



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer : **0 402 344 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**10.08.94 Patentblatt 94/32**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **C21C 5/30**

(21) Anmeldenummer : **90890142.4**

(22) Anmeldetag : **11.05.90**

(54) **Verfahren zur Schlackenführung in einem Blassstahlkonverter.**

(30) Priorität : **05.06.89 AT 1359/89**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**12.12.90 Patentblatt 90/50**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**10.08.94 Patentblatt 94/32**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(56) Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 130 960**  
**DE-B- 1 533 898**  
**DE-B- 2 120 799**

(73) Patentinhaber : **VOEST-ALPINE  
Industrieanlagenbau GmbH (HRB 6375)  
Turmstr. 44  
A-4020 Linz (AT)**

(72) Erfinder : **Aberl, Heinrich, Dipl.-Ing.  
Ferdinand Marklstrasse 1/51  
A-4040 Linz (AT)**  
Erfinder : **Schmitzberger, Alois  
Egg 3  
A-4714 Meggenhofen (AT)**

(74) Vertreter : **Hübscher, Helmut, Dipl.-Ing. et al  
Patentanwälte Dipl.-Ing. Gerhard Hübscher  
Dipl.-Ing. Helmut Hübscher  
Dipl.-Ing. Heiner Hübscher  
Spittelwiese 7  
A-4020 Linz (AT)**

**EP 0 402 344 B1**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Schlackenführung in einem Blasstahlkonverter mit wenigstens einer Blaslanze, deren entsprechend einem gewünschten Ablauf des Frischvorganges gesteuerter Abstand von der Badoberfläche in Abhängigkeit von dem bei ausgewählten Frequenzen durch die Schlacke gemessenen Schallpegel des Blasgeräusches gegebenenfalls unter Anpassung der zugeführten Sauerstoffmenge korrigiert wird, wie es z.B. nach EP-A- 130 960 möglich ist.

Da der Frischvorgang in einem Blasstahlkonverter im wesentlichen durch Schlackenreaktionen bestimmt wird, kommt der Bildung und Aufrechterhaltung einer reaktionsfähigen, schäumenden Schlacke und damit der Steuerung des die Schlackenführung erheblich beeinflussenden Abstandes der Blaslanze von der Badoberfläche bzw. der durch die Blaslanze zugeführten Sauerstoffmenge eine erhebliche Bedeutung zu. Während zu Blasbeginn eine vergleichsweise hohe Eisenoxidation und eine geringe Kohlenstoffoxidation zur Auflösung des zugesetzten Kalks angestrebt werden, muß mit fortschreitender Blaszeit auf eine zunehmende Entkohlung Bedacht genommen werden, und zwar unter Wahrung einer entsprechenden Entkohlungsgeschwindigkeit, um einerseits einen vorteilhaften Schlackenstand sicherzustellen und andererseits einen Schlackenauswurf zu vermeiden. Aus diesem Grunde wird der Lanzenabstand von der Badoberfläche nach dem Beginn des Blasvorganges mit dem Ansteigen des Schlackenstandes verringert. Da die sich bildende Schlacke das Blasgeräusch dämpft, kann der durch die Schlacke gemessene Schallpegel des Blasgeräusches zur Schlackenführung ausgewertet werden, zumal der insbesondere bei bestimmten Frequenzen gemessene Schallpegel des durch die Schlacke gedämpften Blasgeräusches auch von der Zusammensetzung der Schlacke abhängt. Der bei bestimmten Frequenzen gemessene Schallpegel des durch die Schlacke gedämpften Blasgeräusches kann daher zur Steuerung des Lanzenabstandes von der Badoberfläche eingesetzt werden, um eine dem jeweiligen Blasverlauf angepaßte, dünnflüssige, reaktionsfähige Schlacke einzustellen. Da der Schlackenzustand jedoch von vielen Einflußgrößen abhängt und ständigen Änderungen unterworfen ist, können bei Lanzensteuerung in Abhängigkeit von dem Schallpegel des durch die Schlacke gedämpften Blasgeräusches Schlackenauswürfen nicht vermieden werden.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Schlackenführung in einem Blasstahlkonverter der eingangs geschilderten Art mit einfachen Mitteln so zu verbessern, daß nicht nur eine vorteilhafte, reaktionsfähige Schlacke sichergestellt, sondern auch die bei einer solchen Schlackenführung sonst auftretende größere Auswurfswahr-

scheinlichkeit unterdrückt werden kann.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, daß die Istwerte des bei den einzelnen Frequenzen gemessenen Schallpegels zu einer resultierenden Kenngröße zusammengefaßt werden, daß die Differenz zwischen dieser resultierenden Kenngröße und einer vorgegebenen, aufgrund des ihr zuordbaren Schallpegels einen wahrscheinlichen Auswurf festlegenden Vergleichsgröße ermittelt und gegebenenfalls nach einer Verknüpfung mit anderen die Wahrscheinlichkeit eines Schlackenauswurfs beeinflussenden Parametern nach Wahrscheinlichkeitsregeln als Maß einer Auswurfswahrscheinlichkeit mit wenigstens einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsgrenze verglichen wird, bei deren Überschreitung eine Korrektur des Blaslanzenabstand bzw. der zugeführten Sauerstoffmenge erfolgt, und daß bei einem festgestellten Schlackenauswurf die vorgegebene Vergleichsgröße an Hand der dabei aus den Istwerten des Schallpegels erhaltenen Kenngröße korrigiert wird.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß die bei einer Mehrzahl von Schlackenauswürfen jeweils aus den Schallpegeln ermittelten Kenngrößen sich in einem bestimmten Bereich häufen, so daß in diesem Kenngrößenfeld ein Zentrum bzw. ein Schwerpunkt angegeben werden kann, der aufgrund der ihm zuordbaren Schallamplituden der einzelnen Frequenzen einen wahrscheinlichen Auswurf festlegt. Werden daher die zu einem beliebigen Zeitpunkt während des Blasvorganges für die ausgewählten Frequenzen ermittelten Schallamplituden zu einer entsprechenden Kenngröße zusammengesetzt und mit einer dem Schwerpunkt des Kenngrößenfeldes entsprechenden Vergleichsgröße verglichen, so kann aufgrund der Differenz zwischen der einem erwarteten Auswurf zugehörigen Vergleichsgröße und der ermittelten Kenngröße eine Auswurfswahrscheinlichkeit zum Meßzeitpunkt angegeben werden. Beim Überschreiten einer der Lanzensteuerung zugrundegelegten Grenze der Auswurfswahrscheinlichkeit durch den ermittelten Wert der Auswurfswahrscheinlichkeit kann somit der Lanzenabstand von der Badoberfläche bzw. die durch die Blaslanze zugeführte Sauerstoffmenge verringert werden, um die Auswurfswahrscheinlichkeit entsprechend herabzusetzen. Tritt trotz dieser Korrekturmaßnahmen, die bei der Vorgabe abgestufter Wahrscheinlichkeitsgrenzen auch abgestuft vorgenommen werden können, ein Auswurf auf, so kann aufgrund der bei diesem Auswurf gemessenen Istwerte des Schallpegels die Vergleichsgröße durch eine entsprechende Verlagerung des Schwerpunktes bzw. Zentrums des die Vergleichsgröße bestimmenden, Schlackenauswürfe betreffenden Kenngrößenfeldes korrigiert werden. Durch ein wiederholtes Korrigieren der zunächst vorgewählten, beispielsweise angenommenen oder experimentell bestimmten Vergleichsgröße wird somit eine Schlackenführung möglich, die mit großer Wahrscheinlichkeit einen Schlackenauswurf

vermeidet, ohne auf eine schaumige, reaktionsfähige Schlacke verzichten zu müssen.

Die Verknüpfung der bei den ausgewählten Frequenzen bestimmten Schallamplituden zu einer Kenngröße kann vorteilhaft dadurch erfolgen, daß die einzelnen Schallamplituden in einem Vektorraum mit je einer Frequenz zugeordneten Raumachsen zu einem Kenngrößenvektor zusammengesetzt werden, wobei die Größe des Differenzvektors zwischen diesem Kenngrößenvektor und dem der Vergleichsgröße zugehörigen Vektor als Maß der Wahrscheinlichkeit eines vom Schallpegel abhängigen Schlakkenauswurfes bestimmt wird. Selbstverständlich hängt die Auswurfswahrscheinlichkeit nicht nur von dem bei bestimmten Frequenzen ermittelten Schallpegel, sondern auch von anderen Einflußgrößen, z. B. dem Abstand der Blaslanze von der Badoberfläche, der in der Zeiteinheit zugeführten Sauerstoffmenge, der bis zum Meßzeitpunkt insgesamt zugeführten Sauerstoffmenge und dem Zustand der Konverterausmauerung ab, so daß durch eine Berücksichtigung der Häufigkeitsverteilung von Schlakkenauswürfen in Abhängigkeit von diesen Parametern die Vorhersage eines Auswurfes erheblich verbessert werden kann. Zu diesem Zweck kann das auf den Schallpegel bezogene Maß der Auswurfswahrscheinlichkeit nach Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung mit von anderen Parametern abhängigen Auswurfswahrscheinlichkeiten zu einer resultierenden Wahrscheinlichkeit verknüpft werden, die naturgemäß die Genauigkeit der möglichen Schlackenführung verbessert.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird an Hand der Zeichnung näher erläutert, die eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Schlackenführung in einem Blasstahlkonverter in einem schematischen Blockschaltbild zeigt.

Gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird die in einen Blasstahlkonverter 1 eingreifende Blaslanze 2 in einem vertikal verstellbaren Wagen 3 gehalten, dessen Stelltrieb mit 4 bezeichnet ist. Die Blaslanze 2, die über eine Versorgungsleitung 5 mit einer nicht dargestellten Sauerstoffquelle verbunden ist, durchsetzt eine dem Blasstahlkonverter 1 zugeordnete Abgashaube 6, aus der ein Schalleitrohr 7 zu einem Schallaufnehmer 8 führt, der zum Schutz gegen eine unzulässige thermische Beanspruchung und eine übermäßige Verschmutzung mit Stickstoff gespült werden kann, der über die Stickstoffleitung 9 zugeführt wird. Das Ausgangssignal des Mikrofones 10 des Schallaufnehmers 8 wird durch einzelne Frequenzfilter 11, 12, 13 und 14 in ausgewählten Frequenzbereichen zugeordnete Signale aufgeteilt, deren Schallpegel in einer Auswerteschaltung 15 durch eine Mittelung mehrerer nacheinander gemessener Schallamplituden bestimmt und miteinander zu einer resultierenden Kenngröße verknüpft werden, und zwar durch das vektorielle Zusammensetzen der einzelnen je einer Frequenz bzw. einem Frequenzbe-

reich zugeordneten Schallpegel zu einem Summenvektor in einem orthogonalen Vektorraum mit je einer Raumachse für die einzelnen Frequenzen bzw. Frequenzbereiche. Zu diesem Summenvektor wird in der 5 Auswerteschaltung 15 ein Differenzvektor zu einem über eine Eingabe 16 einlesbaren Vergleichsvektor bestimmt, der jenen auf die einzelnen Frequenzen bezogenen Schallpegeln zugeordnet ist, bei denen aufgrund einer angenommenen oder experimentell 10 bestimmten Häufigkeitsverteilung von Schlackenauswürfen ein Schlackenauswurf erwartet werden muß. Die Länge dieses Differenzvektors kann somit als Maß für die bei einem gemessenen Schallpegel zu 15 erwartende Auswurfswahrscheinlichkeit gewertet werden, weil eben die Auswurfswahrscheinlichkeit mit abnehmendem Abstand zwischen den Endpunkten des Vergleichs- und des Summenvektors zunimmt. Der jeweilige Wert der Auswurfswahrscheinlichkeit ergibt sich dabei an Hand der ermittelten oder 20 angenommenen Häufigkeitsverteilung der Auswürfe in Abhängigkeit von der Größe des Differenzvektors.

Zur experimentellen Bestimmung eines Vergleichsvektors können die Istwerte des für die einzelnen Frequenzen jeweils bei mehreren Auswürfen gemessenen Schallpegels zu Summenvektoren zusammengesetzt werden, wobei von den sich um ein Zentrum häufenden Endpunkten dieser Summenvektoren der in diesem Zentrum befindliche Schwerpunkt 25 ermittelt wird, der dann die Vergleichsgröße bzw. den Vergleichsvektor bestimmt.

Da nicht nur der für ausgewählte Frequenzen gemessene Schallpegel des durch die Schlacke gedämpften Blasgeräusches zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit eines Schlakkenauswurfes herangezogen werden kann, sondern auch andere die Wahrscheinlichkeit eines Schlakkenauswurfes beeinflussende Parameter, werden zur Verbesserung der Genauigkeit der Schlackenführung neben den für ausgewählte Frequenzen bestimmten Schallpegeln noch 35 der Abstand a der Blaslanze 2 von der Badoberfläche 17 und die zugeführte Sauerstoffmenge gemessen. Zu diesem Zweck sind dem Wagen 3 zur Lagerung der Blaslanze 2 ein Weggeber 18 und der Versorgungsleitung 5 ein Geber 19 für die Durchflußmenge 40 an Sauerstoff zugeordnet, so daß über Rechnerstufen 20, 21, die diesen Geben 18 und 19 zugeordnet sind, die den jeweiligen Meßwerten zugehörigen Wahrscheinlichkeitswerte aufgrund der in den Rechnerstufen 20 und 21 abgespeicherten, auf die jeweiligen Meßwerte bezogenen Häufigkeitsverteilung 45 der Auswürfe bestimmt werden können, um durch eine Verknüpfung der jeweils nur einen Parameter berücksichtigenden Wahrscheinlichkeitswerte zu einer resultierenden Wahrscheinlichkeit nach den 50 Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu gelangen, wie dies in der Verknüpfungsstufe 22 unter Anwendung der Bayesschen Regel für die Abhängigkeit der Auswurfswahrscheinlichkeit von dem Lanzenab-

stand a, der Sauerstoffdurchflußmenge je Zeiteinheit, der insgesamt bis zum Meßzeitpunkt zugeführten Sauerstoffmenge und von dem Alter des Konverters und damit dem Zustand der Konverterauskleidung durchgeführt wird, wofür neben den Rechnergrenzen 20 und 21 eine Schaltstufe 23 vorgesehen ist, die die Abhängigkeit der Auswurfwahrscheinlichkeit von der Anzahl der mit der Konverterauskleidung bereits gefahrenen Schmelzen vorgibt.

Die über die Verknüpfungsstufe 22 erhaltene, resultierende Wahrscheinlichkeitsgröße kann dann in einer Steuereinrichtung 24 mit wenigstens einem über eine Eingabe 25 eingelesenen Grenzwert der zulässigen Auswurfwahrscheinlichkeit verglichen werden, um beim Überschreiten dieses Grenzwertes den Lanzenabstand a bzw. die zugeführte Sauerstoffmenge zu verringern, indem über die Steuereinrichtung 24 der Stelltrieb 4 für den Wagen 3 angesteuert wird. Zur Steuerung der zugeführten Sauerstoffmenge dient ein Stelltrieb 26 für ein Steuerventil 27 in der Sauerstoff-Versorgungsleitung 5.

Tritt trotz dieser Korrekturmaßnahmen ein Schlackenauswurf auf, so können über eine Befehls schaltung 28 die Istwerte der beim Auswurf gemessenen Schallpegel zur Korrektur der Vergleichsgröße in die Auswerteschaltung 15 eingelesen werden, was bei einer wiederholten Korrektur der über die Eingabe 16 vorgegebenen Vergleichsgröße eine Schlackenführung mit einer geringen Auswurfwahrscheinlichkeit erlaubt.

Da die Schallpegelmessungen in den Pausen der Stickstoffspülung des Schallaufnehmers 8 durchgeführt werden müssen, ist eine Ablaufsteuerung 29 vorgesehen, die die Stickstoffzufuhr über ein mit einem Stelltrieb 30 versehenes Schaltventil 31 abwechselnd mit der Meßwertübernahme durch die Auswerteschaltung 15 steuert.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Schlackenführung in einem Blasstahlkonverter (1) mit wenigstens einer Blaslanze (2), deren entsprechend einem gewünschten Ablauf des Frischvorganges gesteuerter Abstand (a) von der Badoberfläche (17) in Abhängigkeit von dem bei ausgewählten Frequenzen durch die Schlacke gemessenen Schallpegel des Blasgeräusches gegebenenfalls unter Anpassung der zugeführten Sauerstoffmengen korrigiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Istwerte des bei den einzelnen Frequenzen gemessenen Schallpegels zu einer resultierenden Kenngröße zusammengefaßt werden, daß die Differenz zwischen dieser resultierenden Kenngröße und einer vorgegebenen, aufgrund des ihr zuordbaren Schallpegels einen wahrscheinlichen Auswurf festlegenden Vergleichsgröße ermittelt und ge-

gebenenfalls nach einer Verknüpfung mit anderen die Wahrscheinlichkeit eines Schlackenauswurfs beeinflussenden Parametern nach Wahrscheinlichkeitsregeln als Maß einer Auswurf wahrscheinlichkeit mit wenigstens einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsgrenze verglichen wird, bei deren Überschreitung eine Korrektur des Blaslanzenabstandes bzw. der zugeführten Sauerstoffmenge erfolgt, und daß bei einem festgestellten Schlackenauswurf die vorgegebene Vergleichsgröße an Hand der dabei aus den Istwerten des Schallpegels erhaltenen Kenngröße korrigiert wird.

## Claims

1. A slag control process in a converter (1) for the production of converter steel, having at least one blowing lance (2), the distance (a) of which from the bath surface (17) is controlled in accordance with a required progression of the refining process and is corrected in dependence on the blowing noise sound level measured through the slag at selected frequencies, the supplied oxygen quantities being adjusted if required, characterised in that the actual values of the sound level measured at the individual frequencies are combined to give a resultant characteristic, in that the difference is ascertained between this resultant characteristic and a predetermined reference value which, on the basis of the sound level allocatable thereto, determines a probable slag discharge, and, if required after combination with other parameters influencing the probability of a slag discharge, is compared, in accordance with probability rules, as a measure of a discharge probability, with at least one predetermined probability limit, which if exceeded results in correction of the blowing lance distance or the quantity of oxygen supplied, and that in the event of a slag discharge being determined the predetermined reference value is corrected by reference to the characteristic obtained from the actual values of the sound level.

## Revendications

50. 1. Procédé de guidage des scories dans un convertisseur d'acier à l'oxygène (1), avec au moins une lance de soufflage (2), dont la distance (a) par rapport à la surface du bain (17), commandée en fonction d'une évolution souhaitée du processus d'affinage, est corrigée en fonction du niveau de bruit de soufflage, mesuré à des fréquences sélectionnées à travers les scories, le cas échéant avec adaptation des quantités d'oxygène délivrées.

vrées, caractérisé en ce que les valeurs réelles du niveau de bruit, mesuré aux différentes fréquences, sont groupées en une grandeur résultante caractéristique, en ce que la différence entre cette grandeur résultante caractéristique et une grandeur de comparaison prédéterminée, détermine, d'après le niveau de bruit pouvant lui être associé, une grandeur de comparaison déterminant une probabilité d'éjection et est comparée, le cas échéant, après combinaison avec d'autres paramètres influençant la probabilité d'une éjection de scories, en suivant les lois des probabilités, à titre de valeur quantitative d'une probabilité d'éjection, à au moins une limite de probabilité prédéterminée, où, en cas de dépassement de cette limite, est effectuée une correction de la distance de la lance de soufflage, ou de la quantité d'oxygène délivré, et en ce que, dans le cas de constatation d'une éjection des scories, la grandeur de comparaison prédéterminée est corrigée à l'aide de la grandeur caractéristique qui est obtenue à partir des valeurs réelles du niveau de bruit.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

