



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 668 920 A5

⑤① Int. Cl.⁴: B 03 C 3/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 4220/83

㉔ Anmeldungsdatum: 03.08.1983

㉓ Priorität(en): 09.08.1982 DK 3553/82

㉒ Patent erteilt: 15.02.1989

㉑ Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.1989

㉒ Inhaber:
F. L. Smidth & Co. A/S, Valby-Kopenhagen (DK)

㉒ Erfinder:
Reyes, Victor, Valby-Kopenhagen (DK)
Kristensen, Eigil, Ballerup (DK)

㉒ Vertreter:
Kirker & Cie SA, Genève

⑤④ **Verfahren zur Steuerung eines elektrostatischen Staubabscheiders.**

⑤⑦ Zur Steuerung eines elektrostatischen Staubabscheiders in Richtung auf den minimalen Energieverbrauch bei einer gegebenen Wirksamkeit wird der Staubgehalt in der Austrittsluft des Staubabscheiders gemessen und die Wirksamkeit desselben entsprechend nach oben oder unten eingeregelt. Die Regelung wird ausgeführt in Übereinstimmung mit einer aus einer Vielzahl vorbestimmter, gespeicherter Strategien ausgewählter Strategie mittels einer zentralen Einheit, die die Parameter der unabhängigen Energieversorgungen für die Staubabscheidersektionen steuert.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Steuerung eines elektrostatischen Staubabscheiders, um seinen Energieverbrauch bei einer bestimmten Wirksamkeit zu minimalisieren, bestehend aus mindestens einer Staubabscheidersektion, wovon mindestens eine Staubabscheidersektion von einer zugehörigen unabhängigen Energieversorgung mit impulsüberlagerter Gleichstromspannung versorgt ist, gekennzeichnet durch Messen des Staubgehalts in der Austrittsluft des Staubabscheiders und durch Einregeln der Wirksamkeit des Staubabscheiders aufwärts oder abwärts in Abhängigkeit davon, ob der gemessene Staubgehalt oberhalb oder unterhalb eines vorbestimmten Wertes liegt, und durch individuelles Steuern von einer Zentraleinheit aus jeder der mindestens einen unabhängigen Energieversorgung innerhalb festgelegter Grenzen, unter Anwendung einer Strategie, die aus einer Vielzahl in der Zentraleinheit gespeicherten Strategien ausgewählt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gespeicherten Steuerungsstrategien bestimmen, in welcher Reihenfolge, in welcher Weise und innerhalb welcher Grenzen die Energieversorgung der mindestens einen Staubabscheidersektion eingeregelt wird, wobei die Staubgehaltmessung bestimmt, wie weit und in welcher Richtung die ausgewählte Strategie verfolgt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strategieauswahl von Hand ausgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strategieauswahl durch Verfahrensparameter der Anlage beeinflusst wird, deren Austrittsgase der Staubabscheider entstaubt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strategieauswahl durch gemessene Werte eines oder mehrerer fortlaufend gemessener Staubabscheiderparameter beeinflusst wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strategien zum Herunterregeln der Wirksamkeit des Staubabscheiders so eingerichtet werden, dass die Regelung stets auf den Energieversorgungsparameter einwirkt, der zur kleinsten Reduzierung der Wirksamkeit bei einer gegebenen Energieeinsparung führt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strategien zum Heraufregeln der Wirksamkeit des Staubabscheiders so eingerichtet werden, dass die Regelung stets auf den Energieversorgungsparameter einwirkt, der zur grössten Erhöhung der Wirksamkeit bei einer gegebenen Vergrösserung des Energieverbrauchs führt.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine der gespeicherten Strategien zum Herunterregeln der Wirksamkeiten die nachfolgend angegebenen Schritte in der angegebenen Reihenfolge umfasst:

a) Herunterregeln der Impulswiederholungsfrequenz auf einen eingestellten Grenzwert,

b) Herunterregeln der Impulsspannung auf einen eingestellten Grenzwert und

c) Herunterregeln der Gleichstromspannung.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine der gespeicherten Strategien zum Herunterregeln der Wirksamkeit des Staubabscheiders die nachfolgend angegebenen Schritte in der angegebenen Reihenfolge umfasst:

a) Herunterregeln der Gleichstromspannung auf einen eingestellten Wert,

b) Herunterregeln der Impulswiederholungsfrequenz auf einen eingestellten Grenzwert,

c) Herunterregeln der Impulsspannung auf einen eingestellten Grenzwert und

d) weiteres Herunterregeln der Gleichstromspannung.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die gespeicherten Strategien eine Reihe von Regu-

lierungsstufen festsetzen, die bei Nach-Oben-Regeln der Wirksamkeit des Abscheiders in einer Reihenfolge ausgeführt werden, und bei Herunterregeln der Wirksamkeit des Abscheiders in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines elektrostatischen Staubabscheiders, der über eine oder mehrere Staubabscheidersektionen verfügt, die oder von denen mindestens eine von einer unabhängigen Energieversorgung aus für die Zuverfügungstellung einer impulsüberlagerten Gleichstromspannung versorgt ist, und insbesondere eine Verfahren zur Steuerung des gesamten elektrostatischen Staubabscheiders in Richtung auf einen minimalen Energieverbrauch bei einer bestimmten Wirksamkeit.

Aus der EP-A 0 054 378 und der EP-A 0 055 525 ist es bekannt, die Energieversorgung eines impulserregten elektrostatischen Staubabscheiders in Richtung auf die maximale Staubabscheiderwirksamkeit zu steuern. Die hierzu verwendeten Mitteln sind ausschliesslich darauf ausgerichtet, den Staubabscheider so wirksam wie möglich zu machen ohne Berücksichtigung, ob die hohe Wirksamkeit in Verbindung mit der in Frage kommenden Reinigung notwendig ist, d.h. ohne die Fragen zu berücksichtigen, die die allgemeine geschäftliche Wirtschaftlichkeit betreffen.

Wenn es um die Reinigung von Rauch und derartigen Abgasen geht, ist das geforderte Ausmass der notwendigen Reinigung häufig durch Gesetz bestimmt, und folglich ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Steuerung der Betriebsparameter der Energieversorgung derart anzugeben, dass der Staubabscheider eine minimale Energiemenge bei einer bestimmten geforderten Wirksamkeit verbraucht, beispielsweise der durch gesetzliche Forderungen oder durch die aus praktischen Gründen erreichte, etwas verbesserte Reinigung bestimmten Wirksamkeit.

Aus der US-PS 4 284 417 ist es bekannt, die einem Gleichstrom versorgten elektrostatischen Staubabscheider zugeführte Energie auf der Basis einer Messung der Transluzenz der Abgase, wenn diese den Staubabscheider verlassen, zu steuern, und zwar derart, dass die zugeführte Energie durch Regelung vergrössert wird, wenn eine reduzierte Transluzenz der Abgase anzeigt, dass der Rauch mehr Verunreinigungen enthält als durch einen festgelegten Wert angezeigt ist, und entgegengesetzt hierzu durch Regelung abgesenkt wird, wenn eine vergrösserte Transluzenz anzeigt, dass die Reinigung wirksamer als notwendig ist.

Während es bei einem solchen Gleichstrom versorgten elektrostatischen Staubabscheider nur möglich ist, die zugeführte Energie zu steuern durch Regelung eines einzigen Parameters, nämlich der Spannung, mit der der von den Elektroden des Staubabscheiders gebildete Kondensator beaufschlagt wird, zeigt die Energieversorgung für einen impulserregten Staubabscheider mehr variable Parameter, die für den Energieverbrauch von Bedeutung sind, da sich letzterer sowohl mit der Gleichstromspannung über den Elektroden als auch mit der Impulsamplitude, -dauer, -form und -wiederholungsfrequenz verändert.

Aus der DE-OS 3 027 172 ist es bekannt, eine Minimalisierung der verbrauchten Energie bei einem impulserregten elektrostatischen Staubabscheiders zu erreichen, indem die Gleichstromspannung und/oder die Impulsparameter iterativ verändert werden, um so den Energieverbrauch zu reduzieren, wobei die iterative Energiereduzierung so lange fortgesetzt wird, wie eine wirksame Reinigung des verunreinigten Gases, das durch den Staubabscheider hindurchgeführt wird, festgestellt werden kann.

Ein solches iteratives Verfahren ist zeitaufwendig, insbesondere dann, wenn der Staubabscheider aus mehreren Sektionen mit separaten Energieversorgungen mit Betriebsparametern aufgebaut ist, die je in Richtung auf Werte iterativ behandelt werden müssen, die ihrerseits zu der gewünschten Wirksamkeit bei dem geringstmöglichen Energieverbrauch über dem gesamten Staubabscheider führen.

Während dieses zeitaufwendigen Verfahrens können sich die Betriebsbedingungen des Staubabscheiders verändern, bevor das angestrebte Minimum erreicht worden ist. Des weiteren ist die iterative Verfahrensweise mit der Gefahr verbunden, in einem lokalen Minimum festgehalten zu werden, d. h. bei einem Satz der Parameterwerte, bei dem jede Änderung der Parameter eine Vergrößerung des Energiebedarfs bewirkt, bei dem jedoch der Energieverbrauch, der dem in Frage kommenden Satz der Parameterwerte zukommt, keineswegs der geringstmögliche Energieverbrauch bei der festgelegten Wirksamkeit ist.

Folglich ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Steuerung der Betriebsparameter eines impulsregerten elektrostatischen Staubabscheiders anzugeben, um eine schnelle und optimale Minimalisierung der bei einer bestimmten Wirksamkeit verbrauchten Energie zu erreichen.

Erfindungsgemäss ist für einen elektrostatischen Staubabscheider, das Verfahren zu seiner Steuerung durch den Anspruch 1 festgelegt.

Die Strategien bestimmen, in welchen Staubabscheidersektionen und in welcher Reihenfolge die einzelnen Energieversorgungsparameter eingeregelt werden, wobei der Staubgehalt in dem Austrittsgas des Staubabscheiders bestimmt, wie weit und in welcher Richtung der von der Strategie bestimmte Einregelungsverlauf verfolgt werden muss.

Die gespeicherten Strategien basieren auf der Kenntnis der Betriebseigenschaften von elektrostatischen Staubabscheidern in ihrer Gesamtheit und des in Frage kommenden Staubabscheiders im besonderen.

Durch Versuche kann ermittelt werden, welche Strategie unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen verfolgt werden soll, und die zentrale Steuerungseinheit kann mit einem Zugang ausgestattet werden, über den die Wahl der Strategie von Hand oder automatisch beeinflusst werden kann, wenn veränderte Betriebsbedingungen festgestellt werden.

Wenn der Staubgehalt im Austrittsgas des Staubabscheiders unterhalb des Wertes liegt, für den der Staubabscheider eingestellt ist, wird die Wirksamkeit des Staubabscheiders nach unten eingeregelt durch Einregeln des gewählten Energieversorgungsparameters entsprechend der ausgewählten Strategie. Wenn dieser Parameter eingeregelt worden ist auf einen der Grenzwerte des Parameterbereichs oder auf einen Grenzwert, bei dem die Strategie angibt, dass es vorteilhafter ist, einen anderen Energieversorgungsparameter einzuregulieren, achtet die Zentraleinheit darauf, dass sich die Einregelung auf den vorteilhaftesten oder dergleichen Parameter bezieht. Wenn umgekehrt der Staubgehalt in dem Austrittsgas zu gross wird, wird die Wirksamkeit erhöht durch Verfolgung der in der Strategie niedergelegten Parameterreihenfolge in umgekehrter Richtung. Wenn ein Staubabscheider und seine möglichen Betriebsbedingungen bekannt sind, ist es somit möglich, Strategien aufzustellen und zu speichern, die es jederzeit möglich machen, dass die Einregelung auf Energieversorgungsparametern stattfindet, die beim aufwärts gerichteten Einregeln zur grössten Zunahme der Wirksamkeit im Verhältnis zu der Zunahme des Energieverbrauchs des Staubabscheiders führen und umgekehrt beim abwärts gerichteten Einregeln zur geringsten Abnahme der Wirksamkeit im Vergleich zur Energieeinsparung.

Weiterhin bestimmt die gemessene Abweichung des Staubgehalts von dem gewünschten Staubgehalt die Ge-

schwindigkeit, mit der die Einregelung stattfindet, und eine unkomplizierte Strategie kann in der Steuereinheit gespeichert werden, die schnell den Staubabscheider auf die maximale Wirksamkeit einstellt, wenn der Staubgehalt gefährlich nahe kommt an eine Überschreitung des zulässigen Wertes.

Die Staubabscheidersektionen, die je eine separate Energieversorgung aufweisen, die unabhängig ihre Betriebsparameter in Richtung auf die in der Praxis vorhandenen oder voreingestellten Grenzwerte steuern, können in Serie und/oder parallel angeschlossen sein, und die Einregelung der Betriebsparameter durch die Steuereinheit kann in einer Einregelung der genannten voreingestellten Grenzwerte bestehen, während die einzelnen Energieversorgungen fortfahren, dafür Sorge zu tragen, dass sie in Richtung auf die optimale Wirksamkeit innerhalb dieser bestimmten Grenzwerte gesteuert werden. In Übereinstimmung mit der in der Steuereinheit gespeicherten Strategie kann die Energieversorgung der einzelnen Staubabscheidersektionen unterschiedlich gesteuert werden, wodurch eine sogenannte Profilierung des Staubabscheiders erreicht wird.

Entsprechend einer bevorzugten Strategie wird die nachfolgende Herunterregelung verwendet, wenn eine unnötigerweise wirksame Reinigung festgestellt wird:

a) Die Impulswiederholungsfrequenz (PRF) wird heruntergeregt.

b) Wenn die Impulswiederholungsfrequenz einen vorbestimmten Grenzwert erreicht, wird die Impulsspannung (PV) heruntergeregt.

c) Wenn die Impulsspannung einen vorbestimmten Grenzwert erreicht, wird die Gleichstromspannung (DCV) heruntergeregt.

Zur Verwendung beim Herausfiltern eines Staubs mit grossem elektrischen Widerstand wird die nachfolgende Strategie bevorzugt:

a) Die Gleichstromspannung (DCV) wird heruntergeregt.

b) Wenn die Gleichstromspannung einen vorbestimmten Wert erreicht, wird die Impulswiederholungsfrequenz heruntergeregt.

c) Wenn die Impulswiederholungsfrequenz einen vorbestimmten Grenzwert erreicht, wird die Impulsspannung (PV) heruntergeregt.

d) Wenn die Impulsspannung einen vorbestimmten Grenzwert erreicht, wird die Gleichstromspannung (DCV) weiter heruntergeregt.

Des weiteren behindert nichts die Verwendung komplizierterer Strategien, bei denen unterschiedliche Parameter in veränderlicher Reihenfolge Schritt für Schritt so heruntergeregt werden, dass ein Parameter etwas heruntergeregt wird, nicht jedoch auf seinen untersten Grenzwert, wonach ein anderer Parameter etwas heruntergeregt wird, wonach eine weitere Herunterregelung des ersten Parameters und so weiter stattfindet und alle Herunterregelungen stets an dem Parameter ausgeführt werden, der zur kleinsten Reduzierung der Wirksamkeit im Verhältnis zur Reduzierung des Energieverbrauchs des Staubabscheiders führt.

Die Reihenfolge der Nachobenregelung ist die umgekehrte Reihenfolge der Nachuntenregelung.

Bei einem aus mehreren Sektionen bestehenden Staubabscheider kann die Strategie eine Beschreibung enthalten, wie und in welcher Reihenfolge die einzelnen Sektionen nach oben oder unten geregelt werden müssen. Eine einzelne Strategie dient dazu, dass die parallel arbeitenden Sektionen gleichzeitig nach oben und in derselben Weise eingeregelt werden, während die in Serie geschalteten Sektionen in einer solchen Weise nach unten eingeregelt werden, dass die Regelung sektionsweise stattfindet, was voraussetzt, dass die einzelnen Sektionen vollständig abgekoppelt oder in einen Be-

triebszustand versetzt werden können, dass sie als gleichstromerregte bzw.-versorgte Sektionen arbeiten. Auch können impulsfrei betriebene Gleichstromsektionen stets Teile eines Staubabscheiders bilden, und kann die Wirksamkeit dieser Sektionen ebenfalls erfindungsgemäss eingeregelt werden.

Die Steuereinheit, in der die Entscheidung über die Reihenfolge getroffen wird, in der die Regelung der Parameter der einzelnen Energieversorgungen stattfinden soll, kann in geeigneter Weise in einem Computer (Mikrocomputer) bestehen, in dem die Strategien gespeichert sind, die die Reihenfolge der Grenzwerte bestimmen und bestimmen, innerhalb welcher Grenzwerte die Regelung stattfinden soll, und in dem die Wahl der Strategie getroffen wird, und zwar auf der Basis von Reihenfolgen, die gegeben sind durch manuelle Einstellung und/oder empfangene Messwerte eines oder mehrerer konstant überwachter Prozessparameter oder Betriebsparameter für den Staubabscheider, wie beispielsweise An- oder Abkoppeln einer Prozessstufe, des elektrischen Staubwiderstands, der Temperatur, der Feuchtigkeit und so weiter.

Die Erfindung wird nachfolgend weiter ins einzelne gehend beschrieben unter Bezugnahme auf das zugehörige Blockdiagramm, das Bauteile eines Systems zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens zeigt.

Ein elektrostatischer Staubabscheider verfügt über eine Vielzahl von Sektionen S_1, S_2, S_3 , die je eine zugehörige unabhängige Energieversorgung PS_1, PS_2, PS_3 und eine zugehörige Steuereinheit C_1, C_2, C_3 aufweisen, die zur Einstellung der Impulswiederholungsfrequenz (PRF), der Grösse der Impulsspannung (PV) und der Grösse der Gleichstromspannung (DCV) dienen.

4

Zur Erzielung einer wirksamen Steuerung des Staubabscheiders wird eine zentrale Steuereinheit CPU verwendet, um mit ihr die Steuereinheiten C_1, C_2, C_3 in Abhängigkeit von einer vorbestimmten, gespeicherten Steuerungsstrategie und dem gemessenen Staubgehalt der Austrittsgase aus der Anlage, in der der Staubabscheider angeordnet ist, zu steuern. Der gemessene Staubgehalt MDC wird in die zentrale Steuereinheit CPU eingegeben, um den Regelungslevel zu bestimmen, auf den die Wirksamkeit des Staubabscheiders einzustellen ist, um so die Richtung der Regelung und ihr Ausmass zu steuern.

Die Auswahl einer geeigneten Strategie aus einer Vielzahl von Strategien ST1-ST5 kann auf unterschiedliche Arten und Weisen getroffen werden, beispielsweise durch manuelle Eingabe an die zentrale Steuereinheit CPU über eine Strategieauswahleinheit STS oder durch ähnliche Eingabe von Parameterfeststelleinrichtungen aus, die beispielsweise den Feuchtigkeitsgehalt, die Temperatur oder den Widerstand der Austrittsgase aus einer Anlage und/oder den Ein/Aus-Status von Verfahrensschritten in der durch den Staubabscheider entstaubten Anlage feststellen, beispielsweise die An- oder Abkupplung von Mühlen, Konditioniereinrichtungen und Brennstoffzufuhreinrichtungen. Diese Eingaben sind durch die mit M, Mo, T, R, SW₁ SW₂ und SW₃ bezeichneten Einheiten dargestellt.

Es ist einzusehen, dass verschiedene Alternativen oder zusätzliche Parameter verwendet werden können, um die Auswahl unter vordefinierten Strategien zu steuern, und dass die Strategien selbst über die manuelle Eingabe M abgeändert werden können, wenn die Staubabscheiderbedingungen oder -forderungen verändert werden.

35

40

45

50

55

60

65

