

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 85109570.3

51 Int. Cl.⁴: **F 27 D 17/00**
F 27 B 9/40

22 Anmeldetag: 30.07.85

30 Priorität: 19.10.84 DE 3438347

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.04.86 Patentblatt 86/17

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB

71 Anmelder: **Leisenberg, Wolfgang, Dr.-Ing.**
Richard-Wagner-Strasse 2a
D-6312 Laubach 1(DE)

72 Erfinder: **Leisenberg, Wolfgang, Dr.-Ing.**
Richard-Wagner-Strasse 2a
D-6312 Laubach 1(DE)

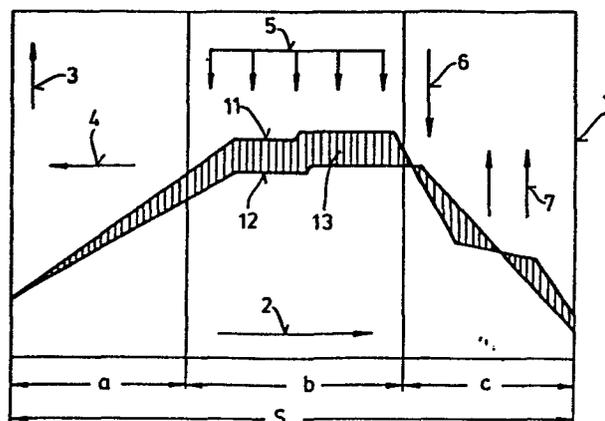
74 Vertreter: **Engelhardt, Guido, Dipl.-Ing.**
Montafonstrasse 35 Postfach 1350
D-7990 Friedrichshafen 1(DE)

54 **Verfahren zur Anpassung eines Tunnelofens an unterschiedliche Leistungen sowie rechnergeführter Tunnelofen.**

57 Um einen Tunnelofen (1) der keramischen Industrie an unterschiedliche Leistungen und Brennkurven anzupassen, werden zwei oder mehrere Sollwertsätze (Brennkurven 11, 12) des Tunnelofens (1) bei unterschiedlichen möglichst weit auseinanderliegenden Ofenleistungen empirisch ermittelt und in einem Prozeßrechner gespeichert. Ferner werden in dem Prozeßrechner die für alle weiteren Leistungen des Tunnelofens gültigen Sollwerte durch Regression ermittelt und über die Regler des Tunnelofens werden in Abhängigkeit von der geforderten Leistung die Stoffströme gesteuert.

Auf diese Weise ist es möglich, mit geringem Identifikations- und Rechneraufwand eine weitgehende Anpassung des Tunnelofens an unterschiedliche Betriebszustände zu erreichen. Die Steuerung des Tunnelofens erfolgt somit in Abhängigkeit von der Schubgeschwindigkeit des Brenngutes und dessen Beschaffenheit, so daß stets eine optimale Anpassung zu erzielen ist.

FIG. 1



0178401

DIPL.-ING. GUIDO ENGELHARDT PATENTANWALT

7990 Friedrichshafen

Dr.-Ing. Wolfgang Leisenberg
6312 Laubach/Hessen 1

Verfahren zur Anpassung eines Tunnelofens
an unterschiedliche Leistungen sowie
rechnergeführter Tunnelofen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Anpassung eines Tunnelofens der keramischen Industrie an unterschiedliche Leistungen und Brennkurven sowie einen rechnergeführten Tunnelofen zur Anwendung dieses Verfahrens.

In einem Tunnelofen durchläuft das Brenngut ein stationäres Temperaturprofil und wird dabei nach einem durch das Brenngut vorgegebenen Aufheiz- und Kühlverlauf behandelt. Zur Zeit wird das Temperaturprofil durch einzelne Regelkreise im Bereich der Brenn-, Aufheiz- und Kühlzone konstant gehalten. Darüber hinaus sind mathematische Modelle des Ofenverhaltens bekannt, wobei durch Rechner die Energie- und Stoffströme an sich ändernde Verhältnisse angepaßt werden.

Der herkömmliche Tunnelofen mit fest bestimmtem Temperaturprofil wird den Anforderungen des Brenngutes nur bei einer Durchlaufgeschwindigkeit und bei gleichbleibendem Material gerecht. Wird die Schubgeschwindigkeit geändert oder ein anderes Brenngut verwendet, so muß die Ofenbrennkurve manuell nachgestellt werden. Dies bedeutet erheblichen personellen Aufwand, der jedoch wirtschaftlich nicht mehr tragbar ist. Daher werden die meisten Tunnelöfen mit einem Temperaturprofil

gefahren, das möglichst wenig Veränderungen am Tunnelofen erfordert; damit ist jedoch nicht oder nur selten ein wirtschaftlich und qualitativ optimaler Ofenbetrieb gegeben.

5 Einen Tunnelofen nach einem mathematischen Modell zu führen, ist jedoch sehr aufwendig, da das statische und dynamische Verhalten des Ofens bekannt sein und dadurch ein hoher Identifikationsaufwand getrieben werden muß. Darüber hinaus muß durch adaptive Algorithmen dafür gesorgt werden, daß sich
10 das System an wechselnde Bedingungen und Verschleißerscheinungen ständig erneut anpaßt. Dies wiederum erfordert einen außerordentlich hohen mathematischen und rechnerischen Aufwand, der in kaum einem Fall gerechtfertigt ist.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Anpassung eines Tunnelofens der keramischen Industrie an unterschiedliche Leistungen und Brennkurven sowie einen rechnergeführten Tunnelofen zur Anwendung dieses Verfahrens zu schaffen, die es ermöglichen, mit geringem Identifikations- und Rechneraufwand eine weitgehende Anpassung des Tunnelofens an
15 unterschiedliche Betriebszustände zu erreichen. Die Steuerung des Tunnelofens soll hierbei in Abhängigkeit von der Schubgeschwindigkeit des Brenngutes und dessen Beschaffenheit erfolgen, so daß stets eine optimale Anpassung zu erzielen ist.
20

Das Verfahren zur Anpassung eines Tunnelofens der keramischen Industrie an unterschiedliche Leistungen ist dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehrere Sollwertsätze des Tunnelofens bei unterschiedlichen, möglichst weit auseinanderliegenden Ofenleistungen empirisch ermittelt und in einem Prozeßrechner gespeichert werden, daß in dem Prozeßrechner die für alle weiteren Leistungen des Tunnelofens gültigen Sollwerte durch Regression ermittelt werden und daß
25
30

über die Regler des Tunnelofens in Abhängigkeit von der geforderten Leistung die Stoffströme gesteuert werden.

Zweckmäßig ist es hierbei, die Steuerung der Stoffströme in der Aufheiz- und/oder Kühlzone des Tunnelofens über die Einstellung des Temperaturverlaufs an einer oder mehreren Stellen vorzunehmen und den Temperaturverlauf in der Aufheiz- und/oder Kühlzone des Tunnelofens mittels optischer Pyrometer zu erfassen. Bei unterschiedlichen Brennkurven sollte ferner die Temperaturänderung der Sollwerte in Abhängigkeit von der Schubgeschwindigkeit des Brenngutes dem Betrage nach auf alle individuellen Brennkurven angewandt werden.

Vorteilhaft ist es des weiteren, in die Parameter für die individuelle Behandlung einzelner Chargen das Besatzgewicht des Brenngutes einzubeziehen und in der Weise auszuwerten, daß den Luftmengenregelkreisen in der Aufheizzone und/oder der Kühlzone des Tunnelofens eine Steuerungsfunktion überlagert wird, mittels der nach einer empirisch ermittelbaren Kennlinie die Luftmengenströme in Abhängigkeit von dem aus Schubgeschwindigkeit und Besatzgewicht bestimm-
baren Materialstrom des Brenngutes einstellbar sind. Anggebracht ist es auch, die einzelnen das Brenngut transportierenden Ofenwagen nach einer individuellen diese begleitenden Brennkurve durch den Tunnelofen zu führen.

Der rechnergeführte Tunnelofen zur Anwendung dieses Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß mittels Codierungen dem Prozeßrechner für jedes in den Tunnelofen eingebrachte Brenngut eine Information über die geforderte Brennkurve zugeführt wird, daß der Prozeßrechner ein Programm zur Verfolgung der einzelnen Chargen erhält und daß der Prozeßrechner über die Regler des Tunnelofens die Sollwerte der

Temperatur für die einzelnen Positionen entsprechend der vorgebenen Brennkurve einstellt, die für das in der jeweiligen Position befindliche Brenngut gültig ist.

5 Hierbei ist es angebracht, den Transport des Brenngutes im Tunnelofen mittels des Prozeßrechners derart zu steuern, daß dieser den Weitertransport erst freigibt, sobald alle oder ein spezifizierender Anteil der Regelgrößen innerhalb vorgegebener Toleranzen im Bereich des Sollwertes liegen und für den Bereich der Aufheizzone und/oder der Kühlzone
10 mittels des Prozeßrechners einen Mittelwert der geforderten Temperaturen als Sollwert vorzugeben.

Bei unterschiedlichen Brennkurven sollten ebenfalls die Temperaturänderung der Sollwerte mittels des Prozeßrechners in Abhängigkeit von der Schubgeschwindigkeit des Brenngutes dem Betrage nach auf alle individuellen Brennkurven
15 übertragen werden.

Des weiteren sollten in die Parameter für die individuelle Behandlung einzelner Chargen das Besatzgewicht des Brenngutes einbezogen und in dem Prozeßrechner in der Weise ausgewertet werden, daß den Luftmengenregelkreisen in der Aufheizzone und/oder der Kühlzone des Tunnelofens eine Steuerfunktion überlagert wird, mittels der nach einer empirisch ermittelbaren Kennlinie die Luftmengenströme in Abhängigkeit von dem aus Schubgeschwindigkeit und Besatzgewicht bestimm-
20 baren Materialstrom des Brenngutes einstellbar sind.
25

Sehr vorteilhaft ist es ferner, den Prozeßrechner derart zu steuern, daß die einzelnen den Besatz tragenden Ofenwagen nach einer individuellen diese begleitenden Brennkurve durch

den Tunnelofen hindurchführbar sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Anpassung eines Tunnelofens der keramischen Industrie an unterschiedliche Leistungen und Brennkurven sowie der rechnergeführte Tunnelofen zur Anwendung dieses Verfahrens ermöglichen es somit mit relativ geringem Identifikations- und Rechneraufwand, eine weitgehende Anpassung des Tunnelofens an unterschiedliche Betriebszustände zu erreichen. Dabei greifen die beiden Variablen Schubgeschwindigkeit und Materialart unterschiedlich in die Steuerung ein.

Die Schubgeschwindigkeit des Brenngutes hat sowohl Wirkungen auf die Aufheiz- und Kühlzone als auch auf die Feuerzone des Tunnelofens. Diese drei Bereiche sind steuerungstechnisch wiederum unterschiedlich geartet. Aufheiz- und Kühlzone stellen prinzipiell Gegenstromwärmetauscher dar. Der Luftstrom gibt in der Aufheizzone Energie an den Besatz ab und wird in der Kühlzone durch diesen aufgeheizt.

Um eine bestimmte Aufheizgeschwindigkeit, die vom Material vorgegeben ist, zu erreichen, muß ein bestimmtes Verhältnis der Stoffströme eingehalten werden. Dieses Luft/Brenngutverhältnis wirkt sich auf den Temperaturverlauf in Aufheiz- und Kühlzone aus und kann über die Temperaturen der Luft bzw. des Brenngutes gesteuert werden. Hierbei wird zweckmäßigerweise die Gutstemperatur durch optische Pyrometer direkt und nicht die Lufttemperatur gemessen, da die Temperaturdifferenz zwischen Luft und Brenngut leistungsabhängig ist und die Lufttemperatur damit nur näherungsweise die für den Vorgang entscheidende Brennguttemperatur wiedergibt.

Da der Wärmetauschvorgang innerhalb der Aufheiz- und Kühlzone nicht gleichmäßig verläuft, ändern sich bei gleichem Luft/Ziegelverhältnis und gleichem Temperaturverlauf am Brenngut die örtlichen Temperaturen in der Aufheiz- und Kühlzone mit der Durchsatzleistung. Das bedeutet, daß sich die Temperatursollwerte für die einzelnen Ofenzonen in Abhängigkeit von der Durchsatzleistung nach einer unbekannt- und theoretisch schwer erfaßbaren Funktion ändern.

Ein ähnliches gilt für die Temperatursollwerte der Regelkreise in der Feuerzone, wo bei langsamerer Schubzeit das Feuer durch Temperaturabsenkung einzelner Zonen verkürzt bzw. die Garbrandtemperatur bei gleicher Feuerlänge abgesenkt werden kann. Auch hier ist eine theoretische Berechnung außerordentlich schwierig.

Das erfindungsgemäße Verfahren geht nun von einer empirischen Identifikation aus, die im einfachsten Fall darin bestehen kann, daß der Ofen bei sehr niedriger Leistung experimentell auf optimale Sollwerte eingestellt wird und das gleiche bei sehr hoher Leistung vorgenommen wird. Diese Sollwertsätze werden dem Prozeßrechner eingegeben und dieser interpoliert linear für alle dazwischen liegenden Ofenleistungen. Das Verfahren kann je nach gewünschter Effektivität mit zwei oder beliebig vielen Sollwertsätzen betrieben werden, wobei ab drei Sätzen eine nichtlineare Regression möglich ist, deren Genauigkeit mit der Zahl der Stützpunkte steigt.

Neben der Tatsache, daß sich das empirische Modell der Sollwertabhängigkeit auf reale Ofenzustände bezieht und damit

niemals zu unzulässigen Ofenzuständen führen kann, ist der Identifikationsaufwand beliebig wählbar und im Falle der linearen Interpolation nicht größer als bei einer herkömmlichen Inbetriebnahme. Darüber hinaus kann bei Änderungen des Ofenverhaltens ebenso einfach eine Nachjustierung vorgenommen werden.

Die Erfindung besteht weiterhin darin, daß dem Prozeßrechner für jeden Ofenwagen bzw. für jede Charge vor Eintritt in den Tunnelofen durch Eingabe von entsprechend codierten Informationen mitgeteilt wird, mit welcher Brennkurve und mit welcher Reduktionsatmosphäre das Brenngut behandelt werden soll. Durch Erfassung des Brenngutvorlaufs ist der Rechner in der Lage, festzustellen, an welcher Position des Ofens sich welches Brenngut befindet. Durch die ebenfalls im Prozeßrechner gespeicherten Brennkurven kann weiterhin festgestellt werden, welchen Temperatursollwert für eine bestimmte Ofenposition bei der vorgewählten Brennkurve gefordert ist. Dieser Sollwert wird dem im Prozeßrechner integrierten Temperaturregler vorgegeben und dieser stellt die geforderte Temperatur durch Vergleich mit der herrschenden Isttemperatur ein. Dadurch kann prinzipiell ohne personellen Aufwand die Brennkurve an die vom Material geforderten Bedingungen angepaßt werden bis hin zum Extremfall, daß jeder Ofenwagen mit einer anderen Brennkurve behandelt wird, die gewissermaßen mit ihm durch den Ofen hindurch läuft.

Bei stark wechselnden Temperaturen kann man Wartezeiten einlegen, bis die entsprechenden Sollwerte tatsächlich erreicht oder zumindest innerhalb einer vorgegebenen Toleranz sind.

Dies wiederum ermöglicht eine Selbststeuerung der Schubgeschwindigkeit dadurch, daß jeweils das Signal zum Weitertransport des Brenngutes erst gegeben wird, sobald alle

oder eine bestimmte Anzahl von Regelkreisen innerhalb der Sollwerttoleranzen liegen. Auf diese Weise kann der Tunnelofen leistungsoptimal bei vorgegebener Brennkurve gefahren werden.

5 Im normalen Betrieb eines Tunnelofens sind sowohl Änderungen der Leistung als auch der Materialart erforderlich, so daß beide Adaptionsverfahren ineinanderwirken müssen. In der Brennzzone kann die Änderung der Leistung für verschiedene Materialarten dadurch erfaßt werden, daß man zumindest
10 näherungsweise davon ausgehen kann, daß die Temperaturabsenkung bei Verlängerung der Standzeit für verschiedene Produkte gleich ist. Insofern kann unabhängig von der individuellen Brennkurve die ermittelte Temperaturabsenkung in Abhängigkeit von der Schubgeschwindigkeit dem Betrage nach
15 auf alle eingegebenen Brennkurven angewandt werden. Dies gilt mit ebenso guter Näherung auch für die Änderungen der Sollwerte im Aufheiz- und Kühlbereich. Eine mehrdimensionale Anpassung erscheint im Hinblick auf die erhebliche Steigerung des Identifikationsaufwandes und dem relativ geringen Nutzen für die Qualität des Produktes nicht gerechtfertigt.
20

Bei Kenntnis und Eingabe bzw. Erfassung des Besatzgewichtes können die Luftmengen in Aufheiz- und Kühlzone durch Ermittlung des mittleren Massestromes innerhalb der betrachteten und für einen Luftvolumenstrom gültigen Bereiches erfaßt und dieser im feed-forward-Prinzip angepaßt werden.
25 Diese Steuerfunktion sollte jedoch den Luftmengenregelkreis nicht ersetzen, sondern ihn lediglich überlagern. Dadurch muß die Steuerfunktion nur näherungsweise und mit entsprechend geringem Identifikationsaufwand bestimmt werden,
30

da eine mögliche Fehlanpassung durch den überlagerten Regelkreis korrigiert wird.

In der Zeichnung ist die erfindungsgemäße Verfahrensweise zur Anpassung eines Tunnelofens an unterschiedliche Leistungen in Form von Diagrammen dargestellt. Hierbei zeigen:

Fig. 1 den oberen und unteren Temperaturverlauf in den einzelnen Zonen eines Tunnelofens,

Fig. 2 das Prinzip eines rechnergeführten Tunnelofens mit einer Brennkurve aus dem Interpolationsbereich der in Figur 1 dargestellten Brennkurven und

Fig. 3 das Istprofil einer Brennkurve in der Brennzone eines Tunnelofens sowie drei Sollprofile als mitlaufende Brennkurven für das Brenngut.

In Fig.1 ist über der Weglänge S eines eine Aufheizzone a , eine Brennzone b sowie eine Kühlzone c aufweisenden Tunnelofens 1 eine obere Brennkurve 11 für eine große Leistung und eine untere Brennkurve 12 für eine kleine Leistung aufzeichnet, die somit einen Interpolationsbereich 13 einschließen. Des weiteren sind durch Pfeile 2 und 3 das Brenngut sowie die Temperatur gekennzeichnet. Ferner stellen die Pfeile 4, 5, 6 und 7 Stoffströme dar, und zwar der Pfeil 4 das Rauchgas, die Pfeile 5 die Brennstoffzugabe, der Pfeil 6 die Sturzkühlung sowie die Pfeil 7 die Absaugung. Die Werte

der oberen und der unteren Brennkurven 11 und 12 sind
hierbei empirisch ermittelt worden, indem der Tunnelofen 1
bei großer und niedriger Leistung jeweils auf optimale Soll-
werte eingestellt wurde. Die durch eine derartige empiri-
5 rische Identifikation ermittelten Sollwerte sind in einem
Prozeßrechner 25 eingegeben.

Soll nunmehr die in Fig. 2 dargestellte Brennkurve 14 aus
dem Interpolationsbereich 13 gefahren werden, so werden die
Meßwerte 22 einzelner Meßpunkte 21 einem Regler 23 zugeführt,
10 der mit dem Prozeßrechner 25 in Verbindung steht oder in die-
sem enthalten ist. Durch die in diesem gespeicherten Brennkur-
ven kann somit festgestellt werden, welcher Temperatursoll-
wert bei der vorgegebenen Brennkurve gefordert ist. Dieser
Sollwert wird durch Vergleich mit der herrschenden Temperatur
15 mittels eines integrierten Temperaturwählers 24 eingestellt.
Des weiteren ist der Prozeßrechner 25 in der Lage, fest-
zustellen, an welcher Stelle des Tunnelofens 1 sich wel-
ches Brenngut befindet. Vor Eintritt in den Tunnelofen 1
wurde diesem für jeden Tunnelofenwagen durch Eingabe ent-
20 sprechend codierter Informationen dies mitgeteilt. Es ist
somit möglich, mit einem Tunnelofenwagen die für dessen
Besatz gewählte Brennkurve durch den Tunnelofen mitlau-
fen zu lassen.

In Fig. 3 ist dies für die Brennzone b des Tunnelofens 1
25 dargestellt. Für den Besatz des Tunnelofenwagens 31 ist
hierbei das mit 34 bezeichnete Sollprofil einer mitlau-
fenden Brennkurve vorgesehen, der Besatz der Tunnelofen-
wagen 32 bzw. 33 soll dagegen in der Brennzone b einem
Temperaturverlauf unterworfen werden, der durch die mit

35 bzw. 36 bezeichneten Sollprofile gekennzeichnet ist. Für den Besatz der Tunnelofenwagen 31 wird somit mit Hilfe des Prozeßrechners 25 über die gesamte der Brennzone b in dieser eine Temperatur nach der Brennkurve 34 eingestellt, der Besatz der Tunnelofenwagen 32 bzw. 33 wird dagegen einer Temperatur unterworfen, deren Verlauf durch die Brennkurven 35 und 36 vorgegeben ist. Dadurch ergibt sich zusammengesetzt aus den einzelnen Werten in der Brennzone b ein Istprofil einer Brennkurve, die mit 35 bezeichnet ist.

A 5365 e-s

9. Oktober 1984

DIPL.-ING. GUIDO ENGELHARDT PATENTANWALT

7990 Friedrichshafen

Dr.-Ing. Wolfgang Leisenberg
6312 Laubach/Hessen 1

5

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zur Anpassung eines Tunnelofens der keramischen Industrie an unterschiedliche Leistungen und Brennkurven,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

10

daß zwei oder mehrere Sollwertsätze (Brennkurven 11, 12) des Tunnelofens (1) bei unterschiedlichen, möglichst weit auseinanderliegenden Ofenleistungen empirisch ermittelt und in einem Prozeßrechner (25) gespeichert werden,

15

daß in dem Prozeßrechner (25) die für alle weiteren Leistungen des Tunnelofens (1) gültigen Sollwerte durch Regression ermittelt werden und daß über die Regler (23) des Tunnelofens (1) in Abhängigkeit von der geforderten Leistung die Stoffströme (Rauchgas 4, Brenner 5, Kühlung 6, Absaugung 7) gesteuert werden.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die Steuerung der Stoffströme (Rauchgas 4, Kühlung 6, Absaugung 7) in der Aufheiz- und/oder Kühlzone (a, c) des Tunnelofens (1) über die Einstellung des Temperaturverlaufs an einer oder mehreren Stellen erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der Temperaturverlauf in der Aufheiz- und/oder Kühlzone (a, c) des Tunnelofens (1) mittels optischer Pyrometer erfaßt wird.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß bei unterschiedlichen Brennkurven die Temperaturänderung der Sollwerte in Abhängigkeit von der Schubgeschwindigkeit des Brenngutes (2) dem Betrage nach auf alle individuellen Brennkurven angewandt wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß in die Parameter für die individuelle Behandlung einzelner Chargen das Besatzgewicht des Brenngutes (2)

einbezogen und in der Weise ausgewertet wird, daß den Luftmengenregelkreisen in der Aufheizzone (a) und/oder der Kühlzone (c) des Tunnelofens (1) eine Steuerungsfunktion überlagert wird, mittels der nach einer empirisch ermittelbaren Kennlinie die Luftmengenströme in Abhängigkeit von dem aus Schubgeschwindigkeit und Besatzgewicht bestimmbar Materialstrom des Brenngutes (2) einstellbar sind.

5
10 6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die einzelnen das Brenngut (2) transportierenden Ofenwagen nach einer individuellen diese begleitenden Brennkurve durch den Tunnelofen (1) geführt werden.

15 7. Rechnergeführter Tunnelofen zur Anwendung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20 daß mittels Codierungen einem Prozeßrechner (25) für jedes in den Tunnelofen (1) eingebrachten Brenngut (2) eine Information über die geforderte Brennkurve zugeführt wird, daß der Prozeßrechner (25) ein Programm zur Verfolgung der einzelnen Chargen erhält und daß der Prozeßrechner (25) über die Regler (23) des Tunnelofens (1) die Sollwerte der Temperatur für die einzelnen Positionen entsprechend der vorgegebenen Brennkurve einstellt, die für das in der jeweiligen Position befindliche Brenngut (2) gültig ist.

8. Tunnelofen nach Anspruch 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der Transport des Brenngutes (2) im Tunnelofen (1) mittels des Prozeßrechners (25) derart steuerbar ist, daß dieser den Weitertransport erst freigibt, sobald alle oder ein spezifizierender Anteil der Regelgrößen innerhalb vorgegebener Toleranzen im Bereich des Sollwertes liegen.

9. Tunnelofen nach Anspruch 6 oder 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß für den Bereich der Aufheizzone (a) und/oder der Kühlzone (c) mittels des Prozeßrechners (25) ein Mittelwert der geforderten Temperaturen als Sollwert vorgegeben wird.

10. Tunnelofen nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß bei unterschiedlichen Brennkurven die Temperaturänderung der Sollwerte mittels des Prozeßrechners (25) in Abhängigkeit von der Schubgeschwindigkeit des Brenngutes (2) dem Betrage nach auf alle individuellen Brennkurven übertragbar ist.

11. Tunnelofen nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

5 daß in die Parameter für die individuelle Behandlung einzelner Chargen das Besatzgewicht des Brenngutes (2) einbezogen und in dem Prozeßrechner (25) in der Weise auswertbar ist, daß den Luftmengenregelkreisen in der Aufheizzone (a) und/oder der Kühlzone (c) des Tunnelofens (1) eine Steuerfunktion überlagert wird,
10 mittels der nach einer empirisch ermittelbaren Kennlinie die Luftmengenströme in Abhängigkeit von dem aus Schubgeschwindigkeit und Besatzgewicht bestimm- baren Materialstrom des Brenngutes (2) einstellbar sind.

- 15 12. Tunnelofen nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20 daß der Prozeßrechner (25) derart steuerbar ist, daß die einzelnen den Besatz tragenden Ofenwagen (31, 32, 33) nach einer individuellen diese begleitenden Brennkurve (34, 35, 36) durch den Tunnelofen (1) hindurchführ- bar sind.

A 5365 e-s

17. Oktober 1984

FIG. 1

0178401

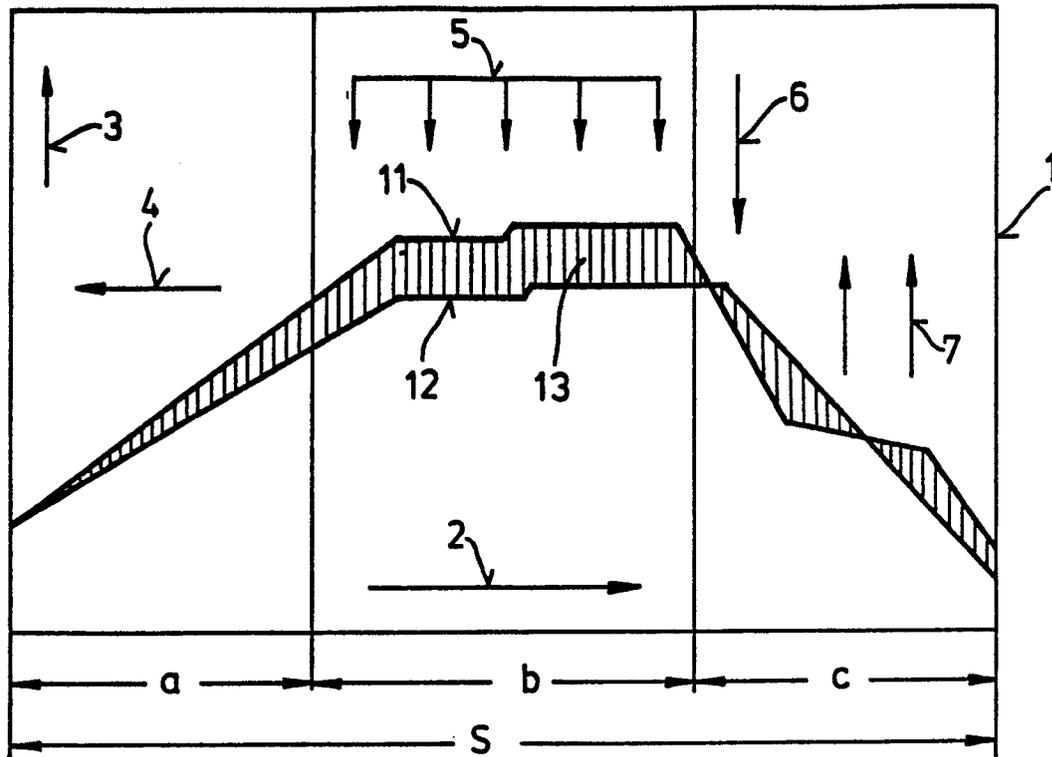


FIG. 2

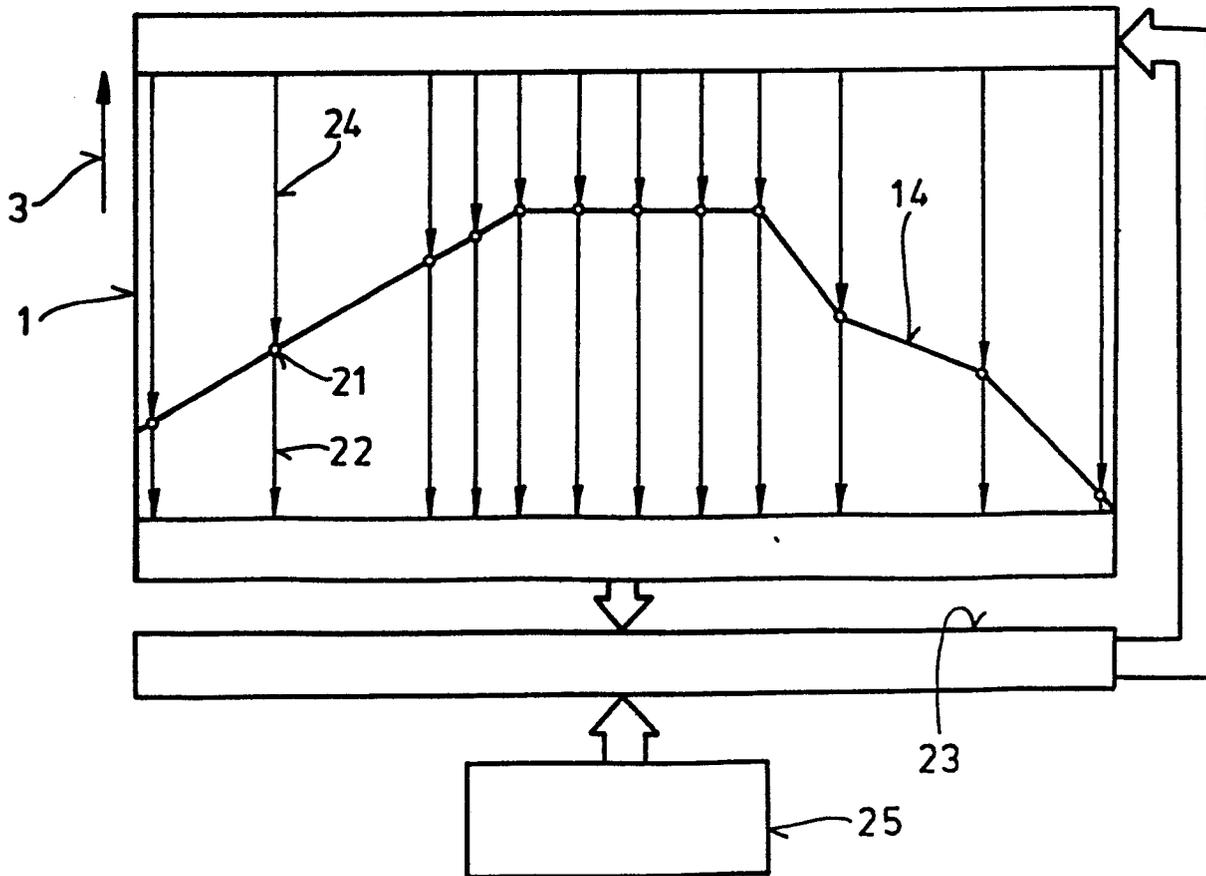


FIG. 3

