



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

215 144

Int.Cl.³

3(51)

F 23 C 11/02

F 23 B 7/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 23 C/ 2510 600

(22) 19.05.83

(44) 31.10.84

(71) siehe (72)

(72) KLUGE, WOLFGANG, DR.-ING.; ECKELMANN, ULRICH, DR.-ING.; GROSS, DIETER, DIPL.-ING.;
KLUGE, KARL-HEINZ, OBERING.; DD;
KNAUL, WOLFGANG, DR.-ING.; LIPPOLD, DIETER, DIPL.-PHYS.; MAIWALD, RALF, DR.-ING.;
MANIG, GERHARDT, DIPL.-ING.; DD;

(54) VERFAHREN ZUR VERBRENNUNG FESTER, SALZHALTIGER BRENNSTOFFE IN
WIRBELSCHICHTFEUERUNGEN

(57) Das Verfahren bezweckt die Anwendung der zur Verbrennung von festen, salzhaltigen Brennstoffen wegen der niedrigen Verbrennungstemperatur vorteilhaften Wirbelschichttechnik umweltfreundlich zu ermöglichen. Erfindungsgemäß wird unter Einhaltung vorgegebener hydrodynamischer und verbrennungstechnischer Wirbelbedingungen ein erdalkalihaltiges festes Additiv sowohl als Wirbelbettmaterial als auch als Entschwefelungsadsorbens als auch zur Organisierung eines gezielten Massenaustausches eingesetzt. Dadurch werden die chemisch-physikalischen Vorgänge im Wirbelbett so reguliert, daß Zusammenballungen verhindert und Kornvergrößerungen beherrscht werden, und daß die SO₂-Emission wesentlich reduziert wird sowie eine erhöhte CO-Emission nicht entsteht. Durch Fraktionierung und teilweise Rückführung des ablaufenden Bettmaterials, durch einen Mindestfeinkornanteil und durch Anpassung der Additivmenge an die jeweiligen Brennstoffbedingungen wird die Materialökonomie verbessert.

Titel der Erfindung

Verfahren zur Verbrennung fester, salzhaltiger Brennstoffe in Wirbelschichtfeuerungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verbrennung von festen, salzhaltigen Brennstoffen in Wirbelschichtfeuerungen zur Erzeugung von Dampf, Heißwasser oder technologischer Prozeßwärme.

Charakteristik bekannter technischer Lösungen

Die Verbrennung salzhaltiger Kohlen bereitet infolge des Alkaligehaltes, der analytisch als $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ erfaßt wird, bereits ab 3 % Alkaligehalt in der Asche in konventionellen Rost- und Staubfeuerungen erhebliche Schwierigkeiten, da die Alkalien während der Verbrennung größtenteils flüchtig werden, die sich bildenden Alkalidämpfe auf den Heizflächen sublimieren und in Zusammenhang mit den bei der Verbrennung entstehenden Flugaschen zu erheblichen Ansätzen führen, die nach kurzer Betriebszeit zum Abstellen der Dampferzeuger zwingen.

Zur technischen Lösung der Salzkohleproblematik mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand wurden in den vergangenen Jahrzehnten erhebliche Anstrengungen unternommen, die bisher nur zu Teilerfolgen führten. Es sind spezielle Sonderkonstruktionen von Salzkohledampferzeugern mit Rostfeuerungen für Salzkohle bekannt, die auch mit speziell entwickelten Heiz-

flächenreinigungseinrichtungen (Rüttel­einrichtungen) versehen wurden. Diese Dampferzeugerbauart erfordert einen wesentlich größeren Investaufwand als herkömmliche rostgefeuerte Dampferzeuger, diese Dampferzeuger sind in ihrer Leistung auf max. 64 t/h begrenzt, haben geringere Reisezeiten und erfordern einen hohen Bedienungs- und Reinigungsaufwand. Weiterhin ist bekannt, daß für größere Leistungen Dampferzeuger mit Schmelzfeuerungen, ebenfalls in Sonderkonstruktionsausführung für Salzkohle entwickelt wurden, mit dem Ziel, trotz Verflüchtigung aller Alkaliverbindungen infolge der hohen Verbrennungstemperaturen durch Einbindung der Grundasche im Schmelzfuß in der Feuerung die Heizflächenverschmutzung beherrschen zu können. Dieser Lösungsweg ist gescheitert, da es nicht möglich war, die Heizflächenverschmutzung trotz zusätzlicher Maßnahmen, wie z. B. Kaltgasschleier vor der Feuerraumrohrwandung, zu beherrschen.

Die Verbrennung in Staubfeuerung mit möglichst niedriger Feuerraumtemperatur ist als ein weiterer Entwicklungsweg für größere Dampferzeuger bekannt, der bezweckt, möglichst wenig Alkalien freizusetzen und die Brennkammertemperatur möglichst unter derjenigen zu halten, bei welcher chemische Reaktionen des mineralischen Ballastes und thermoplastische Veränderungen desselben auftreten. Der zünd- und verbrennungsstabile Betrieb von Staubfeuerungen erfordert jedoch Mindesttemperaturen, die noch über den Verflüchtigungstemperaturen der hauptsächlichlichen Alkaliverbindungen und über den Sinter- und Schmelztemperaturen der niedrigschmelzenden Alkali-Eutektika liegen, so daß dieses Prinzip, abgesehen von dem wesentlich größeren umbauten Raum und aufwendigen Sonderausführungen im Vergleich zu üblichen Staubfeuerungen, nur für einen begrenzten Bereich der Salzkohlen anwendbar und die Zielstellung nur teilweise erfüllbar ist.

Eine zünd- und verbrennungsstabile Verbrennung mit niedrigen Verbrennungstemperaturen (z. B. zwischen 700 - 900 °C) ist in Wirbelschichtfeuerungen möglich, wobei allerdings bestimmte Brennstoffaschen, z. B. auch die von Braunkohlen in nicht ausreichendem Maße das für die Wirbelschichtverbrennung notwendige Bettmaterial selbst bilden und ein Fremdbett notwendig ist, wozu üblicherweise vorwiegend Sande, aber auch Erdalkalien und synthetisch hergestellte Wirbelkörper verwendet werden. Es ist auch bekannt, schwefelhaltige Brennstoffe in Wirbelschichtfeuerungen unter Zugabe von Kalkstein und anderen schwefelbindenden festen Substanzen als Adsorbens zu verbrennen.

Bezüglich des Einsatzes der Wirbelschichttechnik zur Verbrennung von Salzkohle besteht jedoch bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt das Vorurteil der Fachwelt, daß hierfür die Anwendung der Wirbelschichttechnik unmöglich ist, weil es bereits nach kurzer Zeit zum Zusammenbacken der Bettmaterialien und damit zum Erliegen des Wirbelschichtbetriebes kommt. So sagt Braun in seinem Vortrag anlässlich des XIV. Kraftwerkstechnischen Kolloquiums der TU Dresden am 5. 10. 1982 bezüglich der Salzkohle des Raumes Wallendorf: "Selbst eine Verbrennung in der Wirbelschicht ist wegen des niedrigen und aggressiven Schmelzverhaltens auszuschließen."

Damit wird die Feststellung von Reichel aus seiner Dissertation von 1967 über die Verbrennung von Rohbraunkohle in der Wirbelschicht nochmals nachhaltig erhärtet, daß "das Wirbelschichtprinzip als für die Salzkohlenverbrennung ungeeignet angesehen werden muß."

Abgesehen von diesem Vorurteil der Fachwelt gegenüber der Verbrennung von Salzkohle in der Wirbelschicht überhaupt besteht noch der Nachteil, daß höhere CO-Gehalte im Abgas auftreten.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Anwendung der Wirbelschichttechnik zur Verbrennung von festen, salzhaltigen Brennstoffen bei niedriger Umweltbelastung zu ermöglichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Zusammenballen des Wirbelbettmaterials bei der Verbrennung von festen, salzhaltigen Brennstoffen zu verhindern und gleichzeitig Schwefeloxide weitgehend zu binden und keine erhöhte CO-Emission zuzulassen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß Erdalkalien, z. B. natürlich vorkommender Kalkstein in Form von Kalksteinsplitt, unter Einhaltung definierter Wirbelungs- und Verbrennungsbedingungen gleichzeitig sowohl als Bettmaterial für die Wirbelschicht als auch für einen gezielten Massenaustausch zur Verhinderung der Zusammenballung und Vergrößerung des Bettmaterials als auch als Additiv zur Entschwefelung eingesetzt wird.

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist wesentlich, daß die Verbrennung in einem Temperaturbereich von vorzugsweise 780 - 900 °C in oxidierender Atmosphäre, bei Mediumsgeschwindigkeiten von vorzugsweise 2 - 5 m/s, bei Korngrößen des Bettmaterials von 0,5 - 4 mm erfolgt und daß diese Parameter so aufeinander abgestimmt werden, daß eine große Intensität der Verwirbelung des Feststoffes erzielt wird.

Erfindungsgemäß wird ein solcher Massenaustausch organisiert, der die die Zusammenballung verursachenden Reaktionsprodukte unter dem kritischen Grenzwert hält. Dieser Massenaustausch erfolgt durch die Additiv- und Brennstoffzugabe einerseits und durch die Abfuhr der festen Verbrennungsrückstände und Additivreaktionsprodukte andererseits. Die Menge der vorteilhafter-

Mit der Erfindung wird das Vorurteil der Fachwelt überwunden, daß der Salzkohleeinsatz in der Wirbelschicht nicht möglich sei.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß ballast-, alkali- und schwefelreiche Brennstoffe im stabilen Feuerungsbetrieb in der Wirbelschicht verbrannt werden können, so daß die in die Wirbelschicht eingetauchten Heizflächen ansatzfrei bleiben und die über der Wirbelschicht befindlichen Heizflächen keine gesinterten Ansätze aufweisen. Hierzu wird nur ein billiger Zuschlagstoff für mehrere Funktionen benötigt: als Bettmaterial zur Erzeugung der Wirbelschicht, als Entschwefelungsmittel und als Regulator für die optimale Korngröße und zur Verhinderung des Zusammenballens (-frittens/-sinterns) des Wirbelbettes.

Das Schwefeldioxid wird bei einem wirtschaftlichen stöchiometrischen Verhältnis von Ca/S gleich 2 mit über 80 %, in der Regel über 90 % entfernt.

Der Kohlenmonoxidgehalt im Abgas bleibt unter 0,05 %, da eine größere CO-Bildung durch den veränderten Reaktionsmechanismus vermieden wird.

Ausführungsbeispiel

Ein Ausführungsbeispiel ist in Fig. 1 in stark vereinfachter, nicht maßstäblicher Darstellung gezeigt. Im Wirbelschichtverbrennungsreaktor 1 befindet sich das Wirbelbett 2, dessen Höhe im fluidisierten Zustand durch den offenen Bettmaterialüberlauf 3 begrenzt ist. Zur Wärmeabfuhr sind im Wirbelbett und oberhalb des Wirbelbettes die Wärmetauscher 4 und 5 angeordnet. Dem Wirbelbett wird durch den Anströmboden 6 über Leitung 7 die Wirbel- und Verbrennungsluft und über Leitung 8 das Brennstoff-Additivgemisch zugeführt. Der Brennstoff wird aus Bunker 9, das erdalkalihaltige Additiv aus Bunker 10 und das klassierte Bettmaterial aus Bunker 11 jeweils über einen Zu-

teiler 12 dosiert. Die Regelung der erdalkalihaltigen Additivmengen erfolgt nach dem SO_2 -Gehalt der Abgase 13 bzw. nach dem erforderlichen Massenaustausch für das Bettmaterial 14. Der Überschuß an Bettmaterial fließt kontinuierlich durch das Überlaufrohr 3 über eine Kühl- und Klassierstrecke, wo das Bettmaterial im Wirbelschichtkühler 15 auf ca. 60°C gekühlt und auf dem Sieb 16 in eine Fein- und Grobfraktion klassiert wird. Die Feinfraktion wird im Bunker 11 zwischengelagert, die Grobfraktion der Deponie zugeführt. Der Druckverlust der Wirbelschicht wird ständig mit Hilfe des Manometers 17 kontrolliert. Er ist bei kontinuierlichem Bettüberlauf ein Maß für die Dichte der Wirbelschicht, die sich in Abhängigkeit vom Optimalwert erfolgt zur Senkung der Dichte eine Zuteilung von klassiertem Feinkorn aus Bunker 11 über Zuteiler 12. Muß die Dichte erhöht werden, was seltener der Fall ist, wird dem Kohlestrom eine erhöhte Menge Additiv aus Bunker 10 zugegeben, bis die optimale Wirbelschichtdichte wiederhergestellt ist. Für den gezielten Massenaustausch kann der Wirbelschicht zur Senkung des Bedarfs an erdalkalihaltigem Additiv, z. B. Kalkstein der Kornfraktion 0 - 2 mm, auch kontinuierlich klassiertes Rückgut aus Bunker 11 über Zuteiler 12 zugeführt werden.

Die Wirbelschichtfeuerung wird mit einer thermischen Querschnittsbelastung von ca. $1,5 \text{ MW/m}^2$ Rostfläche betrieben. Die Betthöhe der Wirbelschicht beträgt im Wirbelzustand ca. 1m. Die eingesetzte grubenfeuchte Kohle ist durch folgende Daten charakterisiert: Wassergehalt: 49 %, Aschegehalt: 7,3 %, Schwefelgehalt (gesamt): 2,2 %, Na_2O -Gehalt: 1,5 %, Chlorgehalt: 0,9 %, CaO -Gehalt: 1,5 %, K_2O -Gehalt: Spuren, Heizwert: 11800 kJ/kg, Körnungsband 0 - 12 mm.

Die mit dem Brennstoffstrom zugeführte Additivmenge, die z. B. aus Kalkstein und klassiertem Rückgut besteht, wird in ihrer Gesamtmenge so auf den Schwefelgehalt der Kohle abgestimmt, daß stets mit einem stöchiometrischem Überschuß von Ca/S gearbeitet wird. Bei einer Wirbelschichttemperatur von 850 -

870 °C, einem Luftüberschuß von 1,1 - 1,3 und einer mittleren Korngröße des Wirbelbettes von 1,3 mm wurden folgende Parameter im Dauerbetrieb erreicht:

Abgasbestandteile: CO: 0,04 Vol.-%, SO₂: 0,014 Vol.-%,
CO₂: 11 Vol.-%

Schwefeleinbindung: 95 %, Einbindung des Na₂O im Bett: 53 %

Na₂O-Aerosolanteil: 18 %, Na₂O-Gehalt im Bett: max. 6 %

CaO-Gehalt im Bett: 27,5 - 30,5 %.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Verbrennung fester, salzhaltiger Brennstoffe in Wirbelschichtfeuerungen unter Verwendung eines festen erdalkalihaltigen Additivs dadurch gekennzeichnet, daß das Additiv gleichzeitig das Wirbelbettmaterial bildet, daß die optimale Durchwirbelung des Bettmaterials im Bereich der 2 - 5fachen Wirbelpunktgeschwindigkeit bei Mediumgeschwindigkeiten von vorzugsweise 2 - 5 m/s und Korngrößen des Bettmaterials von vorzugsweise 0,5 - 4 mm erzielt wird, die Wirbelbettemperatur im Bereich von 780 °C bis 900 °C liegt, durch Luftüberschuß eine oxidierende Atmosphäre gewährleistet wird und daß ein ständiger Bettmaterialaustausch durch Zugabe von Additiv sowie Abfuhr von festen Verbrennungsrückständen und Additivreaktionsprodukten erfolgt.
2. Verfahren nach Punkt 1 dadurch gekennzeichnet, daß das ablaufende Bettmaterial in eine feinere und grobere Fraktion getrennt wird und zur Beibehaltung der Optimalkorngröße des Wirbelbettes als "Ausgleichskorn" die entsprechende Kornfraktion des ausgetragenen Bettmaterials rückgeführt wird.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, daß das Additiv stets einen Anteil von 10 - 30 % an Feinkorn unter 0,2 mm Korndurchmesser enthält.

4. Verfahren nach Punkt 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß die Additivmenge nach dem Schwefelgehalt im Brennstoff bemessen wird und ein stöchiometrischer Überschuß von Erdalkalien zum Schwefel vorhanden ist und/oder die Additivmenge in Abhängigkeit vom SO_2 -Gehalt im Abgas geregelt wird.
5. Verfahren nach Punkt 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß bei kleineren Schwefelgehalten die rückgeführte Menge der feineren Fraktion des Bettablaufes und/oder die Additivmenge nach dem Alkaliengehalt des Brennstoffes bzw. den für die Zusammenballung und Kornvergrößerung des Bettes verantwortlichen Komponenten bemessen wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

