



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 220 130 A1

4(51) G 01 N 23/12

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 N / 257 377 6

(22) 01.12.83

(44) 20.03.85

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, 1199 Berlin, Rudower Chaussee 5, DD

(72) Thümmel, Hans-Wolf, Dr. sc. Dipl.-Phys.; Frenzel, Manfred, Dipl.-Phys.; Körner, Günther, Dipl.-Phys.; Fischer, Gerd; Graf, Eckehard; Olma, Klaus; Rosenbaum, Klaus, Dr.-Ing. Dipl.-Ing.; Schingnitz, Dietmar, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zur Gehaltsbestimmung an Meßgut mit schnell veränderlicher Flächenmasse

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gehaltsbestimmung an Meßgut mit schnell veränderlicher Flächenmasse, vor allem zur Aschegehaltsbestimmung von Braunkohle auf einem schnell laufenden Transportband bei stark und schnell veränderlicher Schütthöhe sowie Dichte, auf der Grundlage der Transmission von Quantenstrahlung. Es werden zwei Transmissionsstrecken mit unterschiedlichen Quantenenergien kombiniert und jede Meßstrecke mit einer so großen künstlichen Totzeit beaufschlagt, daß beide linear aufgetragenen Transmissionskurven einen Wendepunkt aufweisen und beide Wendepunkte im Bereich der häufigsten Flächenmasse liegen. Die im Linearitätsbereich liegenden Signale können dann zeitlich gemittelt werden.

Verfahren zur Gehaltsbestimmung an Meßgut mit schnell veränderlicher Flächenmasse

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gehaltsbestimmung an Meßgut mit schnell veränderlicher Flächenmasse, vor allem zur Aschegehaltsbestimmung von Braunkohle auf einem schnell laufenden Transportband bei stark und schnell veränderlicher Schütthöhe sowie Dichte, auf der Grundlage der Transmission von Quantenstrahlung.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Gehaltsbestimmung an Zweikomponentenmischungen in Form von Schüttgut auf Transportbändern, insbesondere zur Aschegehaltsbestimmung von Braunkohle, sind Verfahren bekannt, die mit Gammastrahlungstransmission arbeiten. So werden z. B. zwei Meßstrecken mit unterschiedlichen Quantenstrahlungsenergien E_1 und E_2 ausgerüstet. Die während einer Meßzeit T erhaltenen Impulszahlen N_1 und N_2 werden mittels analoger oder digitaler Schaltkreise verknüpft, um den Massenschwächungskoeffizienten μ für die Energie E_1 ermitteln zu können:

$$\mu_{E_1} = \mu_{E_2} \cdot \frac{\ln(N_1/N_{01})}{\ln(N_2/N_{02})} \quad (1)$$

(N_{01} und N_{02} sind die Impulszahlen in den beiden Meßstrecken bei Abwesenheit von Meßgut, die sog. Leerbandimpulsraten). Für ein

Zweistoffsystem, das aus den Komponenten A und B mit den Konzentrationen c_A und c_B (wobei $c_A + c_B = 1$) mit den jeweiligen Massenschwächungskoeffizienten μ_A und μ_B besteht und den (veränderlichen) Massenschwächungskoeffizienten μ_{E_1} besitzt, berechnet sich der Gehalt der Komponenten A nach der Formel:

$$c_A = \frac{\mu_{E_1}(c_A) - \mu_B}{\mu_A - \mu_B} \quad (2)$$

Ein Nachteil dieser Verfahren besteht darin, daß während der Meßzeit T , die so groß sein muß, daß eine ausreichende statistische Sicherheit der gemessenen Impulszahlen N_1 und N_2 und damit des Massenschwächungskoeffizienten μ_{E_1} gewährleistet ist, sich die Flächenmasse σx ändert, so daß über exponentiell schwankende Zählraten gemittelt wird. Die Mittelung erfolgt wegen der in beiden Meßstrecken verwendeten unterschiedlichen Quantenstrahlungsenergien über unterschiedliche Bereiche der exponentiellen Transmissionskurven, so daß bei der Eliminierung der Flächenmasse gemäß Gleichung (1) ein beträchtlicher Fehler auftritt.

Es ist weiterhin eine radiometrische Förderbandwaage auf der Grundlage der Gammastrahlungstransmission bekannt, bei der die exponentielle Abhängigkeit der Zählraten von der Flächenmasse durch elektronische Maßnahmen (künstliche Totzeit, Torschaltungen usw.) im interessierenden Dickenbereich mit dem Ziel linearisiert wird, die Signale mehrerer quer zum Transportband angeordneter Meßstrecken unabhängig von der dort herrschenden Massenbelegung zu einem Summensignal addieren zu dürfen (DD-WP 101 757; Isotopenpraxis 17 (1981) 306). Der Nachteil dieser Lösung besteht darin, daß sie für Gehaltsbestimmungen nicht anwendbar ist.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Erhöhung der Genauigkeit bei Gehaltsbestimmungen an Schüttgütern mit schnell veränderlicher Flächenmasse.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Gehaltsbestimmung an Meßgut mit schnell veränderlicher Flächenmasse auf der Grundlage der Transmission von Quantenstrahlung anzugeben, daß die Anwendung des Prinzips der Linearisierung von Transmissionskurven mittels künstlicher Totzeit ermöglicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren besteht darin, daß zwei Transmissionsstrecken mit unterschiedlichen Quantenstrahlungsenergien kombiniert werden und jeder Meßstrecke eine künstliche Totzeit aufgeprägt wird, und ist dadurch gekennzeichnet, daß die Totzeiten in jeder Meßstrecke so gewählt werden, daß beide Transmissionskurven einen Wendepunkt aufweisen und beide Wendepunkte im Bereich der häufigsten Flächenmasse liegen. Die Signale können dann zeitlich gemittelt werden, so lange der erreichte Linearitätsbereich der Transmissionskurven nicht verlassen wird.

Die Anwendung von Transmissionsmeßstrecken mit linearisierten Transmissionskurven gestattet, mehrere Meßstrecken trotz gleichzeitigem Vorliegen unterschiedlicher Flächenmassebelegungen mit dem Ziel, ein mittleres Flächenmassesignal zu erhalten, miteinander zu verknüpfen. Sie erlaubt aber auch die Addition der zeitlich aufeinanderfolgenden, zu verschiedenen Flächenmassen gehörigen Zählraten. Das bedeutet, daß die mit großer Schnelligkeit erfolgenden Flächenmasseschwankungen infolge der Inhomogenität des Schüttgutes (insbesondere der Körnung) sowie die etwas langsameren Änderungen infolge schwankender Bandbeladung im Falle schnell laufender Transportbänder bei der linearen Aufsummierung während einer längeren Meßzeit T keine Verfälschungen der aus dem Transmissionsgesetz mit Berücksichtigung der Totzeit abgeleiteten mittleren Flächenmasse $\bar{q}_x$ während der Meßzeit T ergeben - immer, so lange die Flächenmasseschwankungen noch im Bereich einer ausreichenden Linearität der Transmissionskurven liegen.

Die Anwendung des Prinzips der Linearisierung der Transmissionskurve (mittels künstlicher Totzeit T) auf beide Meßzweige des beschriebenen Transmissionsverfahrens mit zwei oder mehr Energien

zur Gehaltsbestimmung erlaubt somit die Berechnung eines mittleren Massenschwächungskoeffizienten für die Meßzeit T ; dabei wird vorzugsweise für jede der beiden Energien das Produkt von Leerbandzählrate und Totzeit so gewählt, daß der Wendepunkt der Transmissionskurve bei der Flächenmasse liegt, die der wahrscheinlichsten Bandbeladung entspricht. Als Leerbandzählrate ist hier die "wahre" Zählrate, d. h., die Zählrate ohne Totzeitverluste zu verstehen.

Mit abnehmender Strahlungsenergie wird jedoch der Linearisierungsbereich der Transmissionskurve (in absoluten Dickeneinheiten) immer kürzer. Die Anwendung einer relativ kleinen Strahlungsenergie E_1 (z. B. 60 keV) auf die Messung an einem Transportband mit stark schwankender Beladung ist also nur in einem beschränkten Bereich möglich, so daß sich evtl. eine Überwachung der aktuellen Flächenmasse und eine Beschränkung der zur Auswertung zugelassenen Flächenmassen erforderlich macht.

Die Überwachung der Flächenmassebelegung des Transportbandes kann mit Hilfe der in der Flächenmassemeßstrecke (mit E_2 , vorzugsweise mit 660 keV) gemessenen Zählrate erfolgen. Zusätzlich kann eine Grenzwertmeldung vorgesehen werden, wenn die Beladung des Transportbandes so kleine oder so große Werte annimmt, daß die entsprechenden Zählraten der Gehaltsmeßstrecke (mit E_1 , vorzugsweise mit 60 keV) außerhalb des Linearbereiches der E_1 -Transmissionskurve liegen. Die Grenzwertsignale können weiterhin dazu benutzt werden, den Meßvorgang in beiden Meßzweigen zu beenden (Stopp) und die Verknüpfung der während der Meßzeit registrierten Impulszahlen N_1 und N_2 gemäß Gleichung (1) auszulösen.

Damit bei länger andauernden Herauswandern des aktuellen Mittelwertes der Flächenmasse aus dem zugelassenen Linearitätsbereich der Transmissionskurven die Messungen nicht über eine unbestimmte Zeit ausgesetzt werden müssen, kann durch Veränderung der Totzeit oder/und der Leerbandzählrate (z. B. mittels Veränderung des Kollimators) eine Aktualisierung des Produktes aus Leerbandzählrate und Totzeit und damit der Lage der Wendepunkte der Transmissionskurven in einen anschließenden (höher oder niedriger liegenden) Flächenmassebereich erfolgen, so daß sich der Linearitäts-

bereich der so definierten Transmissionskurven aneinander anschließt. Für die Verknüpfung der Meßwerte zum Massenschwächungskoeffizienten müssen entsprechend die aktualisierten Werte der Totzeiten bzw. Leerbandzählraten in die entsprechende Gleichung eingesetzt werden.

Ausführungsbeispiel

Figur 1 zeigt das Blockschaltbild einer Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Anordnung besteht aus zwei Transmissionsmeßstrecken mit unterschiedlichen Quantenstrahlungsenergien. Zur ersten Transmissionsmeßstrecke gehören eine Am-241-Strahlungsquelle 1 ($E_1 = 60 \text{ keV}$) in einem Kollimator 2, eine Sonde 3 zur Registrierung der das Meßgut transmittierenden Strahlung, ein Kollimator 4 vor der Sonde 3, ein Verstärker/Analysator 5, eine Totzeitstufe 6 mit veränderlicher Totzeit und ein Zähler 7. Die zweite Transmissionsmeßstrecke besteht aus einem Cs-137-Präparat ($E_2 = 660 \text{ keV}$) als Gammastrahlungsquelle 8 in einem Kollimator 9, einer Meßsonde 10, einem Kollimator 11 zur Eliminierung von Streustrahlung, einem Verstärker/Analysator 12, einer Totzeitstufe 13 mit veränderlicher Totzeit und zwei Zählern 14 und 15. Die Anordnung wird durch einen Rechner 16, an den beide Meßstrecken angekoppelt sind, eine Ausgabeeinheit 17 und eine Steuereinheit 18 vervollständigt.

Die Anordnung wird zur Bestimmung des Aschegehaltes von stückiger Kohle 20 mit stark schwankender Schütthöhe (zwischen 0 und 400 mm) auf einem schnell laufenden Transportband 19 (Geschwindigkeit $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) eingesetzt.

Die Signale der beiden Meßstrecken werden zur Berechnung des Massenschwächungskoeffizienten μ_1 durch Eliminierung der Flächenmassen, aber unter Berücksichtigung der mit den Totzeitstufen 8 und 15 eingestellten Totzeiten t_1 und t_2 nach der Gleichung

$$\mu_1 = \mu_2 \cdot \frac{\ln Q_1}{\ln Q_2} \quad \text{mit } Q_i = \frac{z_{0i} - U_i}{\frac{N_i}{T - t_i N_i} - U_i} \quad (3)$$

verknüpft. Es bedeuten:

- z_{0i} - die "wahren" (verlustfreien) Zählraten bei leerem Transportband ("Leerbandzählraten"),
- U_i - die Untergrundzählraten (Nulleffekte),
- T - die Meßzeit für eine Gehaltsbestimmung,
- t_i - die eingestellten Totzeiten und
- N_i - die gemessenen Impulszahlen.

Die Konstanten z_{0i} , U_i , T , t_i und μ_2 werden z. B. mit einer Parametereingabeeinheit vorgewählt. Die "linearisierten" Transmissionskurven werden gemäß der Formel

$$\frac{z}{z_0} = \frac{e^{-\mu \varphi x}}{1 + t z_0 e^{-\mu \varphi x}} = \frac{1}{e^{\mu \varphi x} + t z_0} \quad (4)$$

ermittelt. Die Produkte $z_{01} t_1$ und $z_{02} t_2$ werden so gewählt, daß ein Wendepunkt in den Transmissionskurven auftritt und dieser Wendepunkt mit dem Mittelwert der Flächenmasse der Kohle auf dem Transportband korrespondiert. Mit Hilfe des Zählers 15 und des Rechners 16 wird kontrolliert, ob der aktuelle Wert der Flächenmasse während der Meßzeit T noch innerhalb des linearen Bereichs der Transmissionskurve, der durch die Flächenmassewerte $(\varphi x)_u$ und $(\varphi x)_o$ begrenzt ist, gelegen hat. Dazu wird die Taktzeit des Zählers 15 wesentlich kleiner als T gewählt, für jede Messung innerhalb der Taktzeit des Zählers der aktuelle Flächenmassewert gemäß der Formel

$$\varphi x = \ln(N_{02}/N_2) \quad (5)$$

berechnet und geprüft, ob φx im Intervall $(\varphi x)_u \leq \varphi x \leq (\varphi x)_o$ liegt. Ist das der Fall, wird der für die Meßzeit T nach Gleichung

(3) berechnete Massenschwächungskoeffizient akzeptiert und nach Gleichung (2) in einen Aschegehaltswert umgerechnet und ausgegeben, sofern $T \geq T_{\min}$. Liegt der aktuelle Flächenmassewert σ_x außerhalb des Linearbereichs (unterhalb oder oberhalb), so wird vom Rechner 16 ein entsprechendes Signal an die Steuereinheit 18 abgegeben, die die Totzeiten t_1 und t_2 verändert (verkleinert oder vergrößert), so daß der lineare Bereich der Transmissionskurven dem aktuellen Flächenmassewert der Bandbeladung angepaßt wird. Für die neuen Totzeiten t_1 und t_2 werden die Zählraten gemessen, zum Massenschwächungskoeffizienten verknüpft und diese bis zur Zeit T aufsummiert.

Die beschriebene Anordnung kann abgewandelt oder ergänzt werden. So ist es z. B. möglich, die Zählrate der Meßstrecke mit der Energie E_2 einem Impulsdichtemesser zuzuführen und dessen analoges Ausgangssignal durch zwei Grenzwertmelder zu überwachen, wobei die Integrationszeit dieses Impulsdichtemessers $\ll$ kleiner ist als die Meßzeit in der Meßstrecke mit der Energie E_1 .

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Gehaltsbestimmung an Meßgut mit schnell veränderlicher Flächenmasse, bestehend aus der Kombination zweier Quantenstrahlungstransmissionsmeßstrecken, die mit künstlichen Totzeiten beaufschlagt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Totzeiten oder/und die bei Abwesenheit von Schüttgut gemessenen Zählraten so eingestellt werden, daß die linear aufgetragenen Transmissionskurven einen Wendepunkt aufweisen und beide Wendepunkte im Bereich der häufigsten Flächenmasse liegen.
2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe der in der Meßstrecke mit der höheren Energie gemessenen Zählrate der aktuelle Wert der Flächenmasse überwacht und eine Grenzwertmeldung erfolgt, wenn die Flächenmasse Werte annimmt, bei denen die Zählraten der Meßstrecke mit der niedrigeren Energie außerhalb des Linearbereiches ihrer Transmissionskurve liegen.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch Veränderung der Totzeit oder/und der Zählrate bei Abwesenheit von Meßgut der Wendepunkt der Transmissionskurven in den Bereich der aktuellen Flächenmasse verschoben wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

