



(12) Ausschließungspatent

(11) **DD 289 119 B3**

Teilweise bestätigt gemäß § 18
Absatz 1 Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) F 27 B 9/40
F 27 D 19/00

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD F 27 B / 334 628 3

(22) 16. 11. 89

(45) 18. 03. 93

(44) 18. 04. 91

(72) Sommer, Elmar, Dipl.-Ing.; Erfurth, Helmut, Dipl.-Ing.; Lahr, Renate, Dr.-Ing.; Windorf, Helmuth;
Grosse, Elke, Dipl.-Math., DE

(73) Maxhütte Unterwellenborn GmbH, PF 27 und 28, O - 6806 Unterwellenborn, DE

(54) Verfahren zum Erwärmen von Vorblöcken für ein Warmwalzwerk

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Erwärmen von Vorblöcken für ein Warmwalzwerk in einem mit einem Festherd ausgerüsteten Durchlauf-Wärmofen, bei dem der Erwärmungszustand der Vorblocke auf dem Festherd als Steuergröße für Ofenraumtemperaturführung und/oder Schubfolgezeit genutzt wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Erwärmungszustand der Vorblöcke auf dem Festherd beurteilt wird, indem an einer oder mehreren Stellen in der obersten Feuerfestschicht des Festherdes zwei oder mehrere Temperaturmessungen in unterschiedlichen Abständen von der Innenoberfläche des Festherdes vorgenommen werden und daraus die Vorblockunterseitentemperatur ermittelt wird, und die Schubfolgezeit in Sekunden mehr als das 0,65fache des Quadrates des Abstandes in Zentimetern zwischen der Innenfläche des Festherdes und der am weitesten von der Innenoberfläche entfernten Temperaturmessung beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine durch ein auf einem Prozeßrechner installiertes Simulationsmodell bestimmte Vorblockunterseitentemperatur an der oder den Stellen, wo die Temperaturmessungen vorgenommen werden, mit Hilfe der ermittelten korrigiert wird.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erwärmen von Vorblöcken für ein Warmwalzwerk in einem mit einem Festherd ausgerüsteten Durchlauf-Wärmofen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Stand der Technik sind unterschiedliche Verfahren von Ofensteuerungen mit dem Ziel, daß alle Vorblöcke jede Regelzone eines Durchlauf-Wärmofens mit einer vorherbestimmten Oberflächensolltemperatur verlassen. Dabei werden die tatsächlichen Blockoberflächentemperaturen mit Hilfe eines mathematischen Modells oder einer Strahlungs-pyrometermessung bestimmt. So ist durch die US-PS 2523644 ein Temperaturregelverfahren bekannt, bei dem eine Blockoberseitentemperatur gemessen wird. Bei einer Abweichung zwischen der gemessenen Blockoberseitentemperatur und einer Soll-Temperatur wird ein in einer Brennstoffleitung angeordneter Schieber betätigt, so daß in einer Oberofenzone des Durchlauf-Wärmofens nahe des Ausgangs gelegene Brenner entsprechend der Abweichung reguliert werden. Aus dieser Brennstoffleitung führen Zweigleitungen zu einem Verhältnisregler, der ab einem bestimmten Brennstoffdurchsatz einen Schieber in der Brennstoffleitung für eine Unterofenzone öffnet. Bei diesem Temperaturregelverfahren richtet sich die Beheizung der Unterofenzone nach der Beheizung der Oberofenzone. Dabei sind die Verhältnisse zwischen den Brennstoffdurchsätzen für die Ober- und Unterofenzonen durch die Einstellung eines Verhältnisreglers ein für allemal gegeben. Dieses Temperaturregelverfahren läßt eine Verschlechterung einer thermischen Isolierung von Gleit- und/oder Stütz- und Tragrohren, die nach einer gewissen Betriebsdauer zwangsläufig auftritt, unberücksichtigt.

In der DE-AS 2428090 wird ein Temperaturregelverfahren dargelegt, nach dem eine Blockunterseitentemperatur optisch gemessen wird und ein Temperaturmeßsignal, außer zu einem Untertemperaturregler für eine Unterofenzone, über ein Obertemperatur-zu-Untertemperatur-Verhältnis-Gerät, in dem es entsprechend einem gestellten Verhältniswert geändert wird, einem Obertemperaturregler für die gleiche Wärmzone zugeführt wird. Dieses Temperaturregelverfahren berücksichtigt eine Verschlechterung einer thermischen Isolierung von Gleit- und/oder Stütz- und Tragrohren.

Häufig werden in der Ofenpraxis die durch ein mathematisches Modell berechneten Blockoberflächentemperaturen, die für eine Steuerung eines Durchlauf-Wärmofens notwendig sind, durch Strahlungs-pyrometermessungen korrigiert. So ist durch die DE-EB 2059977 ein Verfahren bekannt geworden, nach dem Strahlungs-pyrometer nach einem Zunderwäscher und/oder an Wärmazonenausgängen installiert sind mit dem Ziel, berechnete und gemessene Blockoberflächentemperaturen zu vergleichen und über eine Emissionskoeffizientenänderung eine Differenz zwischen beiden Temperaturen gegen „Null“ zu führen. Eine andere Lösung stellt die Erfindung dar, die in der US-PS 3627857 beschrieben wird. Das hier dargelegte Verfahren beinhaltet eine Berechnung von Vorblocktemperaturen. Zusätzlich werden dabei Oberflächentemperaturen von Vorblöcken gemessen, die Regelzonen verlassen, da erwartet wird, daß die tatsächlichen Oberflächentemperaturen infolge äußerer Störung vorbestimmte Oberflächentemperaturen nicht erreichen konnten. Im Falle einer Abweichung der gemessenen von der vorherbestimmten Oberflächentemperatur wird durch eine Steuerung der Wärmeübertragung oder der Blockgeschwindigkeit eine Korrektur der Vorblockerwärmung durchgeführt.

Sowohl diese als auch die anderen o. g. Erfindungen berücksichtigen nicht die Tatsache, daß kontaktloses Messen von Blockoberflächentemperaturen im Durchlauf-Wärmofen unmöglich ist, da durch ein Pyrometer nur eine Gesamtstrahlung eines Systems „Gas-Ofenwand-Oxidschicht Blockoberfläche“ aufgenommen werden kann.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein Verfahren zum Erwärmen von Vorblöcken für ein Warmwalzwerk in einem mit einem Festherd ausgerüsteten Durchlauf-Wärmofen, das die Erwärmung aller im Durchlauf-Wärmofen befindlichen Vorblöcke bis auf die für das Walzen notwendigen Parameter bei Minimierung des spezifischen Brennstoffverbrauches und der Verluste durch Zunderbildung ermöglicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die bisher bekannten Verfahren beinhalten für eine Korrektur des Erwärmungszustandes von Vorblöcken und/oder eine bessere Anpassung eines Prozeßsteuermodells an einen realen Zustand eines Durchlauf-Wärmofens eine optische Messung von Vorblockoberflächentemperaturen, obwohl Pyrometermessungen in einem Durchlauf-Wärmofen keine hinreichend genauen Signale für Vorblockoberflächentemperaturen erzeugen. Deshalb ist ein Verfahren zum Erwärmen von Vorblöcken für ein Warmwalzwerk in einem mit einem Festherd ausgerüsteten Durchlauf-Wärmofen Aufgabe der Erfindung, welches eine exakte Bestimmung der Vorblockunterseitentemperaturen auf dem Festherd beinhaltet.

Erfindungsgemäß wird die gestellte Aufgabe wie folgt gelöst:

In bekannter Weise wird der Erwärmungszustand der Vorblöcke auf dem Festherd als Steuergröße für Ofenraumtemperaturführungen und/oder Schubfolgezeit genutzt. Erfindungsgemäß wird der Erwärmungszustand der Vorblöcke auf dem Festherd beurteilt, indem an einer oder mehreren Stellen in der obersten Feuerfestschicht des Festherdes zwei oder mehrere Temperaturmessungen in unterschiedlichen Abständen von der Innenoberfläche des Festherdes vorgenommen werden und daraus die Vorblockunterseitentemperatur ermittelt wird. Weiterhin ist es erfindungsgemäß, daß die Schubfolgezeit in Sekunden mehr als das 0,65fache des Quadrates des Abstandes in Zentimetern zwischen der Oberfläche des Festherdes und der am weitesten von der Innenoberfläche entfernten Temperaturmessung beträgt. Der Abstand von der Innenoberfläche der am weitesten entfernten Temperaturmessung ist so zu wählen, daß für unterschiedliche Schubfolgezeiten die sich von einem zum anderen Vorblock ändernden Vorblockunterseitentemperaturen in diesem Abstand gemessen werden. Nach dem Gesetz der Wärmeleitung wird über die 2 Temperaturmessungen eine dritte Temperatur, die Temperatur der Innenoberfläche des Festherdes, berechnet. Auf Grund des Direktkontaktes zwischen Vorblockunterseite und Festherd entspricht die zu ermittelnde Vorblockunterseitentemperatur der berechneten Temperatur der Innenoberfläche des Festherdes. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird gewährleistet, daß auf der Grundlage der ermittelten Vorblockunterseitentemperaturen auf dem Festherd einer Überhitzung und daraus resultierendes Schmelzen der Vorblockunterseite durch Steuerung der Ofenraumtemperaturführungen und/oder Schubfolgezeit vorgebeugt wird sowie die sich im Laufe des Betriebes erfolgende Verschlechterung der thermischen Isolierung der gekühlten Gleit- und/oder Stützschiene berücksichtigt wird.

Weiterhin hat sich als vorteilhaft erwiesen, daß eine durch ein auf einem Prozeßrechner installiertes Simulationsmodell bestimmte Vorblockunterseitentemperatur an der oder den Stellen, wo die Temperaturmessungen vorgenommen werden, mit Hilfe der ermittelten korrigiert wird, um schließlich in Abhängigkeit vom Erwärmungszustand der Vorblöcke beim Verlassen des Durchlauf-Wärmofens, der ebenfalls mit Hilfe des Simulationsmodells aus dem korrigierten Erwärmungszustand bestimmt wird, die Schubfolgezeit und/oder Ofenraumtemperaturführung, wenn notwendig, zu steuern. So läßt sich durch Korrektur der simulierten Vorblockunterseitentemperaturen mit der ermittelten eine mathematische Regelung aufbauen und das Prozeßsteuermodell bestmöglich an den realen Zustand des Durchlauf-Wärmofens anpassen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert:

Das erfindungsgemäße Verfahren wird an einem für einen Vorblockdurchsatz von 180 t/h ausgelegten Blockstoßofen zur Versorgung einer kombinierten Formstahlstraße verwirklicht. Dieser Blockstoßofen ist mit einem Festherd ausgerüstet. Die oberste Feuerfestschicht des Festherdes besteht aus schmelzgegossenen Korundsteinen von 300 mm Höhe. In einem Abstand von 500 mm vom Festherdbeginn wurden in der obersten Feuerfestschicht 2 dicht hintereinanderliegende, senkrechte Temperaturmeßstellen für PtRh-Pt-Thermoelemente angebracht. Für schmelzgegossene Korundsteine ist unterhalb der Diagonalen ein inhomogenes Gefüge mit unterschiedlichen thermophysikalischen Eigenschaften charakteristisch. Deshalb entspricht der Abstand von 500 mm vom Festherdbeginn der Mitte des 2. Korundsteines. Außerdem wird bei diesem Abstand ein Direktkontakt zwischen Vorblockunterseite und Festherdoberfläche gewährleistet, da vorhandener Zunder vollständig abgerieben wurde. Die Abstände der Temperaturmeßstellen von der Innenoberfläche des Festherdes betragen 5,0 und 8,0 cm. In dem Abstand von 8,0 cm von der Innenoberfläche des Festherdes werden auch für die minimale Schubfolgezeit des Blockstoßofens von 41,6 Sekunden die sich von einem zum anderen Vorblock ändernden Vorblockunterseitentemperaturen gemessen.

Am Blockstoßofen ist ein Prozeßrechner installiert, der sowohl ein Beobachtermodell als auch ein Prozeßsteuermodell realisiert. In bestimmten Zeitintervallen ermittelt das Beobachtermodell für alle im Blockstoßofen befindlichen Vorblöcke die tatsächlichen thermischen Zustände.

Mit den PtRh-Pt-Thermoelementen werden ständig 2 Temperaturen in der obersten Feuerfestschicht gemessen. Für den Vorblock, der an den Temperaturmeßstellen im Festherd liegt, wird die Vorblockunterseitentemperatur aus den beiden gemessenen Temperaturen ermittelt. Der durch das Beobachtermodell berechnete thermische Zustand des Vorblockes an den Temperaturmeßstellen wird korrigiert, indem die durch das Beobachtermodell berechnete Vorblockunterseitentemperatur durch die aus den Temperaturmeßstellen ermittelte ersetzt wird. So ist z. B. der Blockstoßofen mit Vorblöcken der Abmessungen $0,17 \times 0,28 \times 4,986$ m belegt. Die Durchsatzleistung beträgt 123,5 t/h. Das Beobachtermodell berechnete für einen an den Temperaturmeßstellen gelegenen Vorblock folgende Temperaturen über die Vorblockhöhe:

1226°C – Vorblockoberseite

1183°C – Vorblockmitte

1235°C – Vorblockunterseite.

Mit den PtRh-Pt-Thermoelementen wurden 1241 und 1215°C gemessen. Daraus wurde die Vorblockunterseitentemperatur von 1257°C errechnet. Der tatsächliche Erwärmungszustand der Vorblöcke konnte nur korrigiert werden, indem die durch das Beobachtermodell berechnete Vorblockunterseitentemperatur von 1235°C durch die aus den Temperaturmessungen ermittelte von 1257°C ersetzt wurde.

Das Prozeßsteuermodell vergleicht ständig den tatsächlichen mit einem vorherbestimmten optimalen Erwärmungszustand und steuert in Abhängigkeit von bestimmten Kriterien Ofenraumtemperaturführung und/oder Schubfolgezeit.