



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **228 177 A5**

4(51) B 01 D 53/34

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP B 01 D / 270 548 3	(22)	10.12.84	(44)	09.10.85
(31)	P3346691.2-43	(32)	23.12.83	(33)	DE

(71)	siehe (73)
(72)	Weigel, Manfred, DE
(73)	Davy Mc Kee AG, Borsigallee 1, 6000 Frankfurt 60, DE

(54) Verfahren zur Abkühlung eines Rauchgases

(57) Verfahren zur weiteren Abkühlung eines in einem Luftvorwärmer vorgekühlten, heißen, SO_2 -haltigen Rauchgases mit einem Schwefelsäuretaupunkt in dem Bereich von 120 bis 180 °C vor einer Entschwefelung bei tiefen Temperaturen, wobei das Rauchgas einer Behandlung zur Erniedrigung des Taupunktes unterworfen wird, dann dem Rauchgas oberhalb des erniedrigten Taupunktes Wärme entzogen wird und die aus dem Rauchgas abgeführte Wärme im wesentlichen auf das entschwefelte Rauchgas übertragen wird. Durch die Erfindung wird mit relativ einfachen Mitteln ein höherer Entschwefelungsgrad erreicht, wobei der SO_3 -Gehalt soweit gesenkt wird, daß das entschwefelte Gas unter gleichzeitiger Reduzierung des Wärmeeaufwandes für die Wiedererwärmung des Rauchgases nach der Naßentschwefelung abgeblasen werden kann.

Verfahren zur Abkühlung eines Rauchgases

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur weiteren Abkühlung eines vorgekühlten, heißen, SO_2 -haltigen Rauchgases mit einem Schwefelsäuretaupunkt in dem Bereich von 120 bis 180°C, vorzugsweise 140 bis 170°C, vor einer Entschwefelung bei tiefen Temperaturen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Es sind zahlreiche Verfahren zur SO_2 -Entfernung aus Rauchgas bei tiefen Temperaturen durch Absorption mit wässrigen Lösungen oder Suspensionen bekannt. Nach dem Wellman-Lord-Verfahren wird das SO_2 -haltige Rauchgas mit einer wässrigen Natriumsulfit-Lösung in Berührung gebracht, die dabei das SO_2 aus dem Gas unter teilweiser Bildung von Natriumhydrogensulfit aufnimmt. Die Absorption erfolgt dabei bei Temperaturen von beispielsweise etwas 50 bis 55°C, so daß das heiße Rauchgas zunächst auf diese Temperatur abgekühlt werden muß. Das gereinigte Rauchgas hat nach Verlassen der Absorptionsstufe etwa die Absorptionstemperatur. Um ihm im Kamin bei der Abgabe an die Atmosphäre einen genügenden Auftrieb zu verleihen, muß es vor Eintritt in den Kamin eine Temperatur von etwa 80 bis 100°C haben. Dies gilt für

alle Rauchgas-Entschwefelungsverfahren, die mit wäßrigen Medien zur SO_2 -Absorption arbeiten.

SO_2 -haltige Rauchgase haben im allgemeinen nur einen geringen SO_3 -Gehalt und demzufolge einen niedrigen Taupunkt in der Gegend von 90 bis 110°C. Die Rauchgase können daher nach Verlassen des Kessels z.B. in einem Luftvorwärmer problemlos soweit abgekühlt werden, daß sie nach Passieren des Elektrofilters z.B. eine Temperatur von 120 bis 130°C haben. Nur bei der anschließenden Abkühlung des Rauchgases auf die Temperatur der Rauchgasentschwefelung wird der Taupunkt unterschritten. Lediglich diese Kühlstufe erfordert daher korrosionsbeständige Werkstoffe. Bei Rauchgasen, deren SO_3 -Gehalt z.B. infolge katalytisch wirkender Verunreinigungen in den schwefelhaltigen Brennstoffen stark erhöht ist (z.B. 150 bis 200 mg SO_3/Nm^3), liegt der Taupunkt wesentlich höher. Die übliche Abkühlung der Rauchgase kann daher nur bis zu einer entsprechend höheren Temperatur, z.B. 170 bis 200°C, erfolgen, wenn Korrosionen vermieden werden sollen. Wenn die weitere Rauchgasabkühlung unter Wärmeausnutzung erfolgt, müssen diese Kühlstufen von der höheren Temperatur bis auf die Eintrittstemperatur der Rauchgasentschwefelung, d.h. für eine Temperaturspanne von beispielsweise 130°C, korrosionsbeständig sein. Dadurch ergeben sich beträchtliche Kosten zusätzlich zu den Anlagekosten der Rauchgasentschwefelung. Da bei den wäßrigen Rauchgasentschwefelungsverfahren das SO_3 im Gegensatz zum SO_2 oft nur zum Teil abgeschieden wird, hat auch das entschwefelte Rauchgas noch einen erhöhten Taupunkt, so daß durch höhere Wiedererwärmung vor Eintritt in den Kamin ein größerer Wärmeaufwand erforderlich ist, abgesehen von der Luftverunreinigung durch nicht abgeschiedenes Schwefeltrioxid.

Ziel der Erfindung:

Durch die Erfindung werden die aufgezeigten Mängel mit relativ einfachen Mitteln beseitigt, wobei die Rauchgase nach der Naßentschwefelung mit geringem Wärmeeaufwand wieder aufgeheizt werden und so eine größere Wärmemenge für die Dampferzeugung zur Verfügung steht. Darüber hinaus wird der SO_3 -Gehalt des Rauchgases soweit gesenkt, daß das Gas nach der Entschwefelung abgeblasen werden kann.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens zur weiteren Abkühlung eines vorgekühlten, heißen, SO_2 -haltigen Rauchgases mit einem Schwefelsäuretaupunkt in dem Bereich von 120 bis 180°C, insbesondere einem Taupunkt von 140 bis 170°C, vor einer Entschwefelung bei tiefer Temperatur (Naßentschwefelung), bei dem der erhöhte Aufwand für korrosionsfeste Werkstoffe bei der Rauchgasabkühlung im Temperaturbereich von etwa 200 bis 100°C vermieden wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei dem eingangs genannten Verfahren dadurch gelöst, daß man das Rauchgas einer Behandlung zur Erniedrigung des Taupunktes unterzieht, dem Rauchgas dann oberhalb des erniedrigten Taupunktes Wärme entzieht und die aus dem Rauchgas abgeführte Wärme im wesentlichen auf das entschwefelte Rauchgas überträgt. Der Schwefelsäuretaupunkt des Rauchgases wird durch SO_3 -Entfernung aus dem Gas um 30 bis 100°C, vorzugsweise 40 bis 70°C gesenkt. Dann wird das Gas mit erniedrigtem Taupunkt bis auf eine Temperatur abgekühlt, die in einem Sicherheitsabstand oberhalb des erniedrigten Taupunktes liegt. Diese Gaskühlstufe und die Gasbehandlungsstufe zur Taupunktabsenkung arbeitet bei Temperaturen oberhalb des Taupunktes, so daß in diesen Stufen preisgünstige Werkstoffe, wie Kohlenstoffstahl, verwendet werden können. Lediglich die sich dann anschließende

weitere Gaskühlstufe, in der das Rauchgas weiter etwa auf die Temperatur der Naßentschwefelung abgekühlt wird, ist aus korrosionsbeständigem Material, wie Kohlenstoff, Edelstahl oder emailliertem Material, auszuführen. Aus der Taupunkterniedrigung resultiert zwangsläufig auch eine Taupunkterniedrigung des entschwefelten Rauchgases, so daß das Ausmaß der Wiedererwärmung von dem erforderlichen Auftrieb, nicht aber von einer möglichen Korrosion des Kamins bestimmt wird. Im Vergleich zu bekannten Verfahren (vergl. VGB Kraftwerkstechnik 63 (1983) S. 332 ff) steht hier die aus dem Rauchgas abgeführte Wärme auf einem höheren Temperaturniveau zur Verfügung. Die Wärmeaustauschfläche für die Wiedererwärmung des entschwefelten Rauchgases kann daher verkleinert werden. Da das entschwefelte Gas im wesentlichen SO_3 -frei ist, kommt man mit einer niedrigen Wiedererwärmungstemperatur aus und kann einen Teil der abgeführten Wärme zur Dampferzeugung verwenden.

Zweckmäßigerweise kühlt man das Rauchgas vor der Behandlung zur Erniedrigung des Taupunktes auf eine Temperatur in dem Bereich von 135 bis 175°C ab. Das aus dem Elektrofilter kommende, zunächst im Luftvorwärmer abgekühlte Rauchgas wird hierbei auf eine Temperatur abgekühlt, die um einen Sicherheitsabstand von z.B. 10 bis 25°C über dem vorgegebenen Taupunkt liegt, so daß in dieser Kühlstufe keine Korrosion eintreten kann. Auch die in dieser Stufe abgeführte Wärme kann auf das entschwefelte Rauchgas übertragen werden.

Vorzugsweise zirkuliert man einen flüssigen und ggfs. verdampfbaren Wärmeträger durch die Rauchgaskühlstufe(n), eine von dem entschwefelten Rauchgas durchströmte Wärmeaustauschstufe und ggfs. einen Dampferzeuger. Dabei wird der Wärmeträger in der bzw. den Rauchgaskühlstufen(n) erwärmt und in dem Dampferzeuger und der Wärmeaustauschstufe stufenweise wieder abgekühlt. Der Wärmeträger kann beispielsweise Druck-

wasser sein. Bei der Zirkulation kann die Temperatur des Wärmeträgers zwischen einer oberen Temperatur im Bereich von 115 bis 185°C und einer unteren Temperatur in dem Bereich von 70 bis 110°C schwanken.

Bei der bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens setzt man dem Rauchgas zur Taupunkterniedrigung Ammoniak zu und scheidet das gebildete Ammoniumsulfat aus dem Rauchgas ab. Soweit das Rauchgas Chlorwasserstoff enthält, wird bei entsprechendem Ammoniaküberschuß neben Ammoniumsulfat auch das gebildete Ammoniumchlorid teilweise abgeschieden. Das Ammoniak kann insbesondere gasförmig, z.B. in einer oder mehreren Mischdüsen, dem Rauchgasstrom in einer Menge entsprechend dem SO₃-Gehalt und ggfs. dem HCl-Gehalt des Rauchgases zugesetzt werden. Das gebildete Ammoniumsulfat wird vorzugsweise durch Elektrofilter aus dem Gasstrom abgeschieden und ausgetragen. Die Abscheidung des Ammoniumsulfats erfolgt zweckmäßigerweise in dem Temperaturbereich von etwa 135 bis 175°C.

Nach der bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens erniedrigt man den Taupunkt des Rauchgases auf 60 bis 100°C. Die weitere Rauchgasabkühlung kann dann bis auf ein Temperaturniveau in dem Bereich von 80 bis 130°C in Kühlern aus Kohlenstoffstahl erfolgen. Der Verbrauch an Absorptionsmittel durch Sulfatbildung wird durch die Taupunkterniedrigung verringert; das entschwefelte Rauchgas ist arm an SO₃, was für die Wiederaufheizung und Abgasqualität von Vorteil ist.

Ausführungsbeispiel:

Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nachfolgend an Hand der Zeichnung näher beschrieben, in der das schematische Fließbild einer Anlage zur Durchführung des Verfahrens dargestellt ist.

Nach der Figur wird das aus einer Kesselanlage 1 kommende heiße Rauchgas durch das Saugzuggebläse 4 zunächst durch einen Luftvorwärmer 2 und dann durch ein Elektrofilter 3 gesaugt. Der Luftvorwärmer 2 ist insbesondere ein Ljungström-Regenerator, in dem das Rauchgas gegen Verbrennungsluft auf beispielsweise 185°C abgekühlt wird. Das SO_3 - und SO_2 -haltige Rauchgas hat einen Taupunkt von beispielsweise 150°C . Das Gas durchströmt dann einen ersten Gaskühler 5, in dem es mit Druckwasser auf 165°C abgekühlt wird. Dem Rauchgas wird dann durch Leitung 6 gasförmiges Ammoniak zugesetzt, das sich mit dem im Gas enthaltenen SO_3 und H_2O zu Ammoniumsulfat umsetzt. Der gebildete Ammoniumsulfat-Nebel wird in dem anschließenden Elektrofilter 7 abgeschieden und durch Leitung 8 abgezogen. Durch diese Entfernung des SO_3 aus dem Gas wird der Taupunkt auf etwa 95°C erniedrigt. Das Rauchgas durchströmt dann eine zweite Gaskühlstufe 9, in der es mit Druckwasser weiter auf beispielsweise 125°C abgekühlt wird. Anschließend durchströmt das Rauchgas einen dritten Gaskühler 10, in dem es vor Eintritt in die Wellman-Lord-Rauchgasentschwefelungsanlage 11 weiter, z.B. auf eine Temperatur von 75°C , abgekühlt wird. Das entschwefelte Rauchgas verläßt die Anlage 11 mit einer Temperatur von 55 bis 60°C und wird vor Eintritt in den Kamin 13 in dem Wärmeaustauscher 12 wieder auf 90°C erwärmt.

Das in der Kreislaufleitung 16 durch die Pumpe 18 zirkulierte Druckwasser wird zunächst in dem Kühler 9 von beispielsweise 110°C auf 145°C und dann in dem ersten Gaskühler 5 weiter auf 175°C erwärmt. Das Druckwasser durchströmt dann einen Dampferzeuger 17, in dem ein beträchtlicher Teil der in den Gaskühlern 5 und 9 aufgenommenen Wärme zur Dampferzeugung ausgenutzt wird. Das dabei auf 140°C abgekühlte Druckwasser gelangt dann in den Wärmeaustauscher 12, in dem es das entschwefelte Rauchgas erwärmt und dabei selbst wieder auf 110°C abgekühlt wird. Selbstverständlich kann an Stelle des Druck-

wassers auch ein anderer Wärmeträger zirkuliert werden. Die Dampferzeugung in 17 kann durch indirekten Wärmeaustausch oder aber direkt aus dem zirkulierenden Druckwasser erfolgen, wobei dann die der Dampfproduktion entsprechende Wassermenge zu ergänzen ist. In dem Gaskühler 10 wird das Rauchgas ebenfalls durch einen Wärmeträger gekühlt, der die aufgenommene Wärme in dem Wärmeaustauscher 14 an die durch das Frischluftgebläse 15 angesaugte Kaltluft abgibt. Die so vorgewärmte Luft durchströmt dann den Kessel-Luvo 2, in dem ihre Temperatur z.B. auf 340°C angehoben wird. Die erhitzte Luft dient als Verbrennungsluft in der Kesselanlage 1.

Das erfindungsgemäße Verfahren mit der auf die Stufen 5 und 9 aufgeteilten Rauchgaskühlung ermöglicht es, die für die SO_3 -Umsetzung mit Ammoniak und demzufolge Erniedrigung des Taupunktes optimale Gastemperatur einzuhalten. Das hohe Temperaturniveau der aus den Kühlern 5,9 verfügbaren Wärme erlaubt eine optimale Verwendung für die Wiedererwärmung des entschwefelten Gases und die Dampferzeugung. Die Beschränkung korrosionsfester Werkstoffe im wesentlichen auf den Gaskühler 10 verringert die Anlagekosten. Schließlich wird durch die SO_3 -Entfernung im Rohgas nicht nur der Verbrauch an Absorptionsmittel in der Entschwefelungsanlage 11 gesenkt, sondern auch die Temperatur, auf die das entschwefelte Gas wieder aufgeheizt werden muß, und damit der Wärmeverbrauch hierfür verringert.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zur weiteren Abkühlung eines vorgekühlten, heißen, SO_2 -haltigen Rauchgases mit einem Schwefelsäuretaupunkt in dem Bereich von 120 bis 180°C vor einer Entschwefelung bei tiefen Temperaturen, dadurch gekennzeichnet, daß man das Rauchgas einer Behandlung zur Erniedrigung des Taupunktes unterzieht, dem Rauchgas dann oberhalb des erniedrigten Taupunktes Wärme entzieht und die aus dem Rauchgas abgeführte Wärme im wesentlichen auf das entschwefelte Rauchgas überträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man das Rauchgas vor der Behandlung zur Erniedrigung des Taupunktes auf eine Temperatur in dem Bereich von 135 bis 175°C abkühlt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß man einen flüssigen und ggfs. verdampfbaren Wärmeträger durch die Rauchgaskühlstufe(n), eine von dem entschwefelten Rauchgas durchströmte Wärmeaustauschstufe und ggfs. einen Dampferzeuger zirkuliert.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß man dem Rauchgas zur Taupunkterniedrigung Ammoniak zusetzt und das gebildete Ammoniumsulfat aus dem Rauchgas abscheidet.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß man das Ammoniumsulfat durch Elektrofiltration abscheidet.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß man das Ammoniumsulfat in dem Temperaturbereich von 135 bis 175°C abscheidet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß man den Taupunkt des Rauchgases auf 60 bis 100°C erniedrigt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des zirkulierenden Wärmeträgers zwischen einer Temperatur in dem Bereich von 115 bis 185°C und einer Temperatur in dem Bereich von 70 bis 110°C schwankt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß man das Rauchgas in der Kühlstufe nach der Taupunkterniedrigung auf eine Temperatur in dem Bereich von 80 bis 130°C abkühlt.

- Hierzu 1 Blatt Zeichnung -

