、
前記ガス排出ラインの吸収塔の出口部近傍でガス試料を採取する第3採取部と、を備え

10

、
前記第3採取部でのガスの採取を、前記リーン液試料及びリッチ液試料の採取時間と同時間帯で採取し、

前記排出ガス中に同伴するアミン吸収液のアミン濃度を計測し、この計測結果に基づき

、
前記洗浄水の温度を調整する制御を行うと共に、前記吸収塔に導入するアミン吸収液の液流量の制御又はリボイラ熱量負荷の制御のいずれかを行うことを特徴とするガス吸収・再生装置。

20

【請求項3】

請求項1又は2のガス吸収・再生装置を用い、

前記導入ガスがC O₂を含むボイラ排ガスである場合、

前記リーン溶液及び前記リッチ溶液の両者のC O₂濃度と、

前記リーン溶液のアミン吸収液のアミン濃度を同時に把握し、C O₂吸収回収率が所定の回収率を満足する場合、リボイラ熱量を低減することを特徴とするガス吸収・再生装置の運転方法。

【請求項4】

請求項1又は2のガス吸収・再生装置を用い、

前記導入ガスがH₂S及びC O₂を含むガス化ガスである場合、

前記リーン溶液及び前記リッチ溶液の両者のC O₂濃度と、

前記リーン溶液中のアミン濃度を同時に把握し、H₂Sの濃度が所定値を満足する場合、C O₂吸収量を最小化することを特徴とするガス吸収・再生装置の運転方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガス吸収・再生装置及びその運転方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

40

近年、地球の温暖化現象の原因の一つとして、C O₂による温室効果が指摘され、地球環境を守る上で国際的にもその対策が急務となってきた。C O₂の発生源としては化石燃料を燃焼させるあらゆる人間の活動分野に及び、その排出抑制への要求が一層強まる傾向にある。これに伴い大量の化石燃料を使用する火力発電所などの動力発生設備を対象に、ボイラの燃焼排ガスをアミン系C O₂吸収液と接触させ、燃焼排ガス中のC O₂を除去、回収する方法及び回収されたC O₂を大気へ放出することなく貯蔵する方法が精力的に研究されている。

【0003】

また、このようなC O₂吸収液を用い、燃焼排ガスからC O₂を除去・回収する工程としては、吸収塔において燃焼排ガスとC O₂吸収液とを接触させる工程、C O₂を吸収した吸

50

収液を再生塔において加熱し、 CO_2 を遊離させると共に吸収液を再生して再び吸収塔に循環して再使用するものが採用されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 4 】

また、排ガス中の CO_2 を回収する以外に、例えば石炭ガス化ガス中の H_2S をガス化ガス精製システムで回収する場合においても、吸収塔で石炭ガス化ガス中の H_2S を吸収すると共に、再生塔で吸収液を再生して循環再利用するものが採用されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開平 3 - 1 9 3 1 1 6 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 1 - 1 5 7 4 8 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

これらの吸収・再生方式のガス吸収プロセスにおいては、要求されるガス吸収性能及びプロセスに必要となるエネルギー低減の側面から好適な運転条件を見出すことが必要となるが、現時点では効率的なものはいまだ確立されていない。

【 0 0 0 7 】

また、ガス中の H_2S 又は CO_2 を回収する回収装置の運転にあたっては、要求される被吸収ガスの吸収性能（ H_2S 又は CO_2 の回収量や吸収率）を達成し、且つ再生塔のリボイラへ供給される飽和水蒸気等の熱量を最小限とするエネルギー低減の運転が望まれる。

【 0 0 0 8 】

本発明は、前記問題に鑑み、要求される被吸収ガスの吸収性能を達成し、且つ再生塔のリボイラへ供給される飽和水蒸気等の熱量を最小限とすることができるガス吸収・再生装置及びその運転方法を提供することを課題とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上述した課題を解決するための本発明の第 1 の発明は、閉鎖系で循環するアミン吸収液を用いて CO_2 ガスを含む導入ガスから CO_2 ガス吸収を行う吸収塔と、前記吸収塔で CO_2 ガスを吸収したアミン吸収液から CO_2 ガスを放出する吸収液再生塔と、前記吸収塔で CO_2 ガスを吸収したアミン吸収液をリッチ溶液として前記吸収塔から抜出すと共に、前記吸収液再生塔に導入するリッチ溶液供給ラインと、前記吸収液再生塔で再生されたアミン吸収液をリーン溶液として、前記吸収液再生塔から抜出すと共に、前記吸収塔に導入するリーン溶液供給ラインと、前記リーン溶液供給ラインに介装され、前記リーン溶液を冷却するリーン溶液冷却器と、前記リーン溶液供給ラインの前記リーン溶液冷却器と前記吸収塔のリーン溶液入口部との間で、リーン液試料を採取する第 1 採取部と、前記リッチ溶液供給ラインの前記吸収塔の出口部近傍でリッチ液試料を採取する第 2 採取部と、採取した前記リーン液試料及び前記リッチ液試料中の CO_2 濃度を分析する全有機炭素分析装置と、を備え、前記第 1 採取部での前記リーン液試料と、前記第 2 採取部での前記リッチ液試料を各々同時時間帯で採取し、前記リーン液試料及び前記リッチ液試料中の CO_2 ガスの濃度を計測し、これらの計測結果に基づき、前記吸収塔に導入するアミン吸収液の液流量の制御又はリボイラ熱量負荷の制御をすると共に、前記第 1 採取部での前記リーン液試料中のアミン濃度を計測するイオンクロマトグラフィー分析装置を有し、 CO_2 濃度を計測する試料採取と同時時間帯で試料を採取してアミン濃度を計測し、このアミン濃度の計測結果に基づき、吸収塔内の水バランスの調整又はアミン吸収液の液循環量の制御をすることを特徴とするガス吸収・再生装置にある。

【 0 0 1 1 】

第 2 の発明は、第 1 の発明において、前記吸収塔が前記導入ガスと前記アミン吸収液とを対向接触する充填部と、前記充填部のガス流れ後流側に設けられ、排出ガスを洗浄水に

10

20

30

40

50

より洗浄する洗浄部と、前記吸収塔の塔頂部から、 CO_2 が除去された排出ガスを排出するガス排出ラインと、前記ガス排出ラインの吸収塔の出口部近傍でガス試料を採取する第3採取部と、を備え、前記第3採取部でのガスの採取を、前記リーン液試料及びリッチ液試料の採取時間と同時間帯で採取し、前記排出ガス中に同伴するアミン吸収液のアミン濃度を計測し、この計測結果に基づき、前記洗浄水の温度を調整する制御を行うと共に、前記吸収塔に導入するアミン吸収液の液流量の制御又はリボイラ熱量負荷の制御のいずれかを行うことを特徴とするガス吸収・再生装置にある。

【0012】

第3の発明は、第1又は第2の発明のガス吸収・再生装置を用い、前記導入ガスが CO_2 を含むボイラ排ガスである場合、前記リーン溶液及び前記リッチ溶液の両者の CO_2 濃度と、前記リーン溶液のアミン吸収液のアミン濃度を同時に把握し、 CO_2 吸収回収率が所定の回収率を満足する場合、リボイラ熱量を低減することを特徴とするガス吸収・再生装置の運転方法にある。

10

【0013】

第4の発明は、第1又は第2の発明のガス吸収・再生装置を用い、前記導入ガスが H_2S 及び CO_2 を含むガス化ガスである場合、前記リーン溶液及び前記リッチ溶液の両者の CO_2 濃度と、前記リーン溶液中のアミン濃度を同時に把握し、 H_2S の濃度が所定値を満足する場合、 CO_2 吸収量を最小化することを特徴とするガス吸収・再生装置の運転方法にある。

【発明の効果】

20

【0014】

本発明によれば、要求される被吸収ガスの吸収性能を達成し、且つ再生塔のリボイラへ供給される飽和水蒸気等の熱量を最小限とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、実施例1に係るガス吸収・再生装置の概略図である。

【図2】図2は、実施例2に係るガス吸収・再生装置の概略図である。

【図3】図3は、実施例3に係るガス吸収・再生装置の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

30

以下に添付図面を参照して、本発明の好適な実施例を詳細に説明する。なお、この実施例により本発明が限定されるものではなく、また、実施例が複数ある場合には、各実施例を組み合わせるものも含むものである。

【実施例1】

【0017】

図1は、実施例1に係るガス吸収・再生装置の概略図である。

ここで、本実施例では、導入ガスとして被吸収ガスとして CO_2 ガスを含むボイラ排ガスについて説明する。

図1に示すように、本実施例に係るガス吸収・再生装置10Aは、閉鎖系で循環する吸収液12を用いて被吸収ガスである CO_2 を含む排ガス11から CO_2 ガスの吸収を行う吸収塔13と、この吸収塔13で CO_2 ガスを吸収した吸収液であるリッチ溶液12Aから CO_2 ガスを放出する吸収液再生塔14と、吸収塔13で CO_2 ガスを吸収した吸収液をリッチ溶液12Aとして吸収塔13の底部13bから抜出すと共に、吸収液再生塔14側に導入するリッチ溶液供給ライン L_1 と、吸収液再生塔14で再生された吸収液をリーン溶液12Bとして、吸収液再生塔14の底部14bから抜出すと共に、吸収塔13に導入するリーン溶液供給ライン L_2 と、リーン溶液供給ライン L_2 の吸収塔13の入口部近傍でリーン液試料101を採取する第1採取部Xと、リッチ溶液供給ライン L_1 の吸収塔13の出口部近傍でリッチ液試料102を採取する第2採取部Yと、採取したリーン液試料101及びリッチ液試料102を分析する分析装置103と、を備え、第1採取部Xでのリーン液試料101と、第2採取部Yでのリッチ液試料102を各々同時時間帯で採取し、リー

40

50

ン液試料 101 及び前記リッチ液試料 102 中の CO_2 の濃度を計測し、これらの計測結果に基づき、ガス吸収・再生の運転を制御するものである。

なお、本実施例では、リーン溶液供給ライン L_2 と、リッチ溶液供給ライン L_1 との交差部に介装され、リッチ溶液 12A とリーン溶液 12B とを熱交換する熱交換器 16 を備えており、このシステムでは、吸収液再生塔 14 で CO_2 をリボイラ 15 の熱により除去し、再生された吸収液（リーン溶液）12B は再利用される。

【0018】

ここで、吸収液 12 は、ガス吸収・再生装置 10A 内の閉鎖系で循環再利用されており、吸収塔 13 で CO_2 ガスを吸収した後は、リッチ溶液 12A と称し、吸収液再生塔 14 で CO_2 を放出した後は、リーン溶液 12B と称している。劣化状況に応じて、リクレー

10

【0019】

本実施例でガス吸収・再生の運転を制御装置 104 で制御する方法としては、例えばリーン溶液 12B の吸収塔 13 内に導入する液流量や、リボイラ熱量負荷の制御等である。ここで、本実施例のように、制御装置 104 を用いずに、作業員による操作を実行することで、ガス吸収・再生の運転状況を制御するようにしてもよい。

【0020】

この CO_2 を含む排ガス（導入ガス）11 のガス吸収・再生装置 10A では、吸収塔 13 に導入される前に、ガス冷却装置（図示せず）に送られ、ここで冷却水により冷却され、所定の温度に調整されて吸収塔 13 に導入される。

20

吸収塔 13 は、塔内部に充填部 13A が設けられ、この充填部 13A を通過する際、導入ガス 11 と吸収液であるリーン溶液 12B との対向接触効率を向上させている。なお、充填部は複数設けてもよく、充填法以外に、例えばスプレー法、液柱法、棚段法等により導入ガス 11 と吸収液 12 とを対向接触させるようにしている。

【0021】

前記吸収塔 13 において、導入ガス 11 は例えばアミン系の吸収液であるリーン溶液 12B と対向流接触し、導入ガス 11 中の CO_2 は、化学反応により吸収液側に吸収され、 CO_2 が除去された排出ガス 11A は系外に放出される。なお、充填部 13A の上方（ガス流れ後流側）には、洗浄水 41 により、排出ガス 11A を洗浄する洗浄部 13B が設けられ、排出ガス 11A に同伴される吸収液を洗浄除去し、吸収液の外部への排出を防止して

30

【0022】

この CO_2 が吸収された CO_2 濃度が高いリッチ溶液 12A は、リッチ溶液供給ライン L_1 を介してリッチ溶剤ポンプ P_1 にて、吸収液再生塔 14 側へ供給され、充填部 14A を有する吸収液再生塔 14 の塔頂部 14a 近傍から塔内に導入され、塔内を流下する際に、リボイラ 15 で飽和水蒸気 23 により間接的に加熱された水蒸気 22 による吸熱反応を生じて、大部分の CO_2 を放出し、再生される。

【0023】

40

また、吸収液再生塔 14 の塔頂部 14a からは、塔内においてリッチ溶液 12A から放出された水蒸気を伴った CO_2 ガス 25 が導出される。そして、水蒸気を伴った CO_2 ガス 25 は、冷却部 26 により水蒸気が凝縮され、分離ドラム 27 にて水が凝縮水 28 として分離され、 CO_2 ガスが系外に放出されて回収される。分離ドラム 27 にて分離された凝縮水 28 は吸収液再生塔 14 の上部等に供給され、閉鎖系統内の水バランスを調整している。

【0024】

この吸収液再生塔 14 で再生された CO_2 濃度が低いリーン溶液 12B は、熱交換器 16 にてリッチ溶液 12A と熱交換されて冷却され、つづいてリーン溶剤ポンプ P_2 にて昇圧され、さらにリーン溶剤クーラ 30 にて冷却された後、再び吸収塔 13 に

50

供給され、吸収液として循環再利用される。

【 0 0 2 5 】

ここで、吸収液としてアミン系吸収液を用いて、排ガス中の CO_2 を回収するガス吸収・再生装置 10 A の運転にあたっては、要求される CO_2 吸収性能(CO_2 の回収量や吸収率)を達成し、且つ吸収液再生塔 14 のリボイラ 15 へ供給される飽和水蒸気 23 等の熱量を最小限とする運転が望まれる。

【 0 0 2 6 】

ここで、吸収剤であるアミン系吸収液への CO_2 吸収量は、リーン溶液 12 B 中の吸収液(アミン系吸収剤)の濃度と、吸収操作時に吸収塔 13 に導入されるリーン溶液 12 B 中の CO_2 濃度に影響される。

10

【 0 0 2 7 】

例えばリーン溶液 12 B 中の CO_2 濃度が高い場合、 CO_2 とアミン系吸収液との反応速度低下に伴い、 CO_2 のアミン系吸収液への吸収速度が低下するため、吸収塔 13 において、効率的な吸収工程が損なわれる場合がある。

そして、 CO_2 の吸収が低下すると、リッチ溶液 12 A 中の CO_2 濃度が低下したまま吸収塔 13 からリッチ溶液が排出され、このままリッチ溶液 12 A が吸収液再生塔 14 に導入される。

【 0 0 2 8 】

この結果、所望の CO_2 回収率を達成する運転が実施できないこととなる。

すなわち、 CO_2 を所定量回収運転として、導入ガス 11 であるボイラ排ガス中の CO_2 を 90 % 回収することを目標とする場合、回収率 90 % を達成することができないものとなる。

20

【 0 0 2 9 】

よって、本実施例では、リーン溶液供給ライン L_2 の吸収塔 13 の入口部近傍で第 1 採取部 X において、リーン液試料 101 を採取すると共に、この採取と同時間帯において、リッチ溶液供給ライン L_1 の吸収塔 13 の出口部近傍で第 2 採取部 Y において、リッチ液試料 102 を採取するようにしている。

そして、吸収塔 13 に導入するリーン溶液 12 B 及びリッチ溶液 12 A 中の CO_2 濃度を監視し、最適な運転条件を選定するようにしている。

最適な運転条件とは、例えば吸収液再生塔 14 内でのリボイラ 15 負荷の変動により、リッチ溶液 12 A 中の CO_2 の低減をすると共に、吸収液の循環量の調整をリーンソルベントポンプ P_2 の流量変動により、循環量の増大をする。

30

【 0 0 3 0 】

このように第 1 採取部 X 及び第 2 採取部 Y の両地点において、リーン溶液 12 B とリッチ溶液 12 A の両者の CO_2 濃度を監視するのは、以下の理由による。

リッチ溶液 12 A の再生工程である再生塔 14 で得られるリーン溶液 12 B 中の CO_2 濃度は、再生塔 14 への供給リッチ溶液 12 A の性状が同じ条件では、再生塔 14 のリボイラ 15 へ供給する飽和水蒸気 23 等の熱量によって調節される。

【 0 0 3 1 】

CO_2 ガスの吸収工程である吸収塔 13 で得られるリッチ溶液 12 A 中の CO_2 濃度は、吸収塔 13 への供給リーン溶液 12 B 性状が同じ条件では、吸収塔 13 内に供給するリーン溶液 12 B の流量(吸収液の循環量)によって調節される。

40

【 0 0 3 2 】

このように、ガス吸収・再生装置 10 A における CO_2 吸収性能と所要エネルギー低減を両立する最適運転条件設定のためには、吸収塔 13 内でのリーン溶液 12 B の流量と、リボイラ 15 における飽和水蒸気 23 等の供給熱流量に関する最適な組み合わせ条件を見出す必要があり、その為には、リーン溶液 12 B とリッチ溶液 12 A 中の CO_2 濃度を同時時間帯において、把握する必要がある。

【 0 0 3 3 】

以上より、アミン法によるガス吸収・再生装置 10 A を効率的に運転するには、第 1 採

50

取部 X でのリーン液試料 101 と、第 2 採取部 Y でのリッチ液試料 102 を各々同時時間帯で採取し、リーン液試料 101 及びリッチ液試料 102 中の吸収液の濃度及び CO_2 の濃度を計測し、吸収塔 13 に導入時 (X) のリーン溶液 12B 及び吸収塔 13 からの排出時 (Y) のリッチ溶液 12A 中の CO_2 濃度と、リーン溶液 12B 及びリッチ溶液 12A 中の少なくとも一方又は両方のアミン濃度を同時時間帯で把握し、これらの計測結果に基づき、ガス吸収・再生の良好な運転のための例えばリーン溶液の流量、リボイラ熱量負荷の制御等を制御装置 104 で実行する。

これにより、排ガス 11 中からの CO_2 回収性能を維持しつつ、リボイラ 15 へ供給される飽和水蒸気 23 の熱量を最小限とする運転が可能となる。

【0034】

10

以下、本実施例におけるガス吸収・再生装置 10A を用いた運転制御の一例について、説明する。なお、以下において、回収量の % や吸収液濃度の % の値は、説明のための一例であり、本発明は何らこれらに限定されるものではない。

【0035】

まず、ガス吸収・再生装置 10A が定常状態での CO_2 回収がなされることを確認する。吸収塔 13 には、ボイラ等からの CO_2 を含む排ガスが導入ガス 11 として導入される。

ここで、導入ガス 11 中の CO_2 濃度が一定 (例えば 10%) と仮定した場合、 CO_2 回収率を 90% と設定する。この場合には、排出ガス 11A 中の CO_2 濃度は 1% となる。そして、用いる吸収液の性能を考慮して、前記 CO_2 回収率 (回収率 90%) となるよう

20

に、リボイラ 15 でのリボイラ負荷と、吸収液 12 の液循環量が決定される。

【0036】

この決定された定常状態での運転を行っていると、例えばボイラの運転負荷変動や、吸収液の長期間の運転による劣化等の要因により、 CO_2 回収率が変化することとなる。

【0037】

そこで、本実施例では、吸収塔 13 に導入して循環する吸収液のリーン溶液 12B から X 地点において、リーン液試料 101 を抜いて、このリーン液試料 101 中の CO_2 濃度について、分析装置 103 で分析する。吸収液中の CO_2 を分析する分析装置 103 としては、採取試料を所定濃度に希釈して全有機炭素 (Total Organic Carbon; TOC) 分析装置で分析する。

30

この分析の結果、 CO_2 濃度が所定の最適値 (θ_0) の場合には、そのまま定常運転を続行する。所定の最適値 (θ_0) とは、例えば 90% 回収率を達成するための、リーン溶液 12B として適正に吸収塔 13 内に導入する際の CO_2 濃度である。

【0038】

これに対して、 CO_2 濃度が所定の最適値 (θ_0) よりも低下している場合 ($\theta_1 < \theta_0$) には、吸収液再生塔 14 のリボイラ 15 における飽和水蒸気のリボイラ量が高くて、無駄に CO_2 を放散している結果となるので、リボイラ負荷が増大していると判断する。

このような場合には、制御装置 104 により、リボイラ 15 に対して指令を行い負荷の低減を実施して、所要エネルギーの最小化を図ることができる。

【0039】

40

また、 CO_2 濃度が所定の最適値 (θ_0) よりも増加している場合 ($\theta_2 > \theta_0$) には、吸収塔 13 に導入されるリーン溶液 12B 中の CO_2 濃度が高いので、吸収液再生塔 14 のリボイラ 15 における飽和水蒸気 23 の供給量を増大して、 CO_2 を放散するようになる必要がある。

また、同時に制御装置 104 において、リッチ溶剤ポンプ P_1 及びリーン溶剤ポンプ P_2 のいずれか一方又は両方に指令を行い、循環量を増大させて、吸収塔 13 内へのリーン溶液 12B の供給量を増大させて、 CO_2 回収性能の回復を図るようにしている。

【0040】

また、リーン溶液 12B の X 地点での試料の採取と同時時間帯において、吸収塔 13 から

50

排出する吸収液のリッチ溶液 12A から Y 地点で、リッチ液試料 102 を抜いて、このリッチ液試料 102 の CO_2 濃度について、分析装置 103 で分析する。

この分析の結果、リッチ溶液 12A 中の CO_2 濃度が所定の最適値 (ϕ_0) の場合には、そのまま定常運転を続行する。所定の最適値 (ϕ_0) とは、例えば 90% 回収率を達成するための、リッチ溶液 12A として適正に吸収塔 13 内で CO_2 を吸収した後の CO_2 濃度である。

【0041】

これに対して、 CO_2 濃度が所定の最適値 (ϕ_0) よりも低下している場合 ($\phi_1 < \phi_0$) には、吸収塔 13 内での CO_2 吸収割合が低下しているので、より CO_2 を吸収させるために、吸収液の循環量を増大する運転を行う必要がある。

10

このような場合には、制御装置 104 において、リッチ溶剤ポンプ P_1 、リーン溶剤ポンプ P_2 の液循環量を増大させ、 CO_2 回収率を維持するようにし、この循環量に応じたりボイラ 15 負荷を調整し、所要エネルギーが最小化となるようにしている。

【0042】

これは、特にボイラ負荷が上昇したような場合、導入ガス 11 中の CO_2 濃度が増加することとなる。このような場合には、 CO_2 吸収率が悪くなるので、液循環量を増大することで、 CO_2 回収率を向上させている。

【0043】

この結果、本実施例によれば、要求される被吸収ガスの吸収性能（例えば CO_2 回収率 90%）を達成し、且つ吸収液再生塔 14 のリボイラ 15 へ供給される飽和水蒸気 23 等の熱量を最小限とすることができるプロセスの運転が可能となる。

20

【0044】

さらに、吸収塔 13 に導入して循環する吸収液のリーン溶液 12B から X 地点において、リーン液試料 101 を抜いて、このリーン液試料 101 中のアミン濃度について、分析装置 103 で分析する。ここで、アミン濃度とは、リーン溶液 12B 中の吸収剤であるアミン吸収液の存在量である。吸収液中のアミン濃度を分析する分析装置 103 としては、採取試料を所定濃度に希釈してイオンクロマトグラフィー (Ion Chromatography; IC) 分析装置で分析する。

【0045】

この分析の結果、アミン濃度が所定の最適値 (ϕ_0) の場合には、そのまま定常運転を続行する。所定の最適値 (ϕ_0) とは、例えば 90% CO_2 回収率を達成するための、リーン溶液 12B として適正に含有するアミン吸収剤の濃度（例えば 30%）である。

30

このアミン濃度が適正であることで、回収率を維持することとなる。

また、このアミン濃度が所定の最適値より変動（低下）する場合 ($\phi_1 < \phi_0$) には、その変動に応じて、吸収塔 13 に導入する導入ガス 11 と排出ガス 11A の温度を温度計 (T_1 、 T_2) で計測し、これらの結果より例えば吸収塔 13 内の水バランスをレベル計 31 により調整することでアミン濃度を調整する。または、吸収液の液循環量を増大して、アミン濃度が低下した場合でも例えば 90% CO_2 回収率を維持するようにしている。

【0046】

例えば、ボイラ排ガス中の CO_2 ガス吸収プロセスにおいて、処理すべき導入ガス 11 量が変動（ボイラ負荷変動）する場合においては、吸収剤の循環流量を調整して所望する吸収性能を確保することが必要になるが、吸収塔 13 内でのガス滞留時間、すなわちガスと吸収剤の接触時間も変わるため、単にガス量に比例した吸収剤の循環流量調整が最適とはならない。このため、本実施例のように、リーン溶液 12B とリッチ溶液 12A の双方の性状も考慮してプロセス運転条件を変更することによって、要求される吸収性能を達成し且つ所要エネルギーを最小化することが可能となる。

40

【0047】

例えば、 CO_2 ガス吸収プロセスにおいて、処理すべき導入ガス 11 中の CO_2 ガス成分濃度の変動や CO_2 ガス成分の要求除去率が変更される場合においては、吸収塔 13 を経た排出ガス 11A の CO_2 ガス成分の除去要求濃度が変わるため、リーン溶液 12B 中の

50

CO₂濃度を適切に変更することにより、所要エネルギーの低減が図れる。

【0048】

その際には、再生塔14での再生工程の効率は、リッチ溶液12A中のCO₂濃度によって影響されるため、リッチ溶液12A中のCO₂濃度が再生工程の性能悪化を引き起こさない範囲でのプロセス運転条件の変更が必要となるが、本実施例のように、リーン溶液12Bとリッチ溶液12Aの双方の性状も考慮してプロセス運転条件を変更することによって、要求される吸収性能を達成し且つ所要エネルギーを最小化することが可能となる。

【実施例2】

【0049】

図2は、実施例2に係るガス吸収・再生装置の概略図である。実施例1の装置と同一部材については、同一符号を付して重複する説明は省略する。図2に示すように、本実施例に係るガス吸収・再生装置10Bでは、実施例1において、さらに吸収塔13の塔頂部13aから、被吸収ガスが除去された排出ガス11Aを排出するガス排出ラインL₃と、ガス排出ラインL₃の吸収塔13の出口部近傍でガス試料105を採取する第3採取部Zと、この第3採取部Zでのガスの採取を、リーン液試料101及びリッチ液試料102の採取と同時間帯で採取し、排出ガス11A中に同伴する吸収液の濃度を計測し、この計測結果に基づき、ガス吸収・再生運転を制御するようにしている。

排出ガス11Aは、吸収塔13内で吸収液12と接触するので、アミン系吸収剤が同伴することとなる。この同伴により、アミン濃度が低減するので、これを防止するために、所定量以下のアミン同伴量となっていることを確認することが必要となる。

【0050】

そして、所定量以下のアミン同伴量の場合には、そのままの運転を維持するが、所定量以上のアミン同伴量となった場合には、洗浄部13Bでの洗浄水41の温度を下げて、同伴量の低減を図ると共に、吸収塔12と吸収液再生塔14とを循環する吸収液12の循環量、及びそれに見合うリボイラ熱量負荷の制御等を実施し、アミン系吸収液の同伴を低減するモードでの運転とする。この場合においても、実施例1のように、第1採取部X及び第2採取部Yにおいて、リーン液試料101及びリッチ液試料102を採取して、分析装置103で分析することで、要求される被吸収ガスの吸収性能を達成し、且つ吸収液再生塔14のリボイラ15へ供給される飽和水蒸気23等の熱量を最小限とすることができる。

【実施例3】

【0051】

図3は、実施例3に係るガス吸収・再生装置の概略図である。本実施例では、導入ガス11として、例えば石炭ガス化ガス中に含まれるH₂Sを除去するガス吸収・再生装置に適用した場合である。なお、実施例1の装置構成は同一であるので、装置構成における同じ符号を付して重複する説明は省略する。

図3に示すように、本実施例に係るガス吸収・再生装置10Cは、IGCCガス精製装置では、石炭ガス化炉からの生成ガス（ガス化ガス）中に含まれる硫黄化合物を、アミン系吸収剤を用いた反応吸収・放散法で除去するガス精製装置に適用される。

【0052】

吸収液としてはアミン吸収液を用いて、ガス精製装置において、ガス化ガス中のH₂Sを除去している。なお、このH₂Sの除去と共に、ガス化ガス中に含まれるCO₂も併せて除去される。

【0053】

ここで、ガス精製装置を経た石炭ガス化ガスは、ガスタービンでの発電に供されるため、ガス精製装置にて、硫黄化合物を除去する際に同時吸収されるCO₂量は少ない方がガスタービンへの供給ガス量低下つまり発電効率低下を抑制できるため好ましい。

【0054】

ガス精製装置であるガス吸収・再生装置10Cにおけるガス中の硫黄化合物とCO₂の吸収選択性は、ガス精製装置に供給されるリーン溶液のCO₂濃度を含む性状に加えて、

10

20

30

40

50

ガス吸収・再生装置 10C の吸収塔 13 に供給するリーン溶液 12B の流量及びガス流量にも影響されるため、実施例 1 と同様に、ガス吸収・再生装置 10C の運転条件を最適化することによって、CO₂ に対する硫黄化合物の選択性を向上することが可能となる。

【0055】

さらに、ガス吸収・再生装置 10C で処理された石炭ガス化ガス中の硫黄酸化物への要求を満足する状態において、リッチ溶液 12A 中の CO₂ 濃度が高い場合には、ガス精製装置にて過大に CO₂ が吸収されていることが考えられるため、ガス吸収・再生装置 10C の運転条件(吸収剤の循環流量及び吸収剤再生を目的とした投入熱量)を調整して、CO₂ 吸収量を最小化することで、効率的な発電をすることが可能となる。

【0056】

加えて、ガス吸収・再生装置 10C の吸収塔 13 に供給されるリーン溶液 12B 中の CO₂ は、硫黄化合物の吸収能力の阻害要因となるため、リーン溶液 12B 中の CO₂ 濃度が過度に高くないように監視する必要がある。

【0057】

このため、第 1 採取部 X 及び第 2 採取部 Y において、同時時間帯でのリーン溶液 12B 及びリッチ溶液 12A 中の CO₂ 濃度を把握しながらガス吸収・再生装置 10C の運転条件変更を行うことで、硫黄化合物除去性能の維持を確保することとなる。

【0058】

このように、本実施例によれば、ガス吸収・再生装置の運転において、吸収塔 13 で処理した石炭ガス化ガスである導入ガス 11 中の硫黄化合物に関するモニタリング濃度が要求を満足している範囲内で、リーン溶液 12B 及びリッチ溶液 12A 中の CO₂ 濃度を監視し、それらの CO₂ 濃度の差分と、吸収剤の循環流量から算出される CO₂ 吸収量を最小とする運転条件となるように、吸収剤の循環流量及び吸収剤再生を目的とした投入熱量を調整することで、CO₂ に対する硫黄化合物の選択性を向上することが可能となる。

【符号の説明】

【0059】

- 10A、10B、10C ガス吸収・再生装置
- 11 導入ガス
- 12 吸収液
- 12A リッチ溶液
- 12B リーン溶液
- 13 吸収塔
- 14 吸収液再生塔(再生塔)
- 15 リボイラ
- 16 熱交換器

10

20

30

フロントページの続き

- (72)発明者 長安 弘貢
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 平田 琢也
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 大石 剛司
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 島田 大輔
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内

審査官 神田 和輝

- (56)参考文献 特開２０１２－１１０８４１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０３５２１４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１５２７３１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－２５４３９０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１１０８３６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

B 0 1 D 5 3 / 1 4 - 5 3 / 1 8
B 0 1 D 5 3 / 3 4 - 5 3 / 8 5