

(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2015-73990

(P2015-73990A)

(43) 公開日 平成27年4月20日 (2015.4.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B01D 53/50 (2006.01)	B01D 53/34 125Q	4D002
B01D 53/77 (2006.01)	B01D 53/34 125E	4D020
B01D 53/68 (2006.01)	B01D 53/34 134B	
B01D 53/64 (2006.01)	B01D 53/34 134D	
B01D 53/18 (2006.01)	B01D 53/34 136A	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 37 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-209099 (P2014-209099)
 (22) 出願日 平成26年10月10日 (2014.10.10)
 (31) 優先権主張番号 14/051,734
 (32) 優先日 平成25年10月11日 (2013.10.11)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 503416353
 アルストム テクノロジー リミテッド
 ALSTOM Technology L
 td
 スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ
 シュトラーセ 7
 Brown Boveri Strass
 e 7, CH-5400 Baden,
 Switzerland
 (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
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

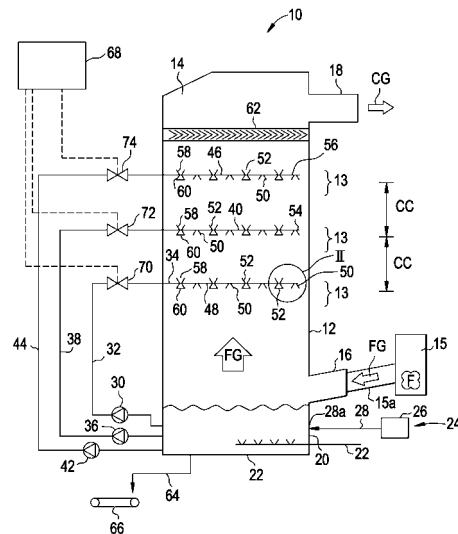
(54) 【発明の名称】 湿式脱硫スプレー塔用の方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 スプレーノズルの閉塞が防止されたシステム、およびスプレーノズルの閉塞を防止する方法を提供する。

【解決手段】 分散された微細に分割された吸収液によって煙道ガスを洗浄するおよび/または煙道ガスを冷却するための方法および装置またはシステムが提供される。この場合、吸収液が湿式洗浄装置に分散せられ、煙道ガスは、洗浄された煙道ガスを生成するために、吸収液と煙道ガスとの混合および接触のために湿式洗浄装置を流過する。湿式洗浄装置に供給される吸収液は、ノズルの間の最小限のスプレー干渉で吸収液と煙道ガスとの接触を最大化するように配置された、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルと、下方へスプレーする複数のノズルとから分散させられる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも第 1 のスプレーレベルおよび第 2 のスプレーレベルを備える湿式洗浄装置と

、互いに上下に鉛直方向で整列して配置された、前記第 1 のスプレーレベルおよび前記第 2 のスプレーレベルのそれぞれにおける、下方へスプレーする複数のノズルと、

互いに上下に鉛直方向で整列して配置された、前記第 1 のスプレーレベルおよび前記第 2 のスプレーレベルのそれぞれにおける、下方へスプレーする複数のノズルの間に交互に位置する、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルと、を備え、

該上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルのそれぞれは、上方へ延びた部分と、反対向きに延びた部分とを有し、該反対向きに延びた部分は、前記上方へ延びた部分の粒子閉塞を防止するように、前記上方へ延びた部分から前記反対向きに延びた部分への粒子流を操作可能であることを特徴とする、システム。

10

【請求項 2】

同様に配置された下方へスプレーする複数のノズルと上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルとを具備した付加的なスプレーレベルをさらに有する、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

ボイラからの煙道ガスが前記湿式洗浄装置を通過して上方へ流れる、請求項 1 記載のシステム。

20

【請求項 4】

前記下方へスプレーする複数のノズルの少なくとも一部と、前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの少なくとも一部とから吸収液が噴霧または分散させられる、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 5】

前記下方へスプレーする複数のノズルの少なくとも一部と、前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの少なくとも一部とから吸収液が噴霧または分散させられ、前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約 80% 以上、または約 90% 以上は、前記上方へ延びた部分から上方へスプレーされ、前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約 20% 以下、または約 10% 以下

30

【請求項 6】

前記湿式洗浄装置を通過する煙道ガスと接触して洗浄された煙道ガスを生成するように、吸収液がそれぞれのノズルから噴霧または分散させられる、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 7】

それぞれのノズルは、石灰石吸収液またはスラリーを噴霧または分散させるように操作可能である、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 8】

前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルのそれぞれは、上方へ延びた部分から、より小さなサイズの反対向きに延びた部分を通して流出する粒子を除去するように操作可能である、請求項 1 記載のシステム。

40

【請求項 9】

吸収液を湿式洗浄装置へ供給する工程であって、該湿式洗浄装置は、少なくとも第 1 のスプレーレベルおよび第 2 のスプレーレベルを備え、前記第 1 のスプレーレベルおよび前記第 2 のスプレーレベルは、互いに上下に鉛直方向で整列して配置された、前記第 1 のスプレーレベルおよび前記第 2 のスプレーレベルのそれぞれにおける、下方へスプレーする複数のノズルと、互いに上下に鉛直方向で整列して配置された、前記第 1 のスプレーレベルおよび前記第 2 のスプレーレベルのそれぞれにおける、前記下方へスプレーする複数のノズルの間に交互に位置する、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルと、を具備し、それぞれの前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルは、上方へ延びた部分の粒子閉

50

塞を防止するように、前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの前記上方へ延びた部分からの粒子流を操作可能な、下方へ排出する延びた部分を有する、工程と、

前記湿式洗浄装置を流過する煙道ガスを前記吸収液と接触させ、洗浄された煙道ガスを生成する工程と、

を備えることを含むことを特徴とする、方法。

【請求項 10】

同様に配置された下方へスプレーする複数のノズルと上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルとを具備した付加的なスプレーレベルを付加することをさらに含む、請求項 9 記載の方法。

【請求項 11】

ボイラにおいて生成された煙道ガスは、前記湿式洗浄装置を上方へ流過する、請求項 9 記載の方法。

【請求項 12】

前記下方へスプレーする複数のノズルの少なくとも一部と、前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの少なくとも一部とから、吸収液を、微細に分割されたスプレーとして噴霧または分散させる、請求項 9 記載の方法。

【請求項 13】

前記吸収液は、前記下方へスプレーする複数のノズルの少なくとも一部と、前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの少なくとも一部とから噴霧または分散させられる石灰石吸収液またはスラリーであり、前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約 80% 以上、または 90% 以上を、上方へ延びた部分から上方へスプレーし、前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約 20% 以下、または約 10% 以下を、反対向きに延びた部分から下方へスプレーする、請求項 9 記載の方法。

【請求項 14】

前記吸収液は、前記湿式洗浄装置を上方へ流過する煙道ガスと接触させて洗浄された煙道ガスを生成するように、それぞれのノズルからスプレーされる石灰石スラリーである、請求項 9 記載の方法。

【請求項 15】

前記上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルのそれぞれは、上方へ延びた部分から、より小さなサイズの反対向きに延びた部分を通して流出する粒子を除去するように操作可能である、請求項 9 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、概して、気体汚染物の吸収および/またはガスの冷却のための微細に分割された液体とガスを接触させることによって汚染ガスを洗浄するおよび/または高温ガスを冷却する方法および装置またはシステムを提供する。特に、本開示は、気体汚染物の吸収および/またはガスの冷却のための微細に分割された液体とガスを接触させることによって汚染ガスを洗浄するおよび/または高温ガスを冷却するためのノズル構成において使用される、閉塞に対して抵抗力のあるノズルに向けられた方法および装置またはシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

粒子または気体物質を除去するための汚染ガスの洗浄は、今日の工業化した社会における重要かつ一般的なプロセスである。広範囲の様々な技術が開発されており、今日では、ガス洗浄プラントが設計されるとき、さらには極めて特定の汚染物が除去されるとき、選択しうる複数の方法がしばしば存在する。

【0003】

粒子状汚染物はしばしば、サイクロンなどのダイナミックセパレータ、静電集塵器、ま

10

20

30

40

50

たはバリアフィルタ、バッグフィルタまたはカセットフィルタによって除去される。

【0004】

気体汚染物は一般的に添加剤を使用して、乾燥形式または湿潤形式で供給された添加剤による吸収によって、または気体形式または液体形式で供給された添加剤と気体汚染物を反応させることによって除去され、これにより、粒子状生成物を生じる。その後、反応生成物は粒子セパレータにおいて分離される。

【0005】

ガスの温度を適応させるためにまたはガスから熱を回収するためにガスを冷却することも重要かつ一般的なプロセスである。熱伝達は一般的に、伝熱式または再生式の熱交換器によってまたは高温媒体と低温媒体との直接接触によって生じる。本発明は気体と液体との直接接触による熱伝達に関するものであるので、その他の技術については説明しない。

10

【0006】

多くの点で有利な1つの方法は、ガスを、微細に分割された液体の“雨”の中にまたは液体によって流過される表面に案内することである。これらの方法により、高温ガスを冷却することができ、また、液体中の粒子を捕捉することができ、汚染ガスの気体汚染成分を液体によって吸収するまたは液体と反応させることができる。この液体は、溶解した気体汚染物成分が、液体からの固体粒子のより容易な分離のために固体粒子を形成することを生ぜしめるまたは促進する物質を含有していてもよい。

【0007】

液体は通常、接触装置においてリサイクルされるが、液体の一部は、一般的に連続的に除去され、この液体の熱をその他の用途において利用するおよび/またはこの液体から汚染物を分離するために処理される。すなわち、冷却されたおよび/または処理された液体を、再び使用するために接触装置へリサイクルすることができる。

20

【0008】

汚染ガス洗浄プラントは、接触装置もしくは開放した塔と、充填洗浄装置もしくは充填塔とを有する。接触装置もしくは開放した塔において、汚染ガスは、微細に分割された液体と遭遇するだけである。充填洗浄装置もしくは充填塔において、汚染ガスは、例えばサドル状またはコイル状の小さな部分が充填された塔を流過する。小さな部分には液体がスプレーされて液体膜を形成し、この液体膜は、ほぼ全表面にわたって下方へ流れる。しかしながら、充填洗浄装置は、主体開示の分野に当てはまらないので、ここではこれ以上説明しない。

30

【0009】

例えば、汚染ガスから二酸化硫黄を分離するためのおよび/または熱を回収するためにガスを冷却するための接触装置もしくは開放した塔の例が、米国特許第3532595号明細書に開示されている。この場合、米国特許第3532595号明細書は、水平方向のガス流と、複数のレベルもしくは位置において供給される液体とを有する、鉛直の塔および洗浄装置の両方を開示している。米国特許第4164399号明細書は、より複雑でない設計の塔を開示している。この塔では、液体は、1つのレベルのみにおいて供給されるが、複数のレベルにおける捕捉後に分配される。米国特許第2523441号明細書は、開放した塔と、充填セクションとの組合せを開示している。

40

【0010】

上述の技術は、接触装置において使用される液体が重力によって下方へ落下するもしくは流れることを必要とする。しかしながら、多かれ少なかれ水平な液体カーテンを形成し、この液体カーテンを汚染ガスが流過する接触装置もしくは洗浄装置を設計することも公知である。2つの例が、米国特許第2589956号明細書および米国特許第3691731号明細書に開示されている。

【0011】

中間の設計が米国特許第4583999号明細書に開示されており、この設計では、洗浄液は水平方向に供給されるが、減速後、微細に分割された小滴の雨として降下する。

【0012】

50

別のガス接触装置もしくは塔は、独国特許出願公開第3341318号明細書または米国特許第3532595号明細書に開示されており、この場合、液体は4～6のレベルにおいて供給される。各レベルは、ガスと液体との接触のために小さな液体の小滴を分散させるための複数のノズルを有する。この場合、各レベルには、0.5～1メートル(m)の間隔を有する規則的な格子で配置されたノズルが設けられている。レベルの間の距離は1～2mである。接触装置もしくは塔の効率は、小滴とガスとの相対移動に大きく依存する。したがって、ガスは、降下する液体小滴とは反対方向に上方へ、すなわち向流で流れることが一般的に好適であるが、様々な理由から、ガスが、降下する小滴と同じ方向で、すなわち並流で降下するガス接触装置もしくは塔も存在する。

【0013】

この方法を利用してガス処理効率を高めることが望ましいとすると、塔の高さを増大させるかまたは液体の流量を増大させることが必要となる。いずれの選択肢を選択するとしても、結果的に、任意の体積のガス流のためのポンプ仕事量が増大する。開放したガス接触装置もしくは塔は、大きなスペースを必要とするという大きな欠点も有する。大きなスペースの要求は、それに関連した大きな建築コストも意味する。なぜならば、塔は一般的に比較的高さが高くなければならないからである。この場合、微細な小滴の雨の形式で塔内を降下するための液体はまず、かなりの高さまでポンプによって押し上げられなければならない。このようなポンプ仕事は、ガス処理に関連する運転コストを著しく増大させる。

【0014】

別の開放スプレー塔システムが、米国特許第5474597号明細書に開示されている。開示された開放スプレー塔は、物質移動を高める目的で、ガス流の方向と同じ方向に上方へ液体をスプレーするノズルと、ガス流の方向とは反対方向に下方へ液体をスプレーするノズルとが交互に位置しているようなパターンで配置されたノズルを使用している。このシステムの欠点は、液体を上方へスプレーするように配置されたノズルが、システムが作動しておらず、液体の流れが存在しないときに閉塞するということである。作動していないとき、液体を下方へスプレーする、上方に配置されたノズルからの蓄積したスラリーおよび粒子は、未使用のノズルの閉塞を生じ、さらに悪いことには、関連するポンプへの逆流を生じた。

【0015】

湿式接触装置もしくは洗浄装置におけるガス洗浄およびガス冷却は、数十年の間、プロセス工業、発電プラントおよび焼却プラントにおいて確立した技術であった。上述のような幾つかの欠点があるとしても、この技術は、十分に試され、効率的かつ信頼性があると考えられなければならない。しかしながら、このような湿式接触装置または洗浄装置の大きな欠点は、スプレーノズルの閉塞であり、その結果、非効率的なガス洗浄およびガス冷却を生じる。スプレーノズルの閉塞という欠点に対処する必要がある。この場合、高価なノズル閉塞およびその結果生じる非効率なガス洗浄/冷却に対処する方法および/または装置が必要とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【特許文献1】米国特許第3532595号明細書

【特許文献2】米国特許第4164399号明細書

【特許文献3】米国特許第2523441号明細書

【特許文献4】米国特許第2589956号明細書

【特許文献5】米国特許第3691731号明細書

【特許文献6】米国特許第4583999号明細書

【特許文献7】独国特許出願公開第3341318号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

本発明の課題は、スプレーノズルの閉塞が防止されたシステム、およびスプレーノズルの閉塞を防止する方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 8 】

主体の開示は、高価なノズル閉塞およびその結果生じる非効率なガス洗浄および/またはガス冷却に対処する方法および装置またはシステムを提供する。この場合、本開示は、汚染ガスを洗浄するためのおよび/または高温ガスを冷却するための方法および装置またはシステムに関し、ガスは、粒子の分離、気体汚染物の吸収およびガスの冷却のために、微細に分割された液体と接触させられる。微細に分割された液体は、装置またはシステムを流過するガスの主流方向に対して実質的に垂直な2つ以上の平面においてノズルのパターンに配置された閉塞防止ノズルを使用して供給される。

【 0 0 1 9 】

高価なノズル閉塞およびその結果としての非効率なガス洗浄/冷却に対処するために、ガス洗浄および/またはガス冷却のために、ガスと接触するための微細に分割された液体を供給するためのノズルのパターンで、閉塞防止ノズルが使用される。主体の閉塞防止ノズルは、1つの第1の方向に流れる液体流の量の大部分と、別の第2の方向に流れる比較的少ない量の液体流とを有するデュアルオリフィスノズルである。第2の方向に排出される比較的少ない量の液体流は、ノズル作動中にほとんど効果を有さない。しかしながら、ノズルが作動していないとき、第2の方向にノズルから排出される比較的少ない量の液体流は、特定の粒子状物質のための排出経路を提供する。さもなければ、この特定の粒子状物質は、第1の方向に排出する反対向きのノズルを閉塞させてしまう。これにより、第2の方向の比較的少量の流体流は、しばしば汚染ガスの洗浄および/または高温ガスの冷却に関連するノズル閉塞を低減または排除するように機能する。また、主体の閉塞防止ノズルは、以前は要求されていた頻繁なノズル洗浄および/または交換に関連する運転コストを低減または排除する。

【 0 0 2 0 】

要するに、主体の装置またはシステムは、少なくとも第1のスプレーレベルおよび第2のスプレーレベルを有する湿式洗浄装置であって、各スプレーレベルには、互いに上下に鉛直方向に整列して配置された、下方へスプレーする複数のノズルと、互いに上下に鉛直方向に整列して配置された、下方へスプレーする複数のノズルの間に交互に位置する、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルとが具備されている、湿式洗浄装置を含む。上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルのそれぞれは、上方へ延びた部分と、反対向きに延びた部分とを有する。反対向きに延びた部分は、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの上方へ延びた部分の粒子閉塞を防止するために、上方へ延びた部分から、反対向きに延びた部分への粒子の流れのために作動可能である。主体の装置またはシステムはさらに、同様に配置された下方へスプレーする複数のノズルと、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルとが具備された付加的なスプレーレベル、例えば1~18の付加的なスプレーレベルを有してもよい。この場合、ボイラにおいて生ぜしめられた煙道ガスは、湿式洗浄装置を通過して上方へ流れ、この湿式洗浄装置において、下方へスプレーする複数のノズルの少なくとも一部と、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの少なくとも一部とから微細に分割されたスプレーとして吸収液が噴霧または分散させられる。好適には、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルから分散させられる吸収液の約90%以上は、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの上方へ延びた部分から上方へスプレーされ、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約10%以下は、反対向きに延びた部分から下方へスプレーされる。これに代えて、好適には、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルから分散させられる吸収液の約80%以上は、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの上方へ延びた部分から上方へスプレーされ、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約20%以下は、反対向きに延びた部分から下方へスプレーされる。ノズルからこのようにスプレーされた吸収液は、湿式洗

10

20

30

40

50

浄装置を流過する煙道ガスと接触し、煙道ガスに含まれた酸性ガスを吸収して、洗浄された煙道ガスを生成する。好適にはこの目的のために、吸収液は、石灰石吸収液またはスラリーである。上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの粒子閉塞を著しく低減または排除するために、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルは、より小さなサイズの反対向きに延びた部分によって、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの上方へ延びた部分から粒子を除去するために作動可能である。

【0021】

要するに、主体の方法は、少なくとも第1のスプレーレベルおよび第2のスプレーレベルを有する湿式洗浄装置であって、各スプレーレベルには、互いに上下に鉛直方向に整列して配置された、下方へスプレーする複数のノズルと、互いに上下に鉛直方向に整列して配置された、下方へスプレーする複数のノズルの間に交互に位置する、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルとが具備されている湿式洗浄装置に、吸収液を供給することを含む。それぞれの上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルは、上方へ延びた部分と、反対向きに延びた部分とを有する。反対向きに延びた部分は、上方へ延びた部分の粒子閉塞を防止するために、上方へ延びた部分から、反対向きに延びた部分への粒子の流れのために作動可能である。主体の方法はさらに、湿式洗浄装置を上方へ流過する、ボイラにおいて発生された煙道ガスを、吸収液と接触させ、洗浄された煙道ガスを生成することを含む。主体の方法によれば、湿式洗浄装置は、同様に配置された下方へスプレーする複数のノズルと上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルとを具備した付加的なスプレーレベルを有してもよい。好適な吸収液は、石灰石吸収液またはスラリーであり、下方へスプレーする複数のノズルの少なくとも一部と、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの少なくとも一部とから微細に分割されたスプレーとして噴霧または分散させられる。上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約90%以上は、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの上方へ延びた部分から上方へスプレーされ、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約10%以下は、反対向きに延びた部分から下方へスプレーされる。これに代えて、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約80%以上は、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの上方へ延びた部分から上方へスプレーされ、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルからスプレーされる吸収液の約20%以下は、反対向きに延びた部分から下方へスプレーされる。したがって、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルは、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの上方へ延びた部分から、より小さなサイズの反対向きに延びた部分を通して流出する粒子を除去するように操作可能である。

【0022】

本開示のその他の課題及び特徴が以下の説明及び請求項から明らかになるであろう。

【0023】

ここで添付した図面を参照しながら本発明を以下でさらに詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】主体の実施形態による湿式洗浄装置システムの概略的な断面図である。

【図2】図1において円で囲まれた部分IIの拡大した概略的な側面図である。

【図3】図2のノズルの概略的な平面図である。

【図4】図2のノズルの概略的な側方からの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

図1は、汚染されたプロセスガスを洗浄するためにおよび/または高温のプロセスガスを冷却するために有効な湿式洗浄装置(湿式スクラバー)12を有する主体の装置またはシステム10を概略的に例示している。湿式洗浄装置12におけるスプレー装置13は、石炭又は油などの燃料Fを燃焼させるように機能するボイラ15において発生された煙道ガスFGとしてのプロセスガスの二酸化硫黄含有量の少なくとも一部分を除去するように機能する。煙道ガスFGは、ボイラ15から、流体接続されたダクト15aを通過して、湿

10

20

30

40

50

式洗浄装置 1 2 の流体接続された入口 1 6 へ流入する。

【 0 0 2 6 】

湿式洗浄装置 1 2 は、鉛直方向の開放した塔 1 4 と、洗浄および / または冷却される煙道ガス F G 用の入口 1 6 と、洗浄された煙道ガス C G 用の出口 1 8 とを有しており、洗浄された煙道ガス C G からは、二酸化硫黄含有量の少なくとも一部分が除去されている。鉛直方向の開放した塔 1 4 の底部 2 2 には、吸収液タンク 2 0 が配置されている。吸収液タンク 2 0 には、酸化装置 2 2 が設けられている。入口 2 8 a に流体接続された供給管 2 8 に流体接続された石灰石貯蔵部 2 6 を有する吸収液供給装置 2 4 から入口 2 8 a を通じて吸収液タンク 2 0 へ新鮮な石灰石 (CaCO_3) が供給される。吸収液タンク 2 0 は、代替的に、鉛直方向の開放した塔 1 4 の外部に配置されていてもよく、新鮮な石灰石の供給は、代替的に、吸収液タンク 2 0 以外の位置において、乾燥粉末、スラリーまたはこれら両方として、鉛直方向の開放した塔 1 4 に進入することができることが認められるであろう。

10

【 0 0 2 7 】

湿式洗浄装置 1 2 は、さらに第 1 の循環ポンプ 3 0 を有している。第 1 の循環ポンプ 3 0 は、流体接続された吸収液循環管 3 2 を通じて、石灰石吸収液 (石灰石スラリーと呼ばれる時もある) を、吸収液タンク 2 0 から、流体接続された第 1 のスプレーレベルシステム 3 4 へ循環させる。第 1 のスプレーレベルシステム 3 4 は、鉛直方向の開放した塔 1 4 の底部 2 2 の最も近くに、鉛直方向で最も低いところに配置されている。湿式洗浄装置 1 2 は、さらに第 2 の循環ポンプ 3 6 を有している。第 2 の循環ポンプ 3 6 は、流体接続された吸収液循環管 3 8 を通じて、石灰石吸収液を、吸収液タンク 2 0 から、流体接続された第 2 のスプレーレベルシステム 4 0 へ循環させる。第 2 のスプレーレベルシステム 4 0 は、鉛直方向の開放した塔 1 4 内で第 1 のスプレーレベルシステム 3 4 よりも鉛直方向上方に配置されている。湿式洗浄装置 1 2 は、さらに第 3 の循環ポンプ 4 2 を有している。第 3 の循環ポンプは、流体接続された吸収液循環管 4 4 を通じて、石灰石吸収液を、吸収液タンク 2 0 から、流体接続された第 3 のスプレーレベルシステム 4 6 へ循環させる。第 3 のスプレーレベルシステム 4 6 は、鉛直方向の開放した塔 1 4 において、第 2 のスプレーレベルシステム 4 0 よりも鉛直方向上方に、底部 2 2 から最も大きな距離に配置されている。第 1 のスプレーレベルシステム 3 4 の中間点と第 2 のスプレーレベルシステム 4 0 の中間点との間の、図 1 に距離 C C として示された鉛直方向距離と、第 2 のスプレーレベルシステム 4 0 の中間点と第 3 のスプレーレベルシステム 4 6 の中間点との間の、図 1 に距離 C C として示された鉛直方向距離とは、約 1 . 2 5 メートル (m) ~ 約 3 m である。約 1 . 2 5 m 未満の距離 C C はあまり好ましくない。なぜならば、このような距離は、隣接するスプレーレベルシステムの間望ましくない相互作用を生ぜしめる傾向があり、その結果、二酸化硫黄除去効率を低下させるからである。約 3 m よりも大きな距離 C C はあまり好ましくない。なぜならば、このような距離は、鉛直方向の開放した塔 1 4 の全体の高さを極めて高くし、この高さに関連した投資コストおよび運転コストを増大させるからである。

20

30

【 0 0 2 8 】

第 1 のスプレーレベルシステム 3 4 は、第 1 の管状部分 8 と、複数の流体接続された噴霧ノズル 5 0 , 5 2 とを有する。噴霧ノズル 5 0 , 5 2 は、ポンプ 3 0 によって噴霧ノズル 5 0 , 5 2 へ循環させられた石灰石吸収液を、微細に分割されたスプレーとして噴霧もしくは分散させる。この場合、微細に分散させられた石灰石吸収液は、湿式洗浄装置 1 2 を通って実質的に鉛直方向上方へ通過する煙道ガス F G との有効な接触を達成する。第 2 のスプレーレベルシステム 4 0 は、同様に、第 2 の管状部分 5 4 と、複数の流体接続された噴霧ノズル 5 0 , 5 2 とを有している。第 3 のスプレーレベルシステム 4 6 は、同様に、第 3 の管状部分 5 6 と、複数の流体接続された噴霧ノズル 5 0 , 5 2 とを有している。第 2 の管状部分 5 4 および第 3 の管状部分 5 6 の噴霧ノズル 5 0 , 5 2 は、第 1 の管状部分 4 8 の噴霧ノズル 5 0 , 5 2 と同じまたは類似のタイプのものである。

40

【 0 0 2 9 】

50

噴霧ノズル50の全てまたは大部分は、1つの方向、すなわち鉛直方向の開放した塔14を通る煙道ガスFGの流れに対して向流で、鉛直方向の開放した塔14内でほぼ下方へ方向付けられた円錐形パターンにおいて噴霧する。噴霧ノズル50は、例えば、米国イリノイ州ウィートンのSpaying Systems Co.から市販されている4CF-303120型であってよい。このタイプの噴霧ノズル50は、約0.5 barの、水を用いて測定された噴霧圧力で、70000リットル/時または1170リットル/分に対応する約70 m³/時の液体流量、または約1.2 barの、水を用いて測定された噴霧圧力で、107000リットル/時または1780リットル/分に対応する約107 m³/時の液体流量のために作動する。

【0030】

全ての噴霧ノズル52は、閉塞防止ノズルである。閉塞防止ノズルは、少なくとも2つの方向、すなわち、鉛直方向の開放した塔14を通る煙道ガスFGの方向とほぼ同じ流れ方向で鉛直方向の開放した塔14内をほぼ上方へ方向付けられた円錐形パターンで、かつより少ない程度で、鉛直方向の開放した塔14を通る煙道ガスFGの流れに対して向流の下方および/またはほぼ下方へ、スプレーする。本明細書に記載されたタイプの噴霧ノズル52は、例えば、米国イリノイ州ウィートンのSpaying Systems Co.から市販されている。第1のスプレーレベル34、第2のスプレーレベル40および/または第3のスプレーレベル46の作動中、閉塞防止ノズル52から噴霧された吸収液の約90%~約99%以上が、上方へ延びた部分58から上方へ円錐形パターンで噴霧される。この場合、閉塞防止ノズル52は、約0.5 barの、水を用いて測定された噴霧圧力で、約63000リットル/時~約69000リットル/時、または約1050リットル/分~約1150リットル/分に対応する約63 m³/時~約69 m³/時の上方への液体流量、または約1.2 barの、水を用いて測定された噴霧圧力で、約96000リットル/時~約106000リットル/時、または約1600リットル/分~約1766リットル/分に対応する約96 m³/時~約106 m³/時の液体流量のために作動する。これに代えて、第1のスプレーレベル34、第2のスプレーレベル40および/または第3のスプレーレベル46の作動中、閉塞防止ノズル52からスプレーされた吸収液の約80%以上が、上方へ延びた部分58から上方へ円錐形パターンでスプレーされる。

【0031】

第1のスプレーレベル34、第2のスプレーレベル40および/または第3のスプレーレベル46の作動中、閉塞防止ノズル52からスプレーされた吸収液の約10%~約1%以下が、延びた部分60から下方へおよび/またはほぼ下方へスプレーされる。この場合、閉塞防止ノズル52は、約0.5 barの、水を用いて測定された噴霧圧力で、約63000リットル/時~約69000リットル/時、または約105リットル/分~約115リットル/分に対応する約6.3 m³/時~約6.9 m³/時の下方への液体流量、または約1.2 barの、水を用いて測定された噴霧圧力で、約9600リットル/時~約10600リットル/時、または約160リットル/分~約176リットル/分に対応する約9.6 m³/時~約10.6 m³/時の液体流量のために作動する。これに代えて、第1のスプレーレベル34、第2のスプレーレベル40および/または第3のスプレーレベル46の作動中、閉塞防止ノズル52からスプレーされた吸収液の約20%以下が、延びた部分60から下方へおよび/またはほぼ下方へスプレーされる。

【0032】

第1のスプレーレベルシステム34、第2のスプレーレベル40および/または第3のスプレーレベル46が作動していないとき、上方へ延びた部分58からほとんどまたは全く吸収液はスプレーされず、吸収液の約10%~約1%以下、またはこれに代えて約20%以下が、反対向きに延びた部分60から下方へおよび/またはほぼ下方へスプレーされる。非作動期間中の、延びた部分60を通じたこの継続的な流体流は、上方へ延びた部分58において収集された粒子のための直接的な排出経路を提供し、これにより、上方へ延びた部分58の粒子閉塞を著しく低減または排除する。この場合、作動していないとき、閉塞防止ノズル52は、約0.5 barの、水を用いて測定された噴霧圧力で、約630

10

20

30

40

50

0 リットル/時～約 6 9 0 0 リットル/時、または約 1 0 5 リットル/分～約 1 1 5 リットル/分に対応する約 $6.3 \text{ m}^3/\text{時}$ ～約 $6.9 \text{ m}^3/\text{時}$ の、延びた部分 6 0 からの必要に応じた液体流、または約 1.2 bar の、水を用いて測定された噴霧圧力で、約 9 6 0 0 リットル/時～約 1 0 6 0 0 リットル/時、または約 1 6 0 リットル/分～約 1 7 6 リットル/分に対応する約 $9.6 \text{ m}^3/\text{時}$ ～約 $10.6 \text{ m}^3/\text{時}$ の液体流を維持する。しかしながら、作動していないとき、スプレー圧力は一般的に減じられ、ひいては、湿式洗浄装置 1 2 内の石灰石および同様の粒子のレベルに応じて、液体流量を、上方へ延びた部分 5 8 の閉塞を防止するのに適したレベルおよび適した期間にまで減じる。

【 0 0 3 3 】

噴霧ノズル 5 0 , 5 2 は、第 1 の管状部分 4 8、第 2 の管状部分 5 4 および第 3 の管状部分 5 6 において特定のパターンで配置されている。この場合、それぞれ第 1、第 2 および第 3 の管状部分 4 8 , 5 4 , 5 6 において、管状部分の長さに沿ってノズル 5 0 とノズル 5 2 とが交互になるように配置されている。また、それぞれ第 1、第 2 および第 3 の管状部分 4 8 , 5 4 および 5 6 において、ノズル 5 0 は互いに鉛直方向に上下にまたはほぼ上下に配置されており、ノズル 5 2 はそれぞれ互いに鉛直方向に上下にまたはほぼ上下に配置されている。ノズル 5 0 , 5 2 は、ノズル間のスプレー干渉をできるだけなくし、効率的な煙道ガス F G の洗浄のために、スプレーと煙道ガス F G との接触を最大限にするように配置されている。選択的に、取付け/メンテナンス目的のために利用可能な 2 つの異なるタイプのノズル 5 0 , 5 2 を有するのではなく、ノズル 5 2 のみを使用することができ、この場合、ノズル 5 2 の半数は、吸収液流の大部分が上方へ分散させられるように配置され、ノズル 5 2 の残りの半数は、吸収液流の大部分が下方へ分散させられるように配置され、これにより、ノズル 5 0 と置き換えている。しかしながら、ノズル 5 2 は一般的にノズル 5 0 よりも高価であるので、このような配列は好ましくない。したがって、この配列については、明瞭にするためここではこれ以上説明しない。

【 0 0 3 4 】

第 3 のスプレーレベルシステム 4 6 の上方にミストエリミネータ 6 2 が配置されている。ミストエリミネータ 6 2 は、洗浄された煙道ガス C G によって同伴されている吸収液の小滴の少なくとも一部分を除去する。

【 0 0 3 5 】

湿式洗浄装置 1 2 では、煙道ガス F G の二酸化硫黄 (SO_2) が吸収液の石灰石 (CaCO_3) と反応し、亜硫酸カルシウム (CaSO_3) を形成し、この亜硫酸カルシウムは、その後、酸化させられ、石膏 (CaSO_4) を形成する。亜硫酸カルシウムの酸化は、好適には、酸化配列 2 4 を用いて吸収液に空気または酸素ガスを泡立たせることによって行われる。したがって、吸収液は、石灰石に加えて、少量の亜硫酸カルシウム、及び主成分としての石膏をも含む。このプロセスを通じて形成された石膏は、廃棄管 6 4 を通じて吸収液タンク 2 0 から除去され、ベルトフィルタ 6 6 として概略的に示された石膏脱水ユニットへ送られる。脱水された石膏は、例えば壁板製造において商業的に利用されてよい。

【 0 0 3 6 】

二酸化硫黄 (SO_2) に加え、湿式洗浄装置 1 2 は、少なくとも部分的に、煙道ガスからその他の汚染物も除去する。このようなその他の汚染物の例は、三酸化硫黄 (SO_3)、塩酸 (HCL)、フッ化水素酸 (HF) 及びその他の酸性汚染物を含む。さらに、湿式洗浄装置 1 2 は、少なくとも部分的に、例えば塵芥粒子及び水銀などのその他のタイプの汚染物を煙道ガスから除去してもよい。

【 0 0 3 7 】

制御ユニット 6 8 は、湿式洗浄装置 1 2 の作動を制御する。このために、第 1 の制御弁 7 0 の形式の制御装置が、第 1 のスプレーレベルシステム 3 4 の第 1 の管状部分 4 8 に設けられており、第 2 の制御弁 7 2 の形式の制御装置が、第 2 のスプレーレベルシステム 4 0 の第 2 の管状部分 5 4 に設けられている。さらに、第 3 の制御弁 7 4 の形式の制御装置は、第 3 のスプレーレベルシステム 4 6 の第 3 の管状部分 5 6 に設けられている。制御ユニット 6 8 は、湿式洗浄装置 1 2 の効率的な作動のために、弁 7 0 , 7 2 , 7 4 のそれぞれ

れを個々に制御する。

【0038】

図2は、図1に円で囲まれた部分IIにおけるノズル50および52を概略的に示している。この場合、ノズル50は、上述のように下方へスプレーし、ノズル52は、デュアルオリフィス閉塞防止ノズルである。デュアルオリフィス閉塞防止ノズルは、吸収液を主に、上方へ延びた部分58から上方へスプレーし、より少ない程度に、反対向きに延びた部分60から下方へスプレーする。

【0039】

図3は、鉛直方向の開放した塔14を見下ろす平面図において、図2のノズル50および52を概略的に示している。この場合、上方へ延びた部分58にはスプレーオリフィス76が設けられており、このスプレーオリフィス76を通じて吸収液が第1の管状部分48から分散させられる。

10

【0040】

図4は再び図2のノズル50および52を示している。ノズル52の上方へ延びた部分58のスプレーオリフィス76は、ノズル50のスプレーオリフィス80のサイズとほぼ同じサイズになっている。しかしながら、ノズル52の延びた部分60におけるスプレーオリフィス78は、スプレーオリフィス76および80よりもかなり小さいサイズとなっている。なぜならば、この延びた部分60を通る流体はかなり少ないからである。また、スプレーオリフィス78は、スプレーオリフィス76の下方に、スプレーオリフィス76と整列させられており、延びた部分60からの解放のために、上方へ延びた部分58からスプレーオリフィス76および78を通る下方への粒子の流れを許容し、これにより、上方へ延びた部分58の粒子閉塞を大幅に低減または排除する。

20

【0041】

ボイラ15において発生された煙道ガスFGを洗浄または処理するために湿式洗浄装置12を使用する場合、煙道ガスFGは、石灰石スラリーなどの吸収液との接触のために湿式洗浄装置12を上方へ通過させられる。吸収液は、少なくとも第1のスプレーレベル34および第2のスプレーレベル40に所定のパターンで配置されたノズル50および52から微細に分割されたスプレーとして噴霧もしくは分散させられる。噴霧または微細に分割された吸収液スプレーは、煙道ガスとの接触時に煙道ガスから二酸化硫黄、塩化水素および同様の酸などの汚染物を吸収し、洗浄された煙道ガスCGを生成する。吸収液と煙道ガスFGとの接触を最大限にするために、少なくとも第1のスプレーレベル34および第2のスプレーレベル40の長さに沿ってノズル50とノズル52とは交互に配置されている。少なくとも第1のスプレーレベル34および第2のスプレーレベル40の長さに沿って、ノズル50が鉛直方向で互いに上下に配置されておりかつノズル52が鉛直方向で互いに上下に配置されている。ノズル間の吸収液スプレー干渉をできるだけ減じながら、吸収液と煙道ガスFGとの接触を最大限にするために、少なくとも第1のスプレーレベル34および第2のスプレーレベル40において、ノズル50が鉛直方向で互いに上下に配置されておりかつノズル52が鉛直方向で互いに上下に配置されている。加えて、ノズル52は閉塞防止ノズルであり、ノズル52を通る流体流量の90%以上は上方へ延びた部分58から流れ、ノズル52を通る流体流量の10%以下は、反対向きに延びた部分60から流れる。これにより、上方へ延びた部分58から反対向きに延びた部分60への、および反対向きの部分60から外部への粒子流の経路を提供し、使用時ではないときに、上方へ延びた部分58の粒子閉塞を大幅に低減または排除する。また、ノズル52は閉塞防止ノズルであり、ノズル52を通る流体流量の80%以上は上方へ延びた部分58から流れ、ノズル52を通る流体流量の20%以下は、反対向きに延びた部分60から流れ、これにより、上方へ延びた部分58から反対向きの部分60への、および反対向きの部分60から外部への粒子流の経路を提供し、これにより、使用時ではないときに、上方へ延びた部分58の粒子閉塞を大幅に低減または排除する。

30

40

【0042】

複数の好適な実施の形態に関して発明は説明されているが、本開示の範囲から逸脱する

50

ことなく、様々な変更が加えられ、前記実施の形態のエレメントの代わりに均等物が代用されてもよいことが理解されるであろう。加えて、発明の基本的な範囲から逸脱することなく、特定の状況または材料を主体の開示の教示に適応させるために、多くの変更がなされてよい。したがって、本開示を実施するために考えられた最良の形態として開示された特定の実施の形態の開示は限定されないが、主体の開示は、添付の請求項の範囲に該当する全ての実施の形態を含むことが意図されている。さらに、第1、第2などの用語の使用は、いかなる順序又は重要性を示すものではなく、第1、第2などの用語は、1つのエレメントを別のエレメントと区別するために使用されている。

【0043】

要するに、主体の装置またはシステム10は、少なくとも第1のスプレーレベル34および第2のスプレーレベル40を有する湿式洗浄装置12であって、各スプレーレベルには、互いに上下に鉛直方向に整列して配置された、第1のスプレーレベル34および第2のスプレーレベルのそれぞれにおける下方へスプレーする複数のノズル50と、やはり互いに上下に鉛直方向に整列して配置された、第1のスプレーレベル34および第2のスプレーレベル40のそれぞれにおける、下方へスプレーする複数のノズル50の間に交互に位置する、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52とが具備されている、湿式洗浄装置を含む。上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52のそれぞれは、反対向きに延びた部分60を有する。反対向きに延びた部分60は、作動していないときに、上方へ延びた部分58の粒子閉塞を防止するために、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52の上方へ延びた部分58から、反対向きに延びた部分60を通る粒子流のために作動可能である。主体の装置またはシステム10はさらに、同様に配置された下方へスプレーする複数のノズル50と、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52とが具備された付加的なスプレーレベル13、例えば1~18の付加的なスプレーレベル13を有してもよい。この場合、ボイラ15からの煙道ガスFGは、湿式洗浄装置12を流れて上方へ流れ、この湿式洗浄装置12において、吸収液は、下方へスプレーする複数のノズル50の少なくとも一部と、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52の少なくとも一部とから噴霧またはスプレーされる。好適には、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52からスプレーされる吸収液の約90%以上は、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52の上方へ延びた部分58から上方へスプレーされ、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52からスプレーされる吸収液の約10%以下は、反対向きに延びた部分60から下方へスプレーされる。択一的に、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52からスプレーされる吸収液の約80%以上は、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52の上方へ延びた部分58から上方へスプレーされ、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52からスプレーされる吸収液の約20%以下は、反対向きに延びた部分60から下方へスプレーされる。ノズル50、52のそれぞれからこのようにスプレーされた吸収液は、湿式洗浄装置12を流過する煙道ガスFGと接触し、煙道ガスFGに含まれた酸性ガスを吸収して、洗浄された煙道ガスCGを生成する。好適には、この目的のために、吸収液は、石灰石吸収液またはスラリーである。この場合、粒子閉塞を著しく低減または排除するために、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52は、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズルの上方へ延びた部分58から、整列した、より小さなサイズの、延びた部分60を流れて流出する粒子を除去するように操作可能である。

【0044】

要するに、主体の方法は、少なくとも第1のスプレーレベル34および第2のスプレーレベル40を有する湿式洗浄装置12であって、各スプレーレベルには、互いに上下に鉛直方向に整列して配置された、下方へスプレーする複数のノズル50と、互いに上下に鉛直方向に整列して配置された、下方へスプレーする複数のノズル50の間に交互に位置する、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52とが具備されている湿式洗浄装置12に吸収液を供給することを含む。上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52のそれぞれは、下方へ排出する、反対向きに延びた部分60を有する。反対向きに延びた部分60は、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル52の上方へ延びた部分58の粒子閉塞を

防止するために、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル 5 2 の上方へ延びた部分 5 8 から反対向きに延びた部分 6 0 への、およびこの反対向きに延びた部分 6 0 から外部への粒子流のために作動可能である。主体の方法はさらに、湿式洗浄装置 1 2 を上方へ流過する、ボイラ 1 5 において発生された煙道ガス F G を吸収液スプレーと接触させ、洗浄された煙道ガス C G を生成することを含む。主体の方法によれば、湿式洗浄装置 1 2 は、同様に配置された下方へスプレーする複数のノズル 5 0 と上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル 5 2 とを具備した付加的なスプレーレベル 1 3 を有してもよい。この場合、吸収液、好適には石灰石吸収液またはスラリーは、下方へスプレーする複数のノズルの少なくとも一部および上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル 5 2 の少なくとも一部からの微細に分割されたスプレーとして噴霧または分散させられる。好適には、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル 5 2 からスプレーされる吸収液の約 9 0 % 以上は、上方へ延びた部分 5 8 から上方へスプレーされ、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル 5 2 からスプレーされる吸収液の約 1 0 % 以下は、反対向きに延びた部分 6 0 から下方へスプレーされる。これに代えて、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル 5 2 からスプレーされる吸収液の約 8 0 % 以上は、上方へ延びた部分 5 8 から上方へスプレーされ、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル 5 2 からスプレーされる吸収液の約 2 0 % 以下は、反対向きに延びた部分 6 0 から下方へスプレーされる。したがって、上方へスプレーする複数の閉塞防止ノズル 5 2 は、上方へ延びた部分 5 8 からより小さなサイズの、反対向きに延びた部分 6 0 を通って流出する粒子を除去するように操作可能である。

10

20

【 0 0 4 5 】

上述の実施形態の多くの変化態様が添付の請求項の範囲で可能であることが認められるであろう。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 6 】

1 0 装置またはシステム、 1 2 湿式洗浄装置、 1 3 スプレー装置、 1 4 鉛直方向の開放した塔、 1 5 ボイラ、 1 5 a ダクト、 1 6 入口、 1 8 出口、 2 0 吸収液タンク、 2 2 底部、 2 4 吸収液供給装置、 2 6 石灰石貯蔵部、 2 8 供給管、 2 8 a 入口、 3 0 , 3 6 , 4 2 循環ポンプ、 3 2 , 3 8 , 4 4 吸収液循環管、 3 4 第 1 のスプレーレベルシステム、 4 0 第 2 のスプレーレベルシステム、 4 6 第 3 のスプレーレベルシステム、 4 8 第 1 の管状部分、 5 0 , 5 2 ノズル、 5 4 第 2 の管状部分、 5 6 第 3 の管状部分、 5 8 上方へ延びた部分、 6 0 下方へ延びた部分、 6 2 ミストエリミネータ、 6 4 廃棄管、 6 6 ベルトフィルタ、 6 8 制御ユニット、 7 0 , 7 2 , 7 4 制御弁、 7 6 , 7 8 スプレーオリフィス

30

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 0 1 D 53/18 Z A B E

(72)発明者 デニス ジェイムズ ラスロ
アメリカ合衆国 テネシー テン・マイル レイクウッド ロード 1 1 1

(72)発明者 カール ホグネフェルト
アメリカ合衆国 テネシー ノックスヴィル ウェストコート ドライブ 9 2 7

(72)発明者 リカード ホカンソン
スウェーデン国 ヴェクシェー パルダースプロヴェーゲン 5

(72)発明者 ケアスティン フォアスグレン
スウェーデン国 ヴェクショー ノテヴェーゲン 3 5

(72)発明者 フレドリク イェンス プロガード
スウェーデン国 ヴェクショー ビルガタン 8 エイ

F ターム(参考) 4D002 AA02 AA19 AA23 AA28 AB01 AC01 BA02 BA14 BA16 CA01
DA05 DA16 EA05 EA12 FA03 GA01 GB06 HA06
4D020 AA06 AA10 BA02 BA09 BB05 CB27 CC21 DA03 DB05

【外国語明細書】

METHOD AND APPARATUS FOR WET DESULFURIZATION SPRAY TOWERS

TECHNICAL FIELD

[0001] The present disclosure provides in general a method and apparatus or system for cleaning polluted gas and/or cooling of hot gas by contacting the gas with a finely divided liquid for absorption of gaseous pollutants and/or cooling of the gas. More specifically, the present disclosure provides a method and apparatus or system directed to nozzles resistant to clogging used in a nozzle configuration for cleaning polluted gas and/or cooling of hot gas by contacting the gas with a finely divided liquid for absorption of gaseous pollutants and/or cooling of the gas.

TECHNICAL BACKGROUND

[0002] Cleaning of polluted gas with a view to removing particulate or gaseous substances is an important and common process in today's industrialized society. A vast variety of techniques have been developed, and today there are often several methods to choose between when a gas cleaning plant is to be designed, even when very specific pollutants are to be removed.

[0003] Particulate pollutants are often removed by means of dynamic separators, such as cyclones, electrostatic precipitators or barrier filters, bag filters or cassette filters.

[0004] Gaseous pollutants are generally removed using an additive, either by absorption by the additive supplied in either dry or wet form, or by reacting gaseous pollutants with the additive supplied in either gaseous or liquid form, so as to obtain a particulate product. The reaction product is thereafter separated in a particle separator.

[0005] Cooling gas with a view to adapting the gas's temperature or to recovering heat therefrom, is also an important and common process. Heat transfer generally takes place either by means of heat exchangers of recuperative or

regenerative type or by direct contact between the hot and the cold medium. Since this invention concerns heat transfer by direct contact between a gas and a liquid, other techniques will not be discussed.

[0006] One method advantageous in many respects consists of conducting a gas through a "rain" of finely divided liquid or past surfaces overflowed by a liquid. These methods make it possible to cool a hot gas as well as to capture particles in the liquid and to absorb or to react gaseous pollutant components of a polluted gas with the liquid. The liquid may also contain substances causing or promoting dissolved gaseous pollutant components to form solid particulates for easier separation thereof from the liquid.

[0007] The liquid is normally recycled in the contact device, but a portion thereof is removed, generally continuously, in order to use its heat in other applications and/or to be treated to separate pollutants therefrom. Thus the cooled and/or treated liquid can be recycled to the contact device to be used again.

[0008] Polluted gas washing plants can include contact devices or open towers where the polluted gas only encounters a finely divided liquid, and packed scrubbers or packed columns where the polluted gas flows through a tower filled with e.g. saddle-shaped or coil-shaped small parts, onto which liquid is sprayed so as to produce a liquid film which flows downwardly over essentially the entire total surface. However, since packed scrubbers do not fall within the field of the subject disclosure, such will not be discussed further herein.

[0009] Examples of contact devices or open towers, e.g. for separating sulphur dioxide from a polluted gas and/or for cooling of the gas in order to recover heat, are disclosed in U.S. Pat. No. 3,532,595. As such, U.S. Pat. No. 3,532,595 discloses both vertical towers and scrubbers with horizontal gas flow and liquid supplied at several levels or positions. U.S. Pat. No. 4,164,399, discloses a tower of less complex design, where liquid is supplied only at one level but is distributed after capture at several levels. U.S. Pat. No. 2,523,441, discloses a combination of an open tower with a packed section.

[0010] The above-noted techniques require that the liquid used in the contact device falls or flows downwardly by gravity. It is however also known to design contact devices or scrubbers which generate more or less horizontal liquid curtains through which the polluted gas flows. Two examples are disclosed in U.S. Pat. No. 2,589,956 and U.S. Pat. No. 3,691,731.

[0011] An intermediate design is disclosed in U.S. Pat. No. 4,583,999, wherein the washing liquid is supplied horizontally but, after some deceleration, descends as a rain of finely divided droplets.

[0012] Another gas contact device or tower is disclosed in DE-A1 33 41 318 or U.S. Pat. No. 3,532,595, wherein liquid is supplied at 4 to 6 levels. Each level has several nozzles to distribute small liquid droplets for gas and liquid contact. As such, each level is provided with nozzles arranged with a spacing of 0.5-1 meters (m), in a regular lattice. The distance between the levels is 1-2 m. The efficiency of the contact device or tower is largely dependent on the relative movement between the droplets and the gas. It is therefore generally preferred that the gas flows upwardly in a direction contrary to the descending liquid droplets, i.e. counter currently, but for various reasons there also exist gas contact devices or towers in which the gas descends in the same direction as the descending droplets, i.e. concurrently.

[0013] If it is desirable to increase the gas treatment efficiency using this method, it is necessary either to increase the height of the tower or to increase the flow of liquid. Whichever option is chosen, the consequence is increased pump work for a given volume of gas flow. Open gas contact devices or towers also suffer from the major disadvantage of requiring significant space. Significant space requirements also mean significant associated building costs since the towers typically must be relatively tall. As such, liquid to descend through the tower in the form of a rain of fine droplets must first be pumped up to a considerable height. Such pump work significantly increases operational costs associated with gas treatment.

[0014] Another open spray tower system is disclosed in U.S. Patent No. 5,474,597. The open spray tower as disclosed uses nozzles arranged in a pattern whereby nozzles spraying liquid upwardly in the same direction as that of gas flow alternate with nozzles spraying liquid downwardly in the opposite direction as that of gas flow, for purposes of improving mass transfer. A disadvantage of the system is that the nozzles arranged to spray liquid upwardly plug when the system is not in operation and without a flow of liquid. When not in operation, accumulated slurry and particulates from nozzles arranged above spraying liquid downwardly caused plugging of unused nozzles, or worse yet, back flow into associated pumps.

[0015] Gas cleaning and gas cooling in wet-type contact devices or scrubbers, has for many decades been a well-established technique in process industries, power plants and incineration plants. Even with certain drawbacks, such as those noted above, this technique is well tried and must be considered both efficient and reliable. However, a significant drawback to such wet-type contact devices or scrubbers is spray nozzle clogging resulting in inefficient gas cleaning and gas cooling. The drawback of spray nozzle clogging needs to be addressed. As such, a method and/or apparatus that addresses costly nozzle clogging and the inefficient gas cleaning/cooling resulting therefrom is needed.

SUMMARY

[0016] The subject disclosure provides both a method and an apparatus or system that address costly nozzle clogging and the inefficient gas cleaning and/or gas cooling resulting therefrom. As such, the present disclosure relates to a method and an apparatus or system for cleaning polluted gas and/or cooling of hot gas, wherein the gas is contacted with a finely divided liquid for the separation of particulates, absorption of gaseous pollutants and/or cooling of the gas. The finely divided liquid is supplied using anti-clogging nozzles arranged within a pattern of nozzles in two or more planes substantially perpendicular to the main flow direction of the gas flowing through the apparatus or system.

[0017] To address costly nozzle clogging and resultant inefficient gas cleaning/cooling, anti-clogging nozzles are used within a pattern of nozzles to supply finely divided liquid for contact with a gas for gas cleaning and/or gas cooling. The subject anti-clogging nozzles are dual orifice nozzles with a majority of an amount of liquid flow flowing in one first direction, and a relatively small amount of liquid flow flowing in another second direction. The relatively small amount of liquid flow discharged in the second direction has little effect during nozzle operation. However, when the nozzle is not in operation, the relatively small amount of liquid flow discharged from the nozzle in the second direction provides a drainage route for particulate matter that would otherwise clog the opposed nozzle that discharges in the first direction. Thereby, the relatively small amount of fluid flow in the second direction serves to reduce or eliminate nozzle clogging often associated with the cleaning of polluted gas and/or cooling of hot gas. Also, the subject anti-clogging nozzles reduce or eliminate operation costs associated with frequent nozzle cleaning and/or replacement as previously required.

[0018] In summary, the subject apparatus or system comprises a wet scrubber with at least a first spray level and a second spray level, each equipped with downwardly spraying nozzles arranged in vertical alignment one above the other, and upwardly spraying anti-clogging nozzles alternating between the downwardly spraying nozzles also arranged in vertical alignment one above the other. Each of the upwardly spraying anti-clogging nozzles has an upward extending portion and an opposed extended portion operable for particulate flow from the upward extending portion to the opposed extended portion to prevent particulate clogging of the upward extending portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzle. The subject apparatus or system may further comprise additional spray levels equipped with like arranged downwardly spraying nozzles and upwardly spraying anti-clogging nozzles, such as from 1 to 18 additional spray levels. As such, a flue gas produced in a boiler flows upwardly through the wet scrubber where an absorption liquid is atomized or dispersed as a finely divided spray from at least a portion of the downwardly spraying nozzles and at least a portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzles. Preferably, about 90% or more of the absorption liquid dispersed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed

upwardly from the upward extending portion thereof and about 10% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed downwardly from the opposed extended portion. Alternatively, preferably, about 80% or more of the absorption liquid dispersed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed upwardly from the upward extending portion thereof and about 20% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed downwardly from the opposed extended portion. Absorption liquid so sprayed from the nozzles contacts the flue gas flowing through the wet scrubber and absorbs acid gases therein to produce a cleaned flue gas. Preferably for this purpose, the absorption liquid is a limestone absorption liquid or slurry. To significantly reduce or eliminate particulate clogging of the upwardly spraying anti-clogging nozzles, the same are operable to remove particulates from the upward extending portion thereof through the opposed, smaller sized, extended portion.

[0019] In summary, the subject method comprises supplying an absorption liquid to a wet scrubber with at least a first spray level and a second spray level, each spray level equipped with downwardly spraying nozzles arranged in vertical alignment one above the other, and upwardly spraying anti-clogging nozzles alternating between the downwardly spraying nozzles also arranged in vertical alignment one above the other. Each upwardly spraying anti-clogging nozzle includes an upward extending portion and an opposed extended portion operable for particulate flow from the upward extending portion to the opposed extended portion to prevent particulate clogging of the upward extending portion. The subject method further comprises contacting a flue gas produced in a boiler flowing upwardly through the wet scrubber with the absorption liquid to produce a cleaned flue gas. According to the subject method, the wet scrubber may also include additional spray levels equipped with like arranged downwardly spraying nozzles and upwardly spraying anti-clogging nozzles. The preferred absorption liquid is a limestone absorption liquid or slurry is atomized or dispersed as a finely divided spray from at least a portion of the downwardly spraying nozzles and at least a portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzles. About 90% or more of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed upwardly from an

upward extending portion thereof and about 10% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed downwardly from an opposed extended portion. Alternatively, about 80% or more of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed upwardly from an upward extending portion thereof and about 20% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed downwardly from an opposed extended portion. Accordingly, the upwardly spraying anti-clogging nozzles are operable for particulate removal from the upward extending portion thereof through the opposed, smaller sized, extended portion.

[0020] Further objects and features of the present disclosure will be apparent from the following description and claims.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0021] The invention will now be described in more detail with reference to the accompanying drawings, in which:

FIGURE 1 is schematic cross-sectional view of a wet scrubber system according to the subject embodiment;

FIGURE 2 is an enlarged schematic side view of the circled nozzles of Figure 1 referenced as II;

FIGURE 3 is a schematic top view of the nozzles of Figure 2; and

FIGURE 4 is a schematic side cross sectional view of the nozzles of Figure 2.

DETAILED DESCRIPTION

[0022] Figure 1 schematically illustrates the subject apparatus or system 10 comprising a wet scrubber 12 useful for cleaning a polluted process gas and/or for cooling a hot process gas. Spray apparatus 13 in wet scrubber 12 is operative for removing at least a portion of a sulphur dioxide content of a process gas, in the form

of a flue gas, FG, generated in a boiler 15 operative for combusting a fuel F, such as coal or oil. Flue gas FG flows from boiler 15 through fluidly connected duct 15a into fluidly connected inlet 16 of wet scrubber 12.

[0023] The wet scrubber 12 comprises a vertical open tower 14, an inlet 16 for flue gas FG to be cleaned and/or cooled, and an outlet 18 for cleaned flue gas CG from which at least a portion of the sulphur dioxide content has been removed. An absorption liquid tank 20 is arranged at a bottom 22 of the vertical open tower 14. The absorption liquid tank 20 is provided with an oxidation arrangement 22. Fresh limestone, CaCO_3 , is supplied to the absorption liquid tank 20 through an inlet 28a from an absorbent supply device 24 comprising a limestone storage 26 fluidly connected to a supply pipe 28 fluidly connected to inlet 28a. It will be appreciated that absorption liquid tank 20 may, as an alternative, be positioned outside of vertical open tower 14, and that the supply of fresh limestone could, as an alternative, enter the vertical open tower 14 at locations other than the absorption liquid tank 20, as a dry powder, a slurry or both.

[0024] The wet scrubber 12 further comprises a first circulation pump 30 which circulates through a fluidly connected absorption liquid circulation pipe 32, a limestone absorption liquid, sometimes referred to as a limestone slurry, from the absorption liquid tank 20 to a fluidly connected first spray level system 34 positioned vertically lowest and within closest proximity to bottom 22 within vertical open tower 14. The wet scrubber 12 further comprises a second circulation pump 36 which circulates through a fluidly connected absorption liquid circulation pipe 38, a limestone absorption liquid from the absorption liquid tank 20 to a fluidly connected second spray level system 40 positioned vertically above first spray level system 34 within vertical open tower 14, and a third circulation pump 42 which circulates through a fluidly connected absorption liquid circulation pipe 44, a limestone absorption liquid from the absorption liquid tank 20 to a fluidly connected third spray level system 46 positioned vertically above second spray level system 40 and the greatest distance from bottom 22 within vertical open tower 14. A vertical distance, illustrated as a distance CC in Figure 1, between the mid-point of the first spray level system 34 and the mid-point of the second spray level system 40, as well as a

vertical distance, also shown as a distance CC in Figure 1, between the mid-point of the second spray level system 40 and the mid-point of the third spray level system 46, is approximately 1.25 meters (m) to approximately 3 m. A distance CC less than approximately 1.25 m is less preferable, since such distance tends to cause unwanted interactions between adjacent spray level systems, resulting in a decreased sulphur dioxide removal efficiency. A distance CC which greater than approximately 3 m is less preferable, since such distance tends to result in a very high overall height of the vertical open tower 14, increasing investment and operating costs associated therewith.

[0025] The first spray level system 34 comprises a first tubular portion 48 and a plurality of fluidly connected atomizing nozzles 50 and 52 that atomize or disperse as a finely divided spray a limestone absorption liquid circulated thereto by the pump 30. As such, the finely distributed limestone absorption liquid achieves effective contact with flue gas FG passing substantially vertically upwardly through the wet scrubber 12. The second spray level system 40 likewise comprises a second tubular portion 54 and a plurality of fluidly connected atomizing nozzles 50 and 52. The third spray level system 46 likewise comprises a third tubular portion 56 and a plurality of fluidly connected atomizing nozzles 50 and 52. The atomizing nozzles 50 and 52 of the second tubular portion 54 and third tubular portion 56 are of the same or of a similar type as the atomizing nozzles 50 and 52 of the first tubular portion 48.

[0026] All or a vast majority of atomizing nozzles 50 spray in a singular direction, i.e., in a cone pattern directed essentially downwardly within vertical open tower 14 counter current to the flow of flue gas FG therethrough. Atomizing nozzles 50 may, for example, be of the type 4CF-303120, available from Spraying Systems Co, Wheaton, Illinois, USA. This type of atomizing nozzle 50 is operative for a liquid flow of about 70 m³/hour, corresponding to 70000 litres/hour, or 1170 litres/minute, at a spraying pressure measured using water, of about 0.5 bar, as well as a liquid flow of about 107 m³/hour, corresponding to 107000 litres/hour, or 1780 litres/minute, at a spraying pressure measured using water, of about 1.2 bar.

[0027] All of atomizing nozzles 52 are anti-clogging nozzles that spray in at least two directions, i.e., in a cone pattern directed essentially upwardly within vertical open tower 14 in essentially the same direction of flow as that of flue gas FG therethrough, and to a lesser extent, in a downwardly and/ or a near downward direction counter current to the flow of flue gas FG through vertical open tower 14. Atomizing nozzles 52 of the type described herein are commercially available from Spraying Systems Co, Wheaton, Illinois, USA. During operation of first spray level 34, second spray level 40 and/or third spray level 46, about 90% to about 99% or more of the absorption liquid sprayed from anti-clogging nozzles 52 is sprayed in a cone pattern upwardly from upward extending portion 58. As such, anti-clogging nozzle 52 is operative for an upward liquid flow of about 63 m³/hour to about 69 m³/hour, corresponding to about 63000 litres/hour to about 69000 litres/hour, or about 1050 litres/minute to about 1150 litres/minute, at a spraying pressure measured using water, of about 0.5 bar, as well as a liquid flow of about 96 m³/hour to about 106 m³/hour, corresponding to about 96000 litres/hour to about 106000 litres/hour, or about 1600 litres/minute to about 1766 litres/minute, at a spraying pressure measured using water, of about 1.2 bar. Alternatively, during operation of first spray level 34, second spray level 40 and/or third spray level 46, about 80% or more of the absorption liquid sprayed from anti-clogging nozzles 52 is sprayed in a cone pattern upwardly from upward extending portion 58.

[0028] During operation of first spray level 34, second spray level 40 and/or third spray level 46, about 10% to about 1% or less of the absorption liquid sprayed from anti-clogging nozzles 52 is sprayed downwardly and/or in a near downward direction from extended portions 60. As such, anti-clogging nozzle 52 is operative for an downward liquid flow of about 6.3 m³/hour to about 6.9 m³/hour, corresponding to about 6300 litres/hour to about 6900 litres/hour, or about 105 litres/minute to about 115 litres/minute, at a spraying pressure measured using water, of about 0.5 bar, as well as a liquid flow of about 9.6 m³/hour to about 10.6 m³/hour, corresponding to about 9600 litres/hour to about 10600 litres/hour, or about 160 litres/minute to about 176 litres/minute, at a spraying pressure measured using water, of about 1.2 bar. Alternatively, during operation of first spray level 34, second spray level 40 and/or third spray level 46, about 20% or less of the absorption liquid sprayed from anti-

clogging nozzles 52 is sprayed downwardly and/or in a near downward direction from extended portions 60.

[0029] When first spray level 34, second spray level 40 and/or third spray level 46 are not in operation, little to no absorption liquid is sprayed from upward extending portions 58 while about 10% to about 1% or less, or alternatively about 20% or less, of the absorption liquid is sprayed downwardly and/or in a near downward direction from opposed extended portions 60. This continued fluid flow through extended portions 60 during periods of non-operation provides a direct drainage route for particulates collected in upward extending portions 58 thereby significantly reducing or eliminating particulate clogging thereof. As such, when not in operation, anti-clogging nozzles 52 maintain a liquid flow as needed from extended portion 60 of about 6.3 m³/hour to about 6.9 m³/hour, corresponding to about 6300 litres/hour to about 6900 litres/hour, or about 105 litres/minute to about 115 litres/minute, at a spraying pressure measured using water, of about 0.5 bar, as well as a liquid flow of about 9.6 m³/hour to about 10.6 m³/hour, corresponding to about 9600 litres/hour to about 10600 litres/hour, or about 160 litres/minute to about 176 litres/minute, at a spraying pressure measured using water, of about 1.2 bar. However, when not in operation, spraying pressure will typically be reduced thus reducing liquid flow to a level appropriate and a time period appropriate to prevent clogging of upward extending portion 58, depending on limestone and like particulate levels within wet scrubber 12.

[0030] Atomizing nozzles 50 and 52 are arranged in a specific pattern on first tubular portion 48, second tubular portion 54 and third tubular portion 56. As such, on each first, second and third tubular portions 48, 54 and 56 respectively, nozzles 50 are arranged to alternate with nozzles 52 along the lengths thereof. Also, on each first, second and third tubular portions 48, 54 and 56 respectively, nozzles 50 are each vertically arranged one above or nearly above another, and nozzles 52 are each vertically arranged one above or nearly above another. Nozzles 50 and 52 are so arranged to minimize spray interference between nozzles and maximize spray and flue gas FG contact for efficient flue gas FG cleaning. Optionally, rather than having two different types of nozzles 50 and 52 available for installation/maintenance

purposes, only nozzles 52 could be utilized with half of nozzles 52 positioned with a majority of absorption liquid flow dispersed upwardly and the other half of nozzles 52 positioned with a majority of absorption liquid flow dispersed downwardly, thereby replacing nozzles 50. However, since nozzles 52 are typically more expensive than nozzles 50, such is not the preferred arrangement and therefore for purposes of clarity is not discussed further herein.

[0031] A mist eliminator 62 is located above the third spray level system 46. The mist eliminator 62 removes at least a portion of the absorption liquid droplets entrained by the cleaned flue gas, CG.

[0032] In wet scrubber 12, sulphur dioxide, SO_2 , in the flue gas FG reacts with the limestone, CaCO_3 , of the absorption liquid to form calcium sulphite, CaSO_3 , which is subsequently oxidized to form gypsum, CaSO_4 . The oxidation of calcium sulphite is preferably performed by bubbling air or oxygen gas through the absorption liquid using oxidation arrangement 24. Hence, the absorption liquid comprises, in addition to the limestone, also small amounts of calcium sulphite and, as a major constituent, gypsum. The gypsum formed through this process is removed from the absorption liquid tank 20 via a disposal pipe 64 and is forwarded to a gypsum dewatering unit, schematically indicated as belt filter 66. The dewatered gypsum may be commercially used, for example in wallboard production.

[0033] In addition to sulphur dioxide, SO_2 , the wet scrubber 12 will remove, at least partly, also other contaminants from the flue gas FG. Examples of such other contaminants include sulphur trioxide, SO_3 , hydrochloric acid, HCl, hydrofluoric acid, HF, and other acid contaminants. Still further, the wet scrubber 12 may also remove, at least partly, other types of contaminants from the flue gas, such as for example dust particles and mercury.

[0034] A control unit 68 controls operation of wet scrubber 12. To this end, a control device in the form of a first control valve 70 is provided on the first tubular portion 48 of the first spray level system 34, and a control device in the form of a second control valve 72 is provided on the second tubular portion 54 of the second

spray level system 40. Furthermore, a control device in the form of a third control valve 74 is provided on the third tubular portion 56 of the third spray level system 46. The control unit 68 controls, individually, each of the valves 70, 72 and 74, for efficient operation of wet scrubber 12.

[0035] Figure 2 schematically illustrates nozzles 50 and 52 of Figure 1, circled and identified by reference II. As such, nozzle 50 sprays in a downward direction as described above, and nozzle 52 is a dual orifice anti-clogging nozzle that sprays absorption liquid predominantly in an upward direction from upward extending portion 58 and to a lesser extent in a downward direction from opposed extended portion 60.

[0036] Figure 3 schematically illustrates from a top view looking down into vertical open tower 14 nozzles 50 and 52 of Figure 2. As such, within upward extending portion 58 is spray orifice 76 through which absorption liquid is dispersed from first tubular portion 48.

[0037] Figure 4 again illustrates nozzles 50 and 52 of figure 2. Spray orifice 76 of upward extending portion 58 of nozzle 52 is sized approximately the same as that of spray orifice 80 of nozzle 50. However, spray orifice 78 within extended portion 60 of nozzle 52 is sized considerably smaller than spray orifices 76 and 80, since fluid flow therethrough is considerably less. Also, spray orifice 78 is aligned below and with that of spray orifice 76 to allow a flow of particulates from upward extending portion 58 downwardly through spray orifices 76 and 78 for release from extended portion 60 thereby significantly reducing or eliminating particulate clogging of upward extending portion 58.

[0038] In using the wet scrubber 12 to clean or treat a flue gas FG produced in a boiler 15, the flue gas FG is passed upwardly through wet scrubber 12 for contact with an absorption liquid, such as a limestone slurry or the like, atomized or dispersed as a finely divided spray from nozzles 50 and 52 arranged in a pattern on at least a first spray level 34 and a second spray level 40. The atomized or finely divided absorption liquid spray absorbs pollutants such as sulphur dioxide, hydrogen

chloride and like acids from the flue gas upon contact therewith to produce a cleaned flue gas CG. To maximize absorption liquid and flue gas FG contact, nozzles 50 are arranged to alternate with nozzles 52 along lengths of at least first spray level 34 and second spray level 40, with nozzles 50 arranged vertically one above another and nozzles 52 arranged vertically above one another along the lengths of at least first spray level 34 and second spray level 40. Nozzles 50 are arranged vertically one above another and nozzles 52 are arranged vertically above one another on the at least first spray level 34 and second spray level 40 to maximize absorption liquid and flue gas FG contact while minimizing absorption liquid spray interference between nozzles. Additionally, nozzles 52 are anti-clogging nozzles with 90% or more fluid flow therethrough flowing from upward extending portion 58 and 10% or less fluid flow therethrough flowing from opposed extended portion 60, thereby providing a route of particulate flow from upward extending portion 58 to and out from opposed extended portion 60 to significantly reduce or eliminate particulate clogging of upward extending portion 58 when not in use. Alternatively, nozzles 52 are anti-clogging nozzles with 80% or more fluid flow therethrough flowing from upward extending portion 58 and 20% or less fluid flow therethrough flowing from opposed extended portion 60, thereby providing a route of particulate flow from upward extending portion 58 to and out from opposed extended portion 60 to significantly reduce or eliminate particulate clogging of upward extending portion 58 when not in use.

[0039] While the invention has been described with reference to a number of preferred embodiments, it will be understood by those skilled in the art that various changes may be made and equivalents may be substituted for elements thereof without departing from the scope of the present disclosure. In addition, many modifications may be made to adapt a particular situation or material to the teachings of the subject disclosure without departing from the essential scope thereof. Therefore, it is intended that the disclosure not be limited to the particular embodiments disclosed as the best mode contemplated for carrying out the same, but that the subject disclosure will include all embodiments falling within the scope of the appended claims. Moreover, the use of the terms first, second, etc. do not

denote any order or importance, but rather the terms first, second, etc. are used to distinguish one element from another.

[0040] In summary, the subject apparatus or system 10 comprises a wet scrubber 12 with at least a first spray level 34 and a second spray level 40, each equipped with downwardly spraying nozzles 50 on each the first spray level 34 and the second spray level 40 arranged in vertical alignment one above the other, and upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 alternating between the downwardly spraying nozzles 50 on each the first spray level 34 and the second spray level 40 also arranged in vertical alignment one above the other. Each of the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 has an opposed extended portion 60 operable for particulate flow from an upward extending portion 58 of the upwardly spraying anti-clogging nozzle 52 therethrough to prevent particulate clogging of the upward extending portion 58 when not in operation. The subject apparatus or system 10 may further comprise additional spray levels 13 equipped with like arranged downwardly spraying nozzles 50 and upwardly spraying anti-clogging nozzles 52, such as from 1 to 18 additional spray levels 13. As such, a flue gas FG from a boiler 15 flows upwardly through the wet scrubber 12 where an absorption liquid is atomized or sprayed from at least a portion of the downwardly spraying nozzles 50 and at least a portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52. Preferably, about 90% or more of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 is sprayed upwardly from an upward extending portion 58 thereof and about 10% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 is sprayed downwardly from an opposed extended portion 60. Alternatively, about 80% or more of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 is sprayed upwardly from an upward extending portion 58 thereof and about 20% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 is sprayed downwardly from an opposed extended portion 60. Absorption liquid so sprayed from each of the nozzles 50 and 52 contacts the flue gas FG flowing through the wet scrubber 12 absorbing acid gases therein to produce a cleaned flue gas CG. Preferably for this purpose, the absorption liquid is a limestone absorption liquid or slurry. As such, to significantly reduce or eliminate particulate clogging, the upwardly spraying anti-

clogging nozzles 52 are operable for particulate removal from an upward extending portion 58 thereof through an aligned smaller sized extended portion 60.

[0041] In summary, the subject method comprises supplying an absorption liquid to a wet scrubber 12 with at least a first spray level 34 and a second spray level 40, each equipped with downwardly spraying nozzles 50 arranged in vertical alignment one above the other, and upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 alternating between the downwardly spraying nozzles 50 also arranged in vertical alignment one above the other. Each of the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 includes an opposed downwardly draining extended portion 60 operable for particulate flow from an upward extending portion 58 of the upwardly spraying anti-clogging nozzle 52 to and out from extended portion 60 to prevent particulate clogging of the upward extending portion 58 of the upwardly spraying anti-clogging nozzle 52. The subject method further comprises contacting a flue gas FG produced in a boiler 15 flowing upwardly through the wet scrubber 12 with an absorption liquid spray to produce a cleaned flue gas CG. According to the subject method, the wet scrubber 12 may also include additional spray levels 13 equipped with like arranged downwardly spraying nozzles 50 and upwardly spraying anti-clogging nozzles 52. As such, the absorption liquid, preferably a limestone absorption liquid or slurry, is atomized or dispersed as a finely divided spray from at least a portion of the downwardly spraying nozzles 50 and at least a portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52. Preferably about 90% or more of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 is sprayed upwardly from an upward extending portion 58 and about 10% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 is sprayed downwardly from an opposed extended portion 60. Alternatively, about 80% or more of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 is sprayed upwardly from an upward extending portion 58 and about 20% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 is sprayed downwardly from an opposed extended portion 60. Accordingly, the upwardly spraying anti-clogging nozzles 52 are operable for particulate removal from the upward extending portion 58 through the opposed, smaller sized, extended portion 60.

[0042] It will be appreciated that numerous variants of the embodiments described above are possible within the scope of the appended claims.

Claims:

1. A system comprising:
 - a wet scrubber with at least a first spray level and a second spray level;
 - downwardly spraying nozzles on each the first spray level and the second spray level arranged in vertical alignment one above the other;
 - upwardly spraying anti-clogging nozzles alternating between the downwardly spraying nozzles on each the first spray level and the second spray level also arranged in vertical alignment one above the other; and
 - each upwardly spraying anti-clogging nozzle comprising an upward extending portion and an opposed extended portion operable for particulate flow from the upward extending portion to the opposed extended portion to prevent particulate clogging of the upward extending portion.

2. The system of claim 1 further comprising additional spray levels equipped with like arranged downwardly spraying nozzles and upwardly spraying anti-clogging nozzles.

3. The system of claim 1 wherein a flue gas from a boiler flows upwardly through the wet scrubber.

4. The system of claim 1 wherein an absorption liquid is atomized or dispersed from at least a portion of the downwardly spraying nozzles and at least a portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzles.

5. The system of claim 1 wherein an absorption liquid is atomized or dispersed from at least a portion of the downwardly spraying nozzles and at least a portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzles with about 80% or more, or about 90% or more of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles sprayed upwardly from an upward extending portion and about 20% or less, or about 10% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles sprayed downwardly from an opposed extended portion.

6. The system of claim 1 wherein an absorption liquid is atomized or dispersed from each of the nozzles for contact with a flue gas flowing through the wet scrubber to produce a cleaned flue gas.

7. The system of claim 1 wherein each of the nozzles are operable to atomize or disperse a limestone absorption liquid or slurry.

8. The system of claim 1 wherein each of the upwardly spraying anti-clogging nozzles are operable for particulate removal from an upward extending portion out through an opposed, smaller sized, extended portion.

9. A method comprising:

supplying an absorption liquid to a wet scrubber with at least a first spray level and a second spray level equipped with downwardly spraying nozzles on each the first spray level and the second spray level arranged in vertical alignment one above the other, and upwardly spraying anti-clogging nozzles alternating between the downwardly spraying nozzles on each the first spray level and the second spray level also arranged in vertical alignment one above the other, with each upwardly spraying anti-clogging nozzle including a downwardly draining extended portion operable for particulate flow from an upward extending portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzle to prevent particulate clogging of the upward extending portion; and

contacting a flue gas flowing through the wet scrubber with the absorption liquid to produce a cleaned flue gas.

10. The method of claim 9 further comprising adding additional spray levels equipped with like arranged downwardly spraying nozzles and upwardly spraying anti-clogging nozzles.

11. The method of claim 9 wherein flue gas produced in a boiler flows upwardly through the wet scrubber.

12. The method of claim 9 wherein the absorption liquid is atomized or dispersed as a finely divided spray from at least a portion of the downwardly spraying nozzles and at least a portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzles.

13. The method of claim 9 wherein the absorption liquid is a limestone absorption liquid or slurry atomized or dispersed from at least a portion of the downwardly spraying nozzles and at least a portion of the upwardly spraying anti-clogging nozzles with about 80% or more, or 90% or more of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed upwardly from an upward extending portion and about 20% or less, or about 10% or less of the absorption liquid sprayed from the upwardly spraying anti-clogging nozzles is sprayed downwardly from an opposed extended portion.

14. The method of claim 9 wherein the absorption liquid is a limestone slurry sprayed from each of the nozzles for contact with flue gas flowing upwardly through the wet scrubber to produce a cleaned flue gas.

15. The method of claim 9 wherein each of the upwardly spraying anti-clogging nozzles are operable for particulate removal from an upward extending portion through an opposed, smaller sized, extended portion.

Abstract

A method and apparatus or system is provided for cleaning a flue gas and/or cooling a flue gas with a dispersed finely divided absorption liquid. As such, the absorption liquid is dispersed in a wet scrubber through which flue gas flows for absorption liquid and flue gas intermingling and contact to produce a cleaned flue gas. The absorption liquid supplied to the wet scrubber is dispersed from upwardly spraying anti-clogging nozzles and downwardly spraying nozzles arranged to maximize absorption liquid and flue gas contact with minimal spray interference between nozzles.

