



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.³: B01D 47/10

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

640 147

⑮ Gesuchsnummer: 3623/79

⑦ Inhaber:
Wiegand Karlsruhe GmbH, Ettlingen (DE)

⑮ Anmeldungsdatum: 17.04.1979

⑮ Priorität(en): 17.05.1978 DE 2821594

⑦ Erfinder:
Gregor Klinke, Ettlingen (DE)

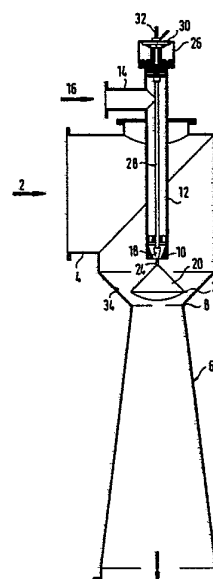
⑮ Patent erteilt: 30.12.1983

⑮ Patentschrift
veröffentlicht: 30.12.1983

⑦ Vertreter:
Kirker & Cie SA, Genève

⑤ Verfahren zum Auswaschen von feinen Teilchen aus einem Gas.

⑤ Im Verfahren wird ein Strom des die feinen Teilchen enthaltenden Gases durch ein Venturirohr geschickt. Eine Waschflüssigkeit wird in das Venturirohr in Stromrichtung vor dessen Engstelle und/oder in dessen Engstelle eingesprüht. Der Druckabfall des Gases über dem Venturirohr, die Geschwindigkeit des Gases im kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs und ebenfalls das Verhältnis des dem Venturirohr pro Zeiteinheit zugeführten Waschflüssigkeitsvolumens zu dem dem Venturirohr pro Zeiteinheit zugeführten Gasvolumen werden jeweils bis auf 20% konstant gehalten. Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens umfasst eine Düse (10), die in Stromrichtung vor der Engstelle (8) des Venturirohrs mündet, einen ersten, axial verschiebbaren Verdrängungskörper (18), der den effektiven Austrittsquerschnitt der Düse (10) definiert, und/oder einen in Stromrichtung nach der Düse und vor der Engstelle des Venturirohrs angeordneten axial verschiebbaren zweiten Verdrängungskörper (20), der den kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs (6) definiert.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Auswaschen von feinen Teilchen aus einem diese Teilchen enthaltenden Gas, bei dem ein Strom des die feinen Teilchen enthaltenden Gases durch ein Venturirohr geschickt und in das Venturirohr in Stromrichtung vor dessen Engstelle und/oder in dessen Engstelle eine Waschflüssigkeit eingesprüht wird, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl der Druckabfall des Gases über dem Venturirohr als auch die Geschwindigkeit des Gases im kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs als auch das Verhältnis des dem Venturirohr pro Zeiteinheit zugeführten Waschflüssigkeitsvolumens zu dem dem Venturirohr pro Zeiteinheit zugeführten Gasvolumen jeweils bis auf 20% konstant gehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte Druckabfall des Gases als auch die genannte Geschwindigkeit des Gases an den besagten Stellen als auch das genannte Verhältnis auf 10% konstant gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte Druckabfall des Gases als auch die genannte Geschwindigkeit des Gases an den besagten Stellen als auch das genannte Verhältnis auf 5% konstant gehalten wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der in Stromrichtung vor der Engstelle (8) des Venturirohrs (6) axial eine Düse (10) mündet, aus der die Waschflüssigkeit eingesprüht wird, gekennzeichnet durch einen axial verschiebbaren, den effektiven Austrittsquerschnitt der Düse (10) definierenden ersten Verdrängungskörper (18) und/oder durch einen in Stromrichtung vor der Engstelle des Venturirohrs und hinter der Düse (10) axial verschiebbaren zweiten Verdrängungskörper (20), der den kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs (6) definiert.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass nur der erste Verdrängungskörper vorhanden ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass nur der zweite Verdrängungskörper vorhanden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich der zweite Verdrängungskörper (20) in Stromrichtung konisch erweitert und an seinem grössten Durchmesser eine Ablösekante (22) für die auf ihn in Stromrichtung treffende Waschflüssigkeit aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Verdrängungskörper (18, 20) zur gemeinsamen Verschiebung starr miteinander verbunden sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Verdrängungskörper (18, 20) so ausgelegt sind und die Verschiebung der beiden Verdrängungskörper (18, 20) derart gesteuert ist, dass das Verhältnis des effektiven Durchlassquerschnitts der Düse (10) zum effektiven Strömungsquerschnitt des Venturirohrs (6) bis auf 20%, besser bis auf 10%, am besten bis auf 5%, konstant bleibt.

legeschriften 2 640 151 und 2 640 152 bekannt. Sie dienen in erster Linie zum Abscheiden von Stäuben und Aerosolen. Es ist üblich, das die feinen Teilchen enthaltende Gas im Venturirohr auf Geschwindigkeiten von etwa 60 bis 150 m/s zu beschleunigen. Die in das Venturirohr eingesprühte Waschflüssigkeit wird durch das Zusammentreffen mit dem Gas in kleine Tropfen zerstäubt. Die feinen Teilchen, deren Dichte etwa das Tausendfache der Dichte des Gases beträgt, vermögen den Tropfen kaum auszuweichen, prallen auf die Tropfen auf und können mit den Tropfen zusammen nach dem Durchströmen des Venturirohrs durch mechanische Abscheider, zum Beispiel Zentrifugalabscheider, abgeschieden werden.

Die zur Zerstäubung der Waschflüssigkeit erforderliche Energie wird dem Strom des Gases entnommen, das dadurch einen Druckabfall über dem Venturirohr erfährt. Dieser Druckabfall Δp_v ist abhängig vom Quadrat der Gasgeschwindigkeit w_E im kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs und überdies abhängig von dem Verhältnis des dem Venturirohr pro Zeiteinheit zugeführten Waschflüssigkeitsvolumens zu dem dem Venturirohr pro gleicher Zeiteinheit zugeführten Gasvolumen. (Dieses Verhältnis wird auch als «spezifische Flüssigkeitsmenge» q bezeichnet.)

Der funktionelle Zusammenhang ist demnach

$$\Delta p_v = f(w_E^2, q) \quad (1)$$

Der Druckabfall Δp_v ist ein Mass für die Abscheideleistung des Venturirohrs. Je höher der Druckabfall ist, umso höher ist die Abscheideleistung A bei einer vorgegebenen Durchmesser- und Geschwindigkeitsverteilung der feinen Teilchen. Liegen die Durchmesser der feinen Teilchen sehr niedrig, so wird eine beachtenswerte Abscheideleistung erst erreicht, wenn der Druckabfall eine bestimmte Grösse überschreitet.

Mit dem Druckabfall Δp_v allein ist jedoch die Abscheideleistung A noch nicht hinreichend zu kennzeichnen. Die Abscheideleistung ist nämlich überdies noch von der Gasgeschwindigkeit w_E im kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs und von der spezifischen Flüssigkeitsmenge q abhängig. Der Zusammenhang ist also

$$A = g(\Delta p_v, w_E, q) \quad (2)$$

Soll eine möglichst hohe Abscheideleistung A erzielt werden, müssen alle drei Grössen Δp_v , w_E und q in optimaler Kombination gewählt und eingestellt werden. Eine solche Wahl und Einstellung ist jedoch schwierig, wenn die Stromstärke des dem Venturirohr zugeführten, die feinen Teilchen enthaltenden Gases schwankt. Ist der Strömungsquerschnitt im Venturirohr unveränderlich, so fallen die Gasgeschwindigkeit im kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs und der Druckabfall mit sinkender Gasstromstärke ab, während die spezifische Flüssigkeitsmenge ansteigt.

Um diesem Mangel abzuwehren, ist es nötig, dem Venturirohr eine Regeleinrichtung zuzuordnen, die bei schwankender Gasstromstärke stets eine optimale Kombination von Δp_v , w_E und q einstellt, um jeweils eine optimale Abscheideleistung zu erhalten.

Es ist bekannt, nächst dem kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs Klappen oder birnenförmige Verdrängungskörper anzuordnen, die so verstellt werden, dass sie bei absinkender Gasstromstärke den Kehlenquerschnitt des Venturirohrs verengen. Hierdurch lässt sich der Druckabfall über einen verhältnismässig grossen Bereich unterschiedlicher Gasstromstärken konstant halten. Da das Volumen der pro Zeiteinheit eingespritzten Waschflüssigkeit bei dieser Art der Regelung meistens unverändert bleibt, ändert sich die spezifische Flüssigkeitsmenge umgekehrt propor-

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auswaschen von feinen Teilchen aus einem diese Teilchen enthaltenden Gas, bei dem ein Strom des die feinen Teilchen enthaltenden Gases durch ein Venturirohr geschickt und in das Venturirohr in Stromrichtung vor dessen Engstelle und/oder in dessen Engstelle eine Waschflüssigkeit eingesprüht wird.

Verfahren dieser Art sind u. a. nach den deutschen Aus-

tional zur Gasstromstärke. Die Gasgeschwindigkeit w_E im kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs wird durch die Regelung dieses kleinsten Strömungsquerschnitts zwar günstiger als bei unregelt festem kleinstem Strömungsquerschnitt, erreicht aber nie den im Sinne einer möglichst grossen Abscheideleistung optimalen Wert.

Zur Erläuterung wird auf die beigelegte Fig. 1 verwiesen. Fig. 1 zeigt eine Charakteristik eines Venturiwäschers, nämlich seinen Druckabfall in Abhängigkeit von der spezifischen Flüssigkeitsmenge bei verschiedenen Gasgeschwindigkeiten in seinem kleinsten Strömungsquerschnitt.

Der Venturiwäscher nach Fig. 1 ist auf einen Druckabfall $\Delta p_v = 77$ mbar ausgelegt. Bei diesem Druckabfall hat er bei einer spezifischen Flüssigkeitsmenge von 1 Liter pro m^3 und einer Gasgeschwindigkeit im kleinsten Strömungsquerschnitt ($F_E\text{-const.}$) $w_E = 100$ m/s seine maximale Abscheideleistung (Arbeitspunkt ①).

Geht die Gasstromstärke auf die Hälfte zurück, sinkt bei festem kleinstem Strömungsquerschnitt des Venturirohrs die Gasgeschwindigkeit ebenfalls auf die Hälfte ($w_E = 50$ m/s), der Druckabfall sinkt auf $\Delta p_v = 20$ mbar, und die spezifische Flüssigkeitsmenge erhöht sich auf den doppelten Wert ($q = 2$ l/ m^3). In dem dadurch neu gegebenen Arbeitspunkt ② hat daher der Venturiwäscher eine sehr schlechte Arbeitsleistung. Diese Arbeitsleistung lässt sich mittels der beschriebenen Regelung des kleinsten Strömungsquerschnitts des Venturirohrs verbessern. Der Druckabfall wird dadurch auf den ursprünglichen Wert $\Delta p_v = 77$ mbar angehoben. Es bleibt jedoch bei der spezifischen Flüssigkeitsmenge $q = 2$ l/ m^3 . Infolgedessen kann mit dieser Regelung nicht die optimale Gasgeschwindigkeit im kleinsten Strömungsquerschnitt $w_E = 100$ m/s erreicht werden, sondern nur etwa 80 m/s (Arbeitspunkt ③). Die Abscheideleistung im Arbeitspunkt ③ ist somit zwar besser als im Arbeitspunkt ②, aber immer noch nicht so hoch wie im Arbeitspunkt ①.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren eingangs genannter Art anzugeben, bei dem mit einer verhältnismässig einfachen Regelung die Abscheideleistung möglichst hoch gehalten wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Verfahren durch den Patentanspruch 1 definiert.

Bevorzugte Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens sind in den Ansprüchen 4 bis 9 angegeben. Darin erfolgt die Regelung aller drei Grössen (Δp_v , w_E , q) mittels eines oder zweier verschiebbarer Verdrängungskörper.

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Fig. 3 zeigt eine zweite bevorzugte Vorrichtung.

Fig. 4 zeigt eine dritte bevorzugte Vorrichtung.

Die in Fig. 2 dargestellte Vorrichtung dient zum Auswaschen von feinen Teilchen aus einem diese Teilchen enthaltenden Gas. Ein Strom des die feinen Teilchen enthaltenden Gases wird in Pfeilrichtung 2 durch einen Stutzen 4 in ein Venturirohr 6 geschickt. In das Venturirohr 6 wird in Stromrichtung vor dessen Engstelle 8 und in dessen Engstelle 8 eine Waschflüssigkeit durch eine Düse 10 eingesprüht. Diese Düse 10 wird durch ein Rohr 12 und einen Stutzen 14 mit der Waschflüssigkeit in Pfeilrichtung 16 beschickt.

Die Düse 10 mündet in Stromrichtung axial vor der Engstelle 8 des Venturirohrs. In der Düse 10 ist ein axial verschiebbarer, den effektiven Austrittsquerschnitt der Düse 10 definierender erster Verdrängungskörper 18 angeordnet. Dieser Verdrängungskörper 18 verläuft sich konisch verjüngend in Stromrichtung vor der Engstelle des Venturirohrs 6 und hinter der Düse 10 ist ein zweiter axi-

al verschiebbarer Verdrängungskörper 20 vorgesehen. Dieser zweite Verdrängungskörper 20 definiert den kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs in jeder seiner Betriebsstellungen. Dieser zweite Verdrängungskörper 20 erweitert sich in Stromrichtung konisch und weist an seinem grössten Durchmesser eine Ablösekante 22 für die auf ihn in Stromrichtung treffende Waschflüssigkeit auf.

Beide Verdrängungskörper 18, 20 sind zur gemeinsamen Verschiebung durch ein Verbindungsstück 24 starr miteinander verbunden. An der Rückseite des ersten Verdrängungskörpers 18 ist eine das Rohr 12 durchsetzende und aus einem Kopfstück 26 des Rohrs herausgeführte Steuerstange 28 angesetzt, deren axiale Lage mittels eines Stellglieds 30, das mit einem Innengewinde ein Aussengewinde 32 am freien Ende der Steuerstange umfasst, verstellbar ist.

Die beiden Verdrängungskörper sind so ausgelegt und die Verschiebung der beiden Verdrängungskörper 18, 20 erfolgt derart, dass das Verhältnis des effektiven Durchlassquerschnitts der Düse 10 zum kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs bis auf 20%, besser bis auf 10%, am besten bis auf 5%, konstant bleibt. Dadurch ist eine stets gleichbleibende spezifische Flüssigkeitsmenge gewährleistet. Im Sinne der Erläuterung der Fig. 1 bleibt auch die optimal gewählte Gasgeschwindigkeit konstant, wenn der Druckabfall konstant bleibt.

Bei Anwendung der Vorrichtung nach dem Ausführungsbeispiel ist es möglich, lediglich an Hand des einfach zu messenden Druckabfalls Δp_v über das Venturirohr 6 die Abscheideleistung durch Betätigung eines einzigen Stellglieds 30 laufend auf ein Maximum einzustellen. Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass die Ablösekante 22 den kleinsten Strömungsquerschnitt des Venturirohrs definiert, also zwischen der Ablösekante 22 und der ihr gegenüberliegenden konvergierenden Fläche 34 des Venturirohrs die maximale Gasgeschwindigkeit herrscht und sich die Waschflüssigkeit an der Ablösekante 22 von dem Verdrängungskörper 20 ablöst und in den Strom des die feinen Teilchen enthaltenden Gases gesprüht wird.

Die Vorrichtungen nach den Fig. 3 und 4 sind derjenigen nach Fig. 2 ähnlich. Diese Vorrichtungen werden daher im folgenden im wesentlichen nur insoweit beschrieben, als es für die Unterschiede bedeutsam ist.

Bei der Ausführungsform gemäss Fig. 3 ist die Steuerstange 42 mit einem Handrad 40 zu verstellen. Durch Verdrehen des Handrades 40 ist der Druckabfall über das Venturirohr 44 einzustellen. Der Druckabfall wird durch ein Differenzdruckmanometer 46 angezeigt, dessen zwei Messanschlüsse 48, 50 in der Nähe der Eintrittsöffnung 52 und der Austrittsöffnung 54 des Venturirohrs 44 liegen. Der Venturiwäscher hat dann seine richtige Einstellung, wenn der vom Differenzdruckmanometer 46 angezeigte Messwert einem vorher ermittelten Sollwert entspricht.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 wird die Steuerstange 60 mittels eines pneumatischen Stellglieds 62 betätigt. Wiederum ist ein Differenzdruckmanometer 64 vorgesehen. Dieses Differenzdruckmanometer 64 ist aber in diesem Fall als ein Wandler ausgebildet, der ein dem Differenzdruck entsprechendes Signal an einen das Stellglied 62 verstellenden Regler-Stellmotor 66 gibt. Das Differenzdruckmanometer 64 mit zugehörigem Wandler übernimmt im Zusammenwirken mit dem Regler-Stellmotor die Überprüfung der Abweichung des Ist-Wertes des Druckabfalls mit dem vorgeschlagenen Soll-Wert und führt die Verstellung der Steuerstange 60 entsprechend dem Überprüfungsergebnis selbsttätig aus.

FIG. 1

DRUCKABFALL ÜBER EINEN VENTURIWÄSCHER

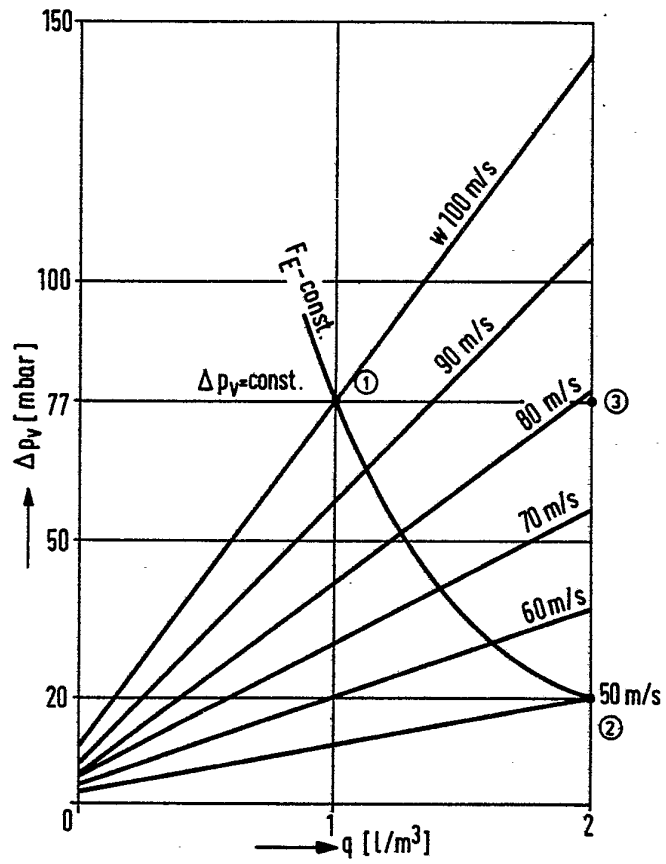


FIG. 2

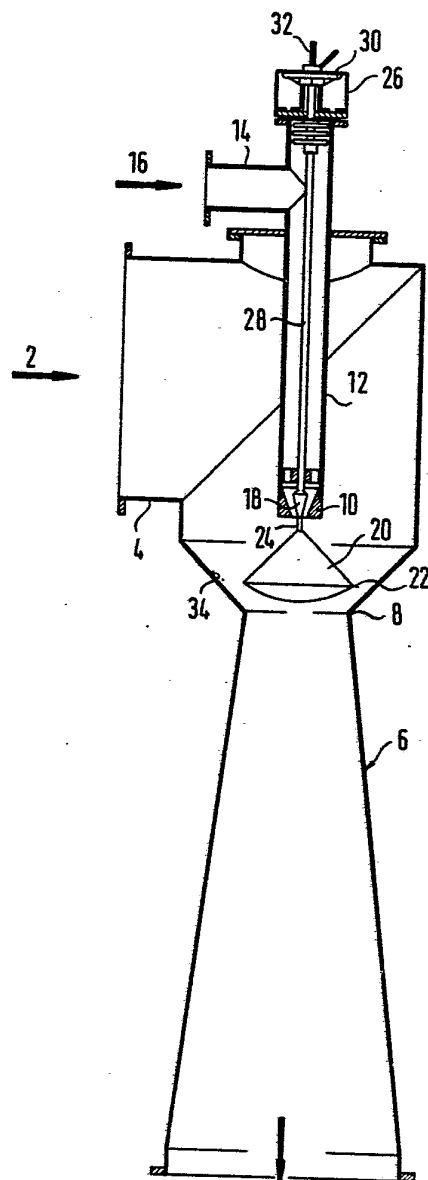


FIG. 4

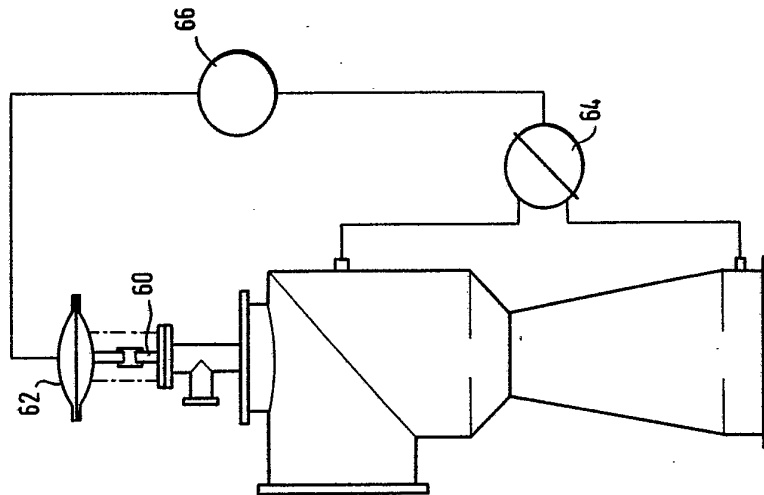


FIG. 3

