



Ausschlusspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

202 392

Int.Cl.³

3(51) B 01 J 3/00

C 10 G 1/06

MT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

21) AP B 01 J/ 2379 661
31) SN286.034(22) 08.03.82
(32) 27.07.81(44) 14.09.83
(33) US

- 71) siehe (73)
 72) ACKERMAN, CARL D.;US;
 73) THE PITTSBURG & MIDWAY COAL MINING CO, ENGLEWOOD, US
 74) IPB (INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN) 60362/18/20 1020 BERLIN WALLSTR. 23/24

54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VERMINDERUNG DES DRUCKES EINES SCHLEIFENDEN SCHLAMMES

57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verminderung des Druckes eines in hoher Temperatur und hohem Druck fließendem schleifenden Schlammes sowie eine Anlage zur Durchführung des verfahrens für die Anwendung in Kohleverflüssigungsverfahren. Ziel der Erfindung ist, die abschleifende Wirkung des Schlammes auf die Verfahrensausrüstung ohne gleichzeitige Verringerung des Massedurchflusses und der Schlammgeschwindigkeit zu minimieren. Erfindungsgemäß wird der Schlamm zwecks einer ersten Druckminderung durch eine erste Druckreduzierstufe durchgesetzt, die dafür eingerichtet ist, einen aufgeschäumten Schlammaustrag zu bilden. Danach wird der Schlamm unverzüglich in eine Abbremszone zwecks Verringerung der Geschwindigkeit und der Schleifeigenschaften des geschäumten Schlammes eingeführt und anschließend zwecks einer zweiten Druckverminderung durch ein zweites Druckreduzierventil durchgesetzt. Figur 1

237966 1

-1-

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

Verfahren zur Verminderung des Druckes eines schleifenden Schlammes

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verminderung des Druckes eines in hoher Temperatur und hohem Druck fließenden schleifenden Schlammes sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

Die Erfindung wird angewandt in Kohleverflüssigungsverfahren für die Verfahrenssteuerung von Mehrphasen-Fließströmen. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine verbesserte Methode und eine verbesserte Vorrichtung zur Druckminderung von Hochdruck-Schleifschlämmen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die vorliegende Erfindung bietet sich insbesondere für jene Verfahren an, in denen natürlich vorkommendes kohlenstoffreiches Material mit hohem Asche- und Schwefelgehalt zu asche- und schwefelarmen Brennstoffen umgewandelt werden soll, wobei das vom Reaktor abfließende Medium Gase, Flüssigkeiten und abschleifende Feststoffe enthält. Lösungsmittelraffinierte Kohleverflüssigungsverfahren sind in den US-PS Nr. 4 159 238, 3 892 654, 3 884 796, 3 884 795, 3 884 794, 3 808 119 und 3 341 447 beschrieben worden.

Das US-PS Nr. 4 159 238 beschreibt die Trennung eines Produktschlammes aus einem Kohleverflüssigungsverfahren in zwei Komponenten. Die erste Komponente wird zu Verfahrensbeginn wiedereingesetzt, um als Schlamm zu dienen; dieser wiedereingesetzte Strom umfaßt Lösungsmittel, normalerweise aufgelöste Kohle und katalytischen Mineralrückstand. Der nicht wiedereingesetzte Anteil dieses Schlammes durchläuft

237966

1

-

2

-

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

zwecks Trennung der Hauptprodukte des Prozesses einen atmosphärischen Fraktionierer.

Um die Trennung in zwei Ströme bei minimalen Verschleiß der Ausrüstung realisieren zu können, sollte der Schlammstrom annähernd atmosphärischen Druck aufweisen. Der Produktschlamm verläßt jedoch den oberhalb gelegenen Dampf-Flüssigkeits-Abscheider mit sehr hohem Druck und sehr hoher Temperatur. In der Vergangenheit ist der Schlammdruck dadurch vermindert worden, daß der Schlamm durch zwei oder mehr Druckabfallstufen hindurchgeleitet wurde. Dabei hat sich gezeigt, daß der Schlammstrom die Mehrstufen-Reduzierventile rasch abnutzt. Um den Schaumabfluß vom Reduzierventil zu brechen, werden typischerweise nach jeder Reduzierstufe Gas/Flüssigkeits-Abscheidesysteme eingesetzt. Die Anlage zur Gasflüssigkeits-Abscheidung ist kostspielig; ihr Einsatz in einem Kohleverflüssigungsverfahren führt zu einigen Betriebsschwierigkeiten.

Die Betriebsschwierigkeiten und der hohe Kostenaufwand für das Hindurchleiten eines erosiven Schlammes durch ein Druckreduziersystem ist bereits schon von anderen vermerkt worden. So wird das Problem im US-PS Nr. 4 219 403 nach Nakako et al. vom 26. August 1980 angesprochen. Jenes Patent lehrt die Trennung des Reaktionsabflusses in flüssige und feste Bestandteile vor jeglicher Druckreduzierung. Somit würde der das Druckreduziersystem durchlaufende Strom keinerlei Schleifwirkung ausübende Teilchen mit sich führen. Das in jenem Patent offengelegte System eignet sich sehr gut in jenen Fällen, in denen der Strom der Reaktionsteilnehmer vollständig gereinigt wird und nur Teilmengen zum Wiedereinsatz in das System gelangen. In einem System aber, in dem ein Teil des Produktstromes ohne jegliche Reinigung wiedereingesetzt wird, würden die zusätzlichen Abscheidungs-

237966 1 - 3 -

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

schritte die Gesamteffizienz des Systems verringern.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens und einer Anlage, welche die obengenannten Verfahrensmängel in wirksamer Weise überwinden und die abschleifende Wirkung des Schlammes auf die Verfahrensausrüstung ohne gleichzeitige Minderung des Massedurchflusses und der Schlammgeschwindigkeit minimieren.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Fließeigenschaften eines hohe Temperatur und hohen Druck aufweisenden und schleifende Festkörper enthaltenden Schlammes zu modifizieren, um die Behandlung des Schlammes bei reduziertem Druck zu erleichtern.

Insbesondere beinhaltet das erfindungsgemäße Verfahren das Durchsetzen des Schlammes durch eine erste Druckverminderungsstufe zwecks erster Druckreduzierung zur Bildung eines schaumigen Schlammes; das unmittelbar darauffolgende Einleiten des geschäumten Schlammes in eine Abbremszone zwecks Verringerung der Geschwindigkeit und der Schleifeigenschaften des geschäumten Schlammes sowie schließlich das Durchsetzen des geschäumten Schlammes durch ein zweites Druckreduzierventil mit dem Ziel einer zweiten Druckverminderung.

Das wünschenswerte Ergebnis wird durch das Hindurchleiten des Schlammes durch zwei aufeinanderfolgende Druckverminderungsstufen erreicht, welche beide hinsichtlich Bauweise und Größe dazu geeignet sind, die gewünschte Druckverminde-

237966 1 - 4 -

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

zung und Gasentwicklung zu bewerkstelligen. Die durch die erste Druckverringerungsstufe bewirkte Druckabsenkung sollte ausreichen, um genügend Gas zur Bildung eines homogenen Schaumes oder einer schaumigen Flüssigkeit freizusetzen. Dieser Schaum bzw. diese schaumige Flüssigkeit sollte sich dann so verhalten, als ob nur eine Phase anstelle von drei Phasen vorliegt. Die beiden Druckverminderungsstufen sind durch eine Abbremszone voneinander getrennt. In der Abbremszone wird die Geschwindigkeit des Schlammes, der sich auf Grund des entstandenen Gases in Gestalt eines Schaumes oder einer schaumigen Flüssigkeit befindet, verringert, um diesen aufgeschäumten Schlamm in einen im wesentlichen nicht-turbulenten Fließstrom zu verwandeln, wenn dieser die zweite Druckverminderungsstufe erreicht. Es wird angenommen, daß die Geschwindigkeitsverringerung des geschäumten Schlammes eine Dissipation des Schlammes in einer dünnen Schicht in unmittelbarer Nachbarschaft der Wände der Abbremszone verursacht. Auf diese Weise kann das Gemisch ohne nachteilige Wirkung auf die Wandungen der Ausrüstung in die zweite Druckverminderungsstufe einfließen. Die Technik der vorliegenden Erfindung erlaubt auf diese Weise die Ausschaltung des normalen zwischen zwei Druckverminderungsstufen vorgefundenen Gas/Flüssigkeits-Abscheiders, ohne daß es dabei zu einer beeinträchtigenden Auswirkung auf die durchflossene Anlage kommt.

Eine in der erfindungsgemäßen Weise gebaute Anlage beinhaltet ein erstes Druckreduzier-Steuerventil zum Aufnehmen eines eine hohe Temperatur und einen hohen Druck aufweisenden fließenden Schlammes sowie zur Realisierung einer Entspannung dieses Schlammes auf einen mittleren Druck und damit zur Erzeugung von ausreichend Gas, um den Schlamm in einen bei oder nahe Schallgeschwindigkeit sich bewegenden Schaum bzw. eine derartige schaumige Flüssigkeit umzuwandeln.

237966 1

- 5 -

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

Das erste Druckreduzierventil befindet sich in Fließverbindung mit einer Abbremszone. Die Abbremszone besitzt eine Ausgangsleitung, die mit einem zweiten Druckreduzier-Steuerventil in Verbindung steht.

Wie bereits oben erwähnt, wird die Vorwärtsgeschwindigkeit des Schlamm Schaumes am Hals des Ventils der ersten Stufe in der Abbremszone soweit reduziert, daß der Schlammfluß zumindest in dem unmittelbar an die Wandungen der Abbremszone sowie an die Ausgangsleitung aus der Abbremszone angrenzenden Gebiet im wesentlichen nichtturbulent ist, wodurch ein Schutzfilm hervorgerufen wird, der die Abrasion der Anlagenwandungen vermindert.

Aus der Abbremszone wird der aufgeschäumte Schlamm durch ein zweites Druckreduzier-Steuerventil hindurchgeleitet. Die Einlaßöffnung des Druckreduzier-Steuerventils der zweiten Stufe wird größer dimensioniert sein als das Ventil der ersten Stufe, um das gesteigerte Volumen des aufgeschäumten Schlammes aufnehmen zu können. Desgleichen werden Einlaß und Auslaß der zweiten Druckreduzierstufe in ihrer Größe derart bemessen sein, daß Massedurchfluß und Schlammgeschwindigkeit im wesentlichen dem Massedurchfluß und der Schlammgeschwindigkeit am Einlauf der ersten Druckverminderungsstufe entsprechen.

Um es zusammenzufassen: Die erfindungsgemäße Anlage beinhaltet ein erstes Druckreduzier-Steuerventil, welches einen hohen Temperatur und hohen Druck aufweisenden fließenden Schlamm bei einem ersten Druckwert aufnimmt und ihn mit reduziertem Druck in Form eines geschäumten Schlammes wieder abgibt; sie beinhaltet weiter ein zweites Druckreduzier-Steuerventil unterhalb des ersten Reduzierventils zwecks Realisierung einer zweiten Druckverminderung; die Anlage be-

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

inhaltet schließlich eine Abbremszone mit einem in direkter Fließverbindung mit der Niederdruckseite des genannten ersten Druckreduzier-Steuerventils stehenden Einlauf zwecks Aufnahme und Verminderung der effektiven Vorwärtsgeschwindigkeit des geschäumten Schlammes bei dem niedrigen Druck, wobei die Zone so gestaltet ist, daß der frisch einfließende geschäumte Schlamm direkt in den zuvor eingebrachten geschäumten Schlamm einfließt und wobei die Zone ferner so gestaltet ist, daß der geschäumte Schlamm dem zweiten Druckreduzier-Steuerventil in geschäumtem Zustand zugeführt wird.

Der Begriff Abbremszone, wie er in der vorliegenden Beschreibung und den Patentansprüchen gebraucht wird, ist so zu verstehen, daß damit eine Anlage gemeint ist, welche dergestalt konstruiert wurde, daß der durch das Druckreduzierventil der ersten Stufe in die Zone eingespritzte Schlamm als Schaum oder schaumige Flüssigkeit zunächst mit einem bereits vorhandenen Volumen an geschäumtem Schlamm und dann erst mit den Wandungen oder dem Boden der Abbremsanlage in Berührung kommt. Auf diese Weise wird die kinetische Energie des eingespritzten Schlammes innerhalb eines wirbelnden, sich vermischenden Schlammvolumens abgeleitet, anstatt im entgegengesetzten Fall direkt auf die Abbremsanlage selbst aufzutreffen.

Obwohl die Gasentwicklung bei der Druckverringerung sowie die sie begleitende Entwicklung eines Schaumes oder einer schaumigen Flüssigkeit die Viskosität des Schlammes verringern müßte, bewegt sich das geschäumte Gemisch aus Schlamm und Gas mit einer gesteigerten scheinbaren Viskosität. Es wird angenommen - ohne daß damit der Geltungsbereich der vorliegenden Erfindung begrenzt werden soll -, daß diese gesteigerte scheinbare Viskosität des geschäumten

237966 1 - 7 -

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

Gemisches aus Gas, Flüssigkeiten und Feststoffen irgendwie mit der verringerten Dichte in Beziehung steht, die aus dem Vorhandensein beträchtlicher Gasmengen in den in einem Kohleverflüssigungssystem anderweitig vorliegenden viskosen Flüssigkeiten resultiert. Diese erhöhte scheinbare Viskosität erlaubt es, die aufgeschäumte Mischung bei einer höheren zulässigen Geschwindigkeit durch die nachfolgenden Anlagenteile des Verfahrens zu bewegen, als dies anderweitig möglich wäre. Die schädliche Wirkung auf die nachfolgenden Anlagenteile, wie sie als Ergebnis der Schlamm-Schleifeigenschaften erkannt wurde, wird so nicht nur im wesentlichen ausgeschaltet, sondern die Lebensdauer der Anlage kann auch gesteigert werden.

Zu diesem wichtigen Vorteil kommt es, da der Schlammschaum bei annehmbaren Geschwindigkeiten bearbeitet werden kann, währenddessen der Stofffluß unmittelbar entlang der Anlagenwandungen in einem im wesentlichen nichtturbulenten Zustand verbleibt, da wahrscheinlich eine dünne Schicht des geschäumten Schlammes eine Dissipationswirkung ausübt und somit einen schützenden Film bildet, der sich mit geringerer Geschwindigkeit als der Strom in der Mitte der Leitungen bewegt.

Der Begriff zulässige Geschwindigkeit, wie er in der Beschreibung und in den Patentansprüchen verwendet wird, soll jene akzeptable Maximalgeschwindigkeit bezeichnen, bei welcher der Schlamm durch das System bewegt werden kann, ohne daß es dabei zu unzulässiger Erosion an der technischen Anlage kommt. Darüber hinaus sollte es sich von selbst verstehen, daß die Schlammgeschwindigkeit innerhalb der Abbremszone nicht unter jenes Niveau absinken sollte, bei dem signifikante Mengen der festen Substanz aufhören, in Suspension zu verbleiben.

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

Im erfindungsgemäßen Verfahren gestaltet sich daher der Schlamm, der sich in der üblichen Weise dadurch bildet, daß ein Teil der unter erhöhtem Druck stehenden Flüssigkeit beim Passieren des Druckreduzierventils in die Gasphase übergeht, zu einem wesentlichen Aktivposten und durchaus nicht zu einem notwendigen Übel, wie dies bislang angenommen wurde. Auf Grund der im Vergleich zum Flüssigschlamm höheren scheinbaren Viskosität des Schaumes kann dieser bei sehr viel geringerer Geschwindigkeit in der Abbremszone fließen, wobei er sich im wesentlichen einem nichtwirbeligen Fließzustand nähert, ohne daß es dabei zu ernsthaftem Austreten von Teilchen aus der Suspension kommt. Darüber hinaus wird beim Annähern des Schaumes an ein nichtturbulentes Fließen ein Schutzfilm aus Schlammflüssigkeit an den Innenwandungen der Durchflußleitungen und anderer Ausrüstungsteile gebildet werden, welcher den direkten Kontakt der abschleifenden Teilchen mit den metallischen Flächen wirksam hemmt. Bei sachgemäßer Verfahrenssteuerung und geeigneter Bauweise der technischen Anlage wird dieser Laminarströmung aufweisende dünne schützende Film aus nichtaufgeschäumter Flüssigkeit weiter bestehen bleiben, auch wenn die Geschwindigkeit zunächst stark verringert und danach wieder auf eine Geschwindigkeit gesteigert wird, welche höher liegt als jener Wert, bei dem sich die Laminarströmung im Verlauf der Geschwindigkeitsverminderung erstmals gebildet hatte.

Selbst wenn also die Geschwindigkeit des geschäumten Schlammes zu jener Geschwindigkeit zurückkehrt, die vor der ersten Druckreduzierstufe gegeben war, ja selbst wenn es bei entsprechenden Bedingungen zu einer noch höheren Geschwindigkeit kommt, dann wird es doch bei einem turbulenzreduzierten Fließen durch die nachfolgende Verfahrensanlage und damit der dazugehörigen Verringerung der Schleifwirkung bleiben. Das aus der Schaumerzeugung resultierende erhöhte

237966 1 - 9 -

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

Volumen kann durch Anpassen der volumetrischen Abmessungen der Anlage aufgefangen werden. Der Druckabfall bei jeder Stufe kann durch stromauf gelegene Pegelkontrollen reguliert und auf diese Weise in einer den Verfahrensgegebenheiten zuträglichen Weise zwischen den beiden Stufen automatisch aufgeteilt werden. Der Anteil des durch die einzelnen Ventile reduzierten Gesamtdruckabfalles kann durch eine Zweit- oder Vorregelung zwischen den Ventilen eingestellt werden. Gleichzeitig kann die Gesamt-Durchflußmenge sowie die Verfahrensgeschwindigkeit eingehalten werden.

In einer alternativen Verkörperung der erfindungsgemäßen Anlage kann die Abbremszone mit Hilfsmitteln zum Einleiten einer Ablöschflüssigkeit oder zur Einbeziehung eines Wärmeaustauschkühlers ausgerüstet werden. Für den Fachmann versteht es sich von selbst, daß derartige Modifikationen nur unter speziellen Systemgegebenheiten wünschenswert sein mögen, so etwa bei Bedarf einer gesonderten Kontrolle über Verfahrensvariable und Korrosionsverminderung. Im allgemeinen wird der mit einem Ablöschen oder Kühlen des Schlammstromes verbundene Energieverlust die Gesamteffizienz des Kohleverflüssigungssystems vermindern, er sollte daher nach Möglichkeit vermieden werden. Hinzu kommt, daß der Einsatz eines Wärmeaustauschers zu Verstopfungen der Austauscherleitungen führen kann, da der Schlamm dazu neigt, in unterschiedlichen Raten abzukühlen.

Die genaue Konfiguration der im Rahmen der vorliegenden Erfindung eingesetzten Druckreduzierventile trägt keinen kritischen Charakter. Es sollte indes kein Zweifel darüber bestehen, daß es das Konzept der vorliegenden Erfindung erfordert, daß die volumetrischen Abmessungen des Ventils der zweiten Stufe größer sein müssen als jene des Ventils der ersten Stufe. Es sollte desweiteren davon ausgegangen wer-

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

den, daß sämtliche Ausrüstungsteile aus Werkstoffen bestehen müssen, die genügend Festigkeit besitzen, um den gegebenen Schleifeigenschaften des Schlammes widerstehen zu können.

Die genauen Abmessungen der erfindungsgemäßen Anlage sowie die für ihren Einsatz exakt anzuwendenden Betriebsparameter werden zum großen Teil durch das System diktiert werden, in welches die Anlage eingebaut werden soll. In der bevorzugten Verkörperung werden Anlage und Verfahren in einem integrierten Kohleverflüssigungs-Vergasungs-Prozeß eingesetzt werden, wie er im US-PS Nr. 4 159 238 beschrieben wurde. In jenem System wird pulverisierte Rohkohle mit einem Einspeis-Schlamm und dann mit Wasserstoff vermischt, bevor die Mischung in einen röhrenförmigen Vorwärmofen eingeleitet wird, in welchem die Kohle teilweise im wiedereingesetzten Lösungsmittel aufgelöst wird. Der vom röhrenförmigen Vorwärmofen abfließende Strom wird zur weiteren Reaktion an einen Lösebehälter abgegeben. Der Lösebehälter-Abfluß passiert ein Dampf/Flüssigkeits-Abscheidesystem. Der heiße Überkopf-Dampfstrom wird durch einen Auslaß abgeführt, während ein Flüssigdestillat durch einen anderen Abfluß vom Abscheider abgeführt wird. Der Schlammabfluß dieser ersten Dampf/Flüssigkeits-Abscheideanlage kann dann mit dem Ziel der Druckverringerung durch die Anlage der vorliegenden Erfindung geleitet werden. Ist der Druck erst einmal reduziert, dann kann der Schlammstrom in zwei Komponenten aufgespalten werden, und zwar in eine für den Wiedereinsatz vorgesehene Komponente und in eine andere Komponente zur Abscheidung der Hauptprodukte des Verfahrens.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Beispiel näher erläutert.

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

In der beiliegenden Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung der Anlage unter Einbeziehung der erfindungsgemäßen Grundsätze.

Figur 2 die schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anlage, wobei die Anlage mit dem Ziel modifiziert worden ist, den Schlammstrom in der Abbremszone abkühlen zu können.

Bei dem in Figur 1 dargestellten System handelt es sich um ein System mit einer Schlammzubereitungsrate von 4 545 kg/min, wobei der Schlamm bei 421 °C mit 140 kg/cm² aus einem stromauf gelegenen heißen Abscheider austritt, um in zwei Stufen auf 10,6 kg/cm² reduziert zu werden. Die Anlage hat drei voneinander getrennte Zonen: ein erstes Druckreduzierventil 10, eine Abbremszone 20 und ein zweites Druckreduzierventil 30. Die in üblichem Maße mit dem Fachgebiet vertrauten Personen werden erkennen, daß die Abmessungen der Vorrichtung, die Durchflußmengen, die Drücke und die Temperaturen, wie sie in der Beschreibung dargelegt werden, an einen speziellen Kohleverflüssigungs-Produktstrom von bestimmter Größe angepaßt sind. Der Anmelder geht davon aus, daß jeder Fachmann in der Lage sein wird, die für einen Materialstrom mit annähernd bekannter Zusammensetzung erforderlichen Abmessungen, Durchflußmengen und Drücke zu berechnen sowie die Drücke zu ermitteln, bei denen genügend Gas freigesetzt wird, um einen Schaum oder eine schaumige Flüssigkeit zu bilden.

Das erste Druckreduzierventil 10 besitzt eine Einlaufleitung 11, einen Ventilmechanismus 12 und eine Auslaufleitung 13. Der Innendurchmesser der Leitung 11 muß bei seinem Eintreten in den Ventilmechanismus 12 groß genug sein, um

237966 1 - 12 -

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

das Volumen des Schlammes in der gewünschten Durchflußmenge aufnehmen zu können. In dem zu beschreibenden System werden $4,53 \text{ m}^3/\text{min}$ Schlamm in einer Durchlaufgeschwindigkeit von $6,1 \text{ m/s}$ aufbereitet. Die Querschnittsfläche der Öffnung zur Leitung 11 muß $0,012 \text{ m}^2$ betragen, dies bedingt einen Innendurchmesser von ungefähr $12,7 \text{ cm}$. Der Typ des Ventilmechanismus 12, wie er im ersten Ventil 10 zur Reduzierung des Schlammdruckes eingesetzt wird, trägt in bezug auf die vorliegende Erfindung keinen kritischen Charakter. Als bevorzugter Ventilmechanismus 12 gilt ein Stumpfnadelventil mit einem Halsdurchmesser von 5 bis $7,6 \text{ cm}$.

Das Ventil der ersten Stufe wird in seiner Größe so bemessen sein, daß es einen Druckabfall auf $38,8 \text{ kg/cm}^2$ bewirkt; dieser Druckabfall reicht aus, um genügend Gas freizusetzen und eine schaumige Flüssigkeit oder einen Schaum zu erzeugen. Beim Aufbau einer Verfahrensanlage für einen Strom mit unterschiedlicher Zusammensetzung ist das Ventil so zu dimensionieren, daß ein zur Erzielung eines Schaumes bzw. einer schaumigen Flüssigkeit ausreichender Druckabfall gewährleistet wird. Wie bereits oben erläutert wurde, ist dann genügend Gas freigesetzt worden, wenn sich der Strom bei der in der gesamten Druckreduzieranlage herrschenden Strömungsgeschwindigkeit anschließend faktisch als einphasige Substanz verhält, obwohl er doch in Wirklichkeit drei Phasen enthält. Das Volumen der Flüssigkeit im Strom wird bei $4,53 \text{ m}^3/\text{min}$ im wesentlichen gleichbleiben. Da sich jedoch auf Grund des verringerten Druckes ein gewisser Teil des Schlammstromes, der beim erhöhten Druck als Flüssigkeit vorgelegen hatte, nunmehr in Gas verwandelt, wird das Gesamtvolumen des Stromes zunehmen. Die beim Entspannen des Schlammes freiwerdende Gasmenge wird selbstverständlich von der Art des Schlammes abhängen. Ein an sehr flüchtigen Molekülen reicher Schlamm wird mehr Gas freisetzen als ein an

237966 1 - 13 -

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

nichtflüchtigen Molekülen reicher Schlamm. Die Auslaßöffnung 13 des ersten Ventils 10 führt direkt in die Abbremszone 20.

Der in die Abbremszone 20 eintretende Schlamm weist einen von 140 kg/cm^2 auf $38,8 \text{ kg/cm}^2$ verminderten Druck auf. Die Geschwindigkeit eines Schlammes, der durch ein Ventil der oben beschriebenen Art hindurchschießt, wird $30,48 \text{ m/s}$ übersteigen und wahrscheinlich 152 m/s erreichen. Folglich wird der Schlamm in Gestalt eines Strahles aus Schaum oder schaumiger Flüssigkeit in die Abbremszone eintreten.

In dem hier beschriebenen System muß das Volumen der Abbremszone 20 groß genug sein, um ein zusätzliches Volumen von $6,7 \text{ m}^3/\text{min}$ an Gas aufnehmen zu können. Folglich muß die Abbremszone 20 groß genug sein, um ein zusammengefaßtes Volumen von $11,23 \text{ m}^3/\text{min}$ aufnehmen zu können. In der bevorzugten Verkörperung ist die Abbremszone 20 als ein geschlossener Zylinder 21 gestaltet, der an seiner Spitze in Nähe seiner Achse eine Einlaßöffnung vom ersten Ventil 10 aufweist. Der Zylinder 21 ist weit genug gebaut, so daß sich der Schaumstrahl um sich selbst drehen kann, wodurch die Schlammgeschwindigkeit in der Nähe der Wandungen einen Betrag von ungefähr $1,52 \text{ m/s}$ annimmt. Es wird davon ausgegangen, daß ein kleiner Teil des Schaumes in der den Wandungen der Abbremszone 20 unmittelbar anliegenden Zone dissipiert. Diese dünne Schicht nichtturbulenter Schlammes hebt die Erosion in beträchtlichem Maße auf. Die Fließeigenschaften des Schaumes verändern sich von einem sehr turbulenten Zustand am Ventilauslauf bis zu einem laminaren Strömungsverhalten bei der niedrigen Geschwindigkeit von $1,52 \text{ m/s}$.

Im oben beschriebenen System muß der Innendurchmesser des

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

Zylinders 21 39,4 cm betragen, um den gewünschten Geschwindigkeitsrückgang zu ermöglichen. Die Abbremszone 20 sollte groß genug sein, um einen signifikanten Geschwindigkeitschwund zu gewährleisten; sinkt die Geschwindigkeit jedoch zu sehr ab, dann fallen beträchtliche Feststoffmengen aus dem Schlamm aus. Folglich sollte die Abbremszone 20 so dimensioniert werden, daß lediglich ein kleiner Teil der Feststoffe aus der Suspension austritt. Dem Fachmann wird einleuchten, daß eine geringfügige Bildung von Feststoff in der Abbremszone 20 infolge einer geringfügigen Überdimensionierung der Abbremszone 20 besser ist als ein durch eine zu kleine Abbremszone hervorgerufener schädlicher Abrieb. Der Zylinder 21 muß lang genug sein, um das den Zylinder 21 durchlaufende Materialvolumen aufnehmen zu können.

Der Zylinder 21 ist desweiteren mit einer Ausgangsleitung 23 ausgestattet, die von der der Zylinderspitze nahegelegenen Zylinderseite zum zweiten Druckreduzierventil 30 führt. Der Innendurchmesser dieser Ausgangsleitung 23 beträgt ungefähr 20,32 cm, um einen Fluß von $11,24 \text{ m}^3/\text{s}$ bei einer Geschwindigkeit von 6,1 m/s aufnehmen zu können.

Die Geschwindigkeit des Schaumes kann von der sehr geringen Geschwindigkeit in der Abbremszone 20 auf die für den schaumigen Schlamm beim Zwischendruck zulässige Geschwindigkeit gesteigert werden. Diese zulässige Geschwindigkeit wird höher sein, wenn die Geschwindigkeit unter Verursachung einer Schaumdissipation in einer dünnen Schicht entlang der Anlagenwandungen auf einen sehr geringen Wert vermindert worden und so ein schützender Schlammfilm gebildet worden ist, daß also nicht nur eine Reduzierung auf eine vertretbare Geschwindigkeit direkt im Anschluß an die am Ventilaustritt gegebene Schallgeschwindigkeit vorgenommen wurde. Wird die Geschwindigkeit von einem geringeren Betrag aus ge-

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

steigert, dann kann der oben beschriebene Wandungsfilm auch bei einer Geschwindigkeit aufrechterhalten werden, welche höher liegt als jene Geschwindigkeit, bei der sich nach Abbremsen aus der Schallgeschwindigkeit ein Wandungsfilm bildet. Da der Schlamm durch Leitung 23 in Gestalt eines Schlammes mit nur mäßiger Turbulenz und einer im Vergleich zur eigentlichen Viskosität der Flüssigkeit viel höheren scheinbaren Viskosität hindurchtritt, kann eine Geschwindigkeit genutzt werden, die der Geschwindigkeit am Einlauf 11 zum ersten Druckreduzierventil 10 entspricht oder diese sogar übersteigt. Im beschriebenen Kohleverflüssigungsprozeß, bei dem es sich um einen Lösungsmittelraffinierten Prozeß handelt, gilt eine Geschwindigkeit von 6,1 m/s als niedrig genug, um ein Brechen des Wandungsfilmes der Fließsubstanz zu vermeiden.

Die Bauweise des Ventilmechanismus 32 für das zweite Druckreduzierventil 30 trägt im Rahmen der vorliegenden Erfindung keinen kritischen Charakter. In der bevorzugten Verkörperung indes handelt es sich bei dem Ventilmechanismus 32 um ein Stumpfnadelventil mit einem Halsdurchmesser, der dem Halsdurchmesser des Ventilmechanismus 12 des ersten Druckreduzierventils 10 annähernd entspricht oder diesen sogar leicht übersteigt. Der Schlammstrom, der das zweite Druckreduzierventil 30 mit einem Druck von $38,80 \text{ kg/cm}^2$ betrifft, verläßt es mit einem reduzierten Druck von $10,6 \text{ kg/cm}^2$. Die Ausgangsleitung 33 für das zweite Druckreduzierventil 30 muß geräumig genug gebaut sein, um das auf Grund der weiteren Gasfreisetzung aus dem Flüssigschlamm gesteigerte Volumen beherbergen zu können. Im beschriebenen System wird sich das Flüssigkeitsvolumen im Strom nach Durchlaufen des zweiten Druckreduzierventils 30 auf $4,23 \text{ m}^3/\text{min}$ vermindern. Gleichzeitig erhöht sich das Gasvolumen auf der stromab gelegenen Seite des zweiten Druckreduzierventils 30 auf

237966 1 - 16 -

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

22,95 m³/min. Dementsprechend muß der Innendurchmesser der Ausgangsleitung 33 - 69,9 cm betragen, um dieses Substanzvolumen bei einer Durchflußgeschwindigkeit von 1,5 m/s aufnehmen zu können.

In der bevorzugten Verkörperung wird die Öffnung der zwei Ventile 10 und 30 durch einen Regulator 40 gesteuert, der beide Öffnungen automatisch auf Veränderungen der Fließbedingungen oberhalb der Druckreduzieranlage einstellt. Zusätzlich kann der Anteil jedes einzelnen Ventils am Gesamtdruckabfall durch einen Kompensator 41 eingestellt werden. Es kann Fälle geben, in denen es nicht wünschenswert ist, den Druckabfall gleichmäßig auf die beiden Stufen aufzuteilen. So ist es beispielsweise möglich, daß ein Schlamm mit nichtflüchtigen Bestandteilen einen sehr großen Druckabfall in der ersten Stufe benötigt, um ausreichend Gas zur Bildung einer schaumigen Flüssigkeit freisetzen zu können. Demgegenüber kann es in einem System mit großem Anteil an flüchtigen Komponenten wünschenswert sein, in der ersten Stufe nur einen kleinen Druckabfall zu realisieren und damit die Lebensdauer des ersten Ventils zu erhöhen.

In einer alternativen Verkörperung kann die Abbremszone mit dem Ziel der Einführung einer Ablöschflüssigkeit modifiziert werden. Bei einer solchen Modifikation wird die Ablöschflüssigkeit durch den in Figur 2 gezeigten Einlauf 24 eingeführt. Zu den geeigneten Ablöschflüssigkeiten würden Wasser bei 26,7 °C und Schweröl bei 93 °C gehören. Der Einsatz von Öl als Ablöschflüssigkeit in einer Durchflußmenge von 0,94 m³/min würde sich nachteilig in bezug auf die Ventilgröße auswirken, da sich das Flüssigkeitsvolumen auf 5,46 m³/min vergrößern würde, während sich das Gasvolumen auf 7,1 m³/min steigern würde. Die Verwendung von Wasser als Ablöschflüssigkeit würde das Dampfvolument nur geringfügig

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

erweitern, dies würde sich auch nicht auf die Ventil- und Leitungsgrößen auswirken. Der Einsatz irgendwelcher Ablöschflüssigkeiten würde indes nur aus speziellen Gründen wie etwa aus Gründen der Korrosionsverringerung oder der Prozeßsteuerung wünschenswert sein. Der mit dem Einsatz einer Ablöschflüssigkeit verbundene Energieverlust schmälert die Gesamteffizienz des Verfahrens. Folglich würde in der bevorzugten Verkörperung keine Ablöschflüssigkeit verwendet werden.

Eine weitere alternative Verkörperung erfordert die Modifikation der von der Abbremszone 20 zum zweiten Druckreduzierventil 30 führenden Auslaßleitung 23. In dieser Verkörperung ist die Austrittsleitung mit einem Wärmeaustauscher 25 ausgerüstet, um den Schlamm abzukühlen, wenn er durch die Austrittsleitung 23 hindurchtritt. Die bevorzugte Verkörperung indes sieht auf Grund der mit Wärmeaustauschern verbundenen Betriebsschwierigkeiten keinen Wärmeaustauscher 25 vor. Beim Betreiben der Anlage neigen Wärmeaustauscher dazu, die Flüssigkeit ungleichmäßig abzukühlen. Dies kann zu Leitungsverstopfungen führen.

Bei Betrieb der Anlage treten $4,53 \text{ m}^3/\text{min}$ Schlamm mit einem Druck von 140 kg/cm^2 in das erste Druckreduzierventil 10 ein. Auf der Niederdruckseite des Druckreduzierventils 10 weist der Strom einen Druck von $38,8 \text{ kg/cm}^2$, eine sich der Schallgeschwindigkeit nähernde Geschwindigkeit, ein Flüssigkeitsvolumen von $4,53 \text{ m}^3/\text{min}$ und ein Gasvolumen von $6,71 \text{ m}^3/\text{min}$ auf. Der Schlamm erreicht die Abbremszone 20 als Strahl von Schaum oder schaumiger Flüssigkeit. In der Abbremszone 20 kommt der eintretende Strom zunächst mit einem anderen Schlamm in Berührung, so daß die Wirbelbewegung des Schlammes eher durch schon vorhandenen Schlamm als durch die Wandungen der Abbremszone 20 aufgenommen werden wird.

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

Nahe den Wandungen der Abbremszone 20 verringert sich die Geschwindigkeit der Mischung auf 1,52 m/s. Der Überlauf aus der Abbremszone 20 geht über Leitung 23 ab. Dieser abfließende Strom passiert das zweite Druckreduzierventil 30 in einer Geschwindigkeit von 6,1 m/s und verläßt dieses Ventil mit einem Druck von 10,6 kg/cm². Nachdem der Druck von 140 kg/cm² auf 10,6 kg/cm² abgesenkt worden ist, hat sich das Volumen der das System passierenden Flüssigkeit auf 3,4 m³/min verringert, während sich das Volumen des das System passierenden Gases auf 22,6 m³/min gesteigert haben wird.

Wenn auch die obige Beschreibung auf eine Anlage mit nur zwei durch eine Abbremszone verbundene Druckreduzierventile begrenzt worden ist, so umschließt die vorliegende Erfindung doch auch Systeme, in denen mehrere Druckreduzierventile in Reihe hintereinander angeordnet und jeweils durch dazwischenliegende Abbremszonen miteinander verbunden sind. Zum Zwecke der Illustration und Erläuterung ist die vorangegangene Beschreibung auf die insbesondere bevorzugte Verkörperung ausgerichtet worden. Dem Fachmann indes wird klar sein, daß viele Modifikationen und Abänderungen der dargelegten Vorgehensweise möglich sind, ohne daß damit von Geltungsbereich und Geist der Erfindung abgewichen wird. Dem Anmelder ist daran gelegen, daß die folgenden Patentansprüche in einer Weise interpretiert werden, welche alle derartigen Modifikationen und Variationen einbezieht.

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Verminderung des Druckes eines in hoher Temperatur und hohem Druck fließenden schleifenden Schlammes, wobei der Schlamm zwecks einer ersten Druckverminderung durch eine erste Druckreduzierstufe durchgesetzt wird, gekennzeichnet dadurch, daß:

die Druckreduzierstufe (10) dafür eingerichtet ist, einen aufgeschäumten Schlammaustrag zu bilden;

der aufgeschäumte Schlamm unverzüglich einer Abbremszone (20) zwecks Verringerung der Geschwindigkeit und der Schleifeigenschaften des geschäumten Schlammes eingeführt wird; und

der aufgeschäumte Schlamm danach zwecks einer zweiten Druckverminderung durch ein zweites Druckreduzierventil (30) durchgesetzt wird.

2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Fluß des geschäumten Schlammes in die Abbremszone (20) in einer Weise gesteuert wird, daß frisch eingespritzter aufgeschäumter Schlamm direkt in zuvor eingespritzten aufgeschäumten Schlamm fließt.
3. Verfahren nach den Punkten 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Geschwindigkeit des durch die Abbremszone (20) fließenden aufgeschäumten Schlammes so vermindert und gesteuert wird, daß ein Wandfilm zum Schutze der Wandungen (21) der Abbremszone (20) aufrechterhalten wird.
4. Verfahren nach Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch,

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

daß

die Geschwindigkeit des durch die Abbremszone (20) fließenden aufgeschäumten Schlammes so vermindert und gesteuert wird, daß ein Wandfilm zum Schutze der Wandungen (21) der Abbremszone (20) aufrechterhalten wird;

der aufgeschäumte Schlamm aus der Abbremszone (20) mit einer erhöhten Geschwindigkeit in eine Austragleitung abgegeben wird; und

der aufgeschäumte Schlamm danach dem zweiten Druckreduzierventil (30) zugeführt wird.

5. Verfahren nach Punkt 1, 2 oder 4, gekennzeichnet dadurch, daß der Schlamm aus festem kohlenstoffhaltigem Material in einem Kohlenwasserstoff-Lösungsmittel besteht.
6. Verfahren nach Punkt 1, 3 oder 4, gekennzeichnet dadurch, daß der frisch eingespritzte aufgeschäumte Schlamm die Abbremszone (20) ungefähr bei Schallgeschwindigkeit erreicht.
7. Verfahren nach Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß der Fluß des aufgeschäumten Schlammes in der Abbremszone (20) in einer Weise gesteuert wird, daß er sich an den Wandungen (21) der Abbremszone (20) nichtturbulent verhält.
8. Steuereinrichtung zur Druckverminderung eines fließenden und eine Schleifwirkung ausübenden Schlammes mit einem ersten Druckreduzier-Steuerventil zwecks Aufnahme eines mit hoher Temperatur und hohem Druck fließenden Schlammes bei einem ersten Druck sowie zwecks Abgabe dieses

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

Schlammes bei einem niedrigeren Druck, gekennzeichnet dadurch, daß

das erste Druckreduzier-Steuerventil (10) dafür eingerichtet ist, einen aufgeschäumten Schlammaustrag zu bilden;

die Anlage ein stromab vom ersten Druckreduzier-Steuerventil (10) gelegenes zweites Druckreduzier-Steuerventil (30) zwecks Realisierung einer zweiten Druckverminderung enthält; und

die Anlage eine Abbremszone (20) mit einer Einlaßöffnung in direkter Fließverbindung mit der Niederdruckseite (13) des genannten ersten Druckreduzier-Steuerventils (10) enthält, um die effektive Vorwärtsgeschwindigkeit des aufgeschäumten Schlammflusses bei dem verminderten Druck aufnehmen und reduzieren zu können, wobei die Anlage so gestaltet ist, daß der frisch eingespritzte aufgeschäumte Schlamm direkt in den zuvor eingespritzten aufgeschäumten Schlamm einfließt und wobei die Anlage ferner so gestaltet ist, daß der aufgeschäumte Schlamm dem zweiten Druckreduzier-Steuerventil (30) in aufgeschäumtem Zustand zugeführt wird.

9. Anlage nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß die Abbremszone (20) so gestaltet ist, daß der den Wandungen (21) der Abbremszone (20) unmittelbar angrenzende aufgeschäumte Schlamm im wesentlichen nichtturbulent ist.
10. Anlage nach Punkt 9, gekennzeichnet dadurch, daß sie eine in direkter Fließverbindung mit der Austragöffnung

237966 1 - 22 -

15.9.1982

AP B 01 J/237 966/1

60 362/18

der Abbremszone (20) stehende Ausgangsleitung (23) beinhaltet, welche so gestaltet ist, daß sie dem zweiten Druckreduzier-Steuerventil (30) aufgeschäumten Schlamm in einer Geschwindigkeit zuführen kann, welche größer ist als die Geschwindigkeit jenes aufgeschäumten Schlammes, der unmittelbar entlang der Wandungen (21) der Abbremszone (20) fließt.

11. Anlage nach Punkt 8, 9 oder 10, gekennzeichnet dadurch, daß Hilfsmittel vorliegen, um den aus dem ersten Druckreduzier-Steuerventil (10) abfließenden aufgeschäumten Schlamm zu kühlen.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

