

(45) Veröffentlicht am: 15.02.2010

G01H 1/00 (2006.01)

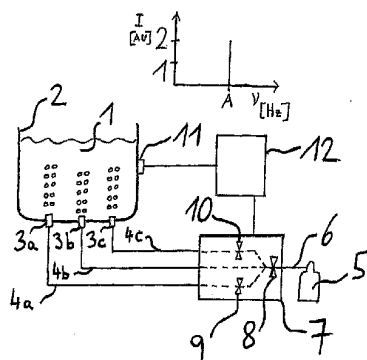
WO 2004/046390A1

A-4031 LINZ (AT)

LINZ (AT)

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kontrolle von Vibrationen eines metallurgischen Gefäßes (2) die auftreten, während Gas aus Düsen (3a,3b,c) in sich in dem metallurgischen Gefäß (2) befindende flüssige Metallschmelze (1) injiziert wird.

Fig. 1



Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KONTROLLE VON VIBRATIONEN EINES METALLURGISCHEN GEFÄßES.

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kontrolle von Vibrationen eines metallurgischen Gefäßes, die auftreten, während Gas aus Düsen in sich in dem metallurgischen Gefäß befindende flüssige Metallschmelze injiziert wird.

[0002] Insbesondere bei zur Rostfreistahl-Erzeugung verwendeten AOD (argon oxygen decarburization) Konvertern werden große Gasmengen über Düsen in die flüssige Schmelze des Rohstahls eingebracht. Dadurch kann einerseits der Partialdruck von Gasen in der Schmelze beeinflusst werden, andererseits wird in der Schmelze durch Aufsteigen der injizierten Gasblasen eine Badströmung erzeugt. Diese Strömung führt zu einer erwünschten Durchmischung der Schmelze. Die aufsteigenden Gasblasen führen jedoch zu einer statistisch schwankenden Verschiebung des Schwerpunktes des mit flüssiger Schmelze gefüllten Konverters, wodurch der Konverter zu Vibrationen angeregt wird. Mit dem Konverter direkt oder indirekt verbundene Anlagenteile - besonders solche, die starr mit dem Konverter verbunden sind - können durch die Vibrationen des Konverters auch zu Vibrationen angeregt werden. Vibrationen belasten den Konverter und mit ihm verbundene Anlagenteile wie beispielsweise das zum Kippen des Konverters vorgesehene Getriebe und dessen Aufhängung stark und können zu vorzeitigem Verschleiß oder Bruch führen. Auch Schwingungen des Fundamentes, auf dem sich der Konverter und zugeordnete Anlagenteile wie beispielsweise das Getriebe befinden, werden angeregt. Diese können schädigend auf das Fundament selbst sowie dessen Umgebung wirken.

[0003] Aus US20080047396 ist es bekannt, die Durchmischung einer flüssigen Metallschmelze mittels Gasinjektion aus Unterbaddüsen dadurch zu überwachen und zu steuern, dass die Vibrationen des metallurgischen Gefäßes gemessen werden. Das Messergebnis ist ein Indikator für die Güte der Durchmischung. Auf Basis des Messergebnisses wird die pro Zeiteinheit injizierte Gesamtmenge an Gas, die Blasrate, zur Erzielung einer optimalen Durchmischung verändert. Eine Verringerung einer Blasrate gegenüber in einem Blaseschema festgelegten Werten ist jedoch gleichbedeutend mit einer Verlängerung der Tap-to-Tap-Zeit und damit mit einer Verringerung der Produktivität des metallurgischen Gefäßes. Zudem kann eine Veränderung der Blasrate auch die metallurgischen Eigenschaften des Produktes beeinflussen.

[0004] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kontrolle von während der Injektion von Gas in ein mit flüssiger Metallschmelze gefülltes metallurgisches Gefäß auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes bereitzustellen, welche es erlauben, die Vibrationen des metallurgischen Gefäßes unter weitgehender Beibehaltung der Blasrate zu kontrollieren.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Kontrolle von während der Injektion von Gas in ein mit flüssiger Metallschmelze gefülltes metallurgisches Gefäß auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes, wobei pro Zeiteinheit eine bestimmte Gesamtmenge Gas in die flüssige Metallschmelze injiziert wird, und die Gesamtmenge Gas durch mehrere individuelle Düsen im metallurgischen Gefäß in die flüssige Metallschmelze injiziert wird, und wobei mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte während des Injizierens gemessen werden, dadurch gekennzeichnet, dass unter weitgehender Konstanzhaltung der pro Zeiteinheit injizierten Gesamtmenge Gas die aus individuellen Düsen pro Zeiteinheit injizierte Menge Gas in Abhängigkeit von den gemessenen, mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden, Messwerten verändert wird.

[0006] Die aus individuellen Düsen pro Zeiteinheit injizierte Menge Gas wird in Abhängigkeit von den gemessenen, mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden, Messwerten verändert. Dadurch ändert sich die Durchmischung der flüssigen Metallschmelze und entsprechend der Schwerpunkt des mit flüssiger Metallschmelze gefüllten metallurgischen Gefäßes. Entsprechend kann erreicht werden, dass Vibrationen verstärkt oder ge-

schwächt werden. Infolgedessen ist es möglich, mit dem metallurgischen Gefäß direkt oder indirekt verbundene Anlagenteile - im Falle eines Konverters beispielsweise im Wesentlichen die Aufhängung, Auflager, Tragrings, Kipptrieb, Getriebe und Fundament,- von schädlichen Vibrationsfrequenzen freizuhalten beziehungsweise die Intensität von Vibrationen mit schädlichen Frequenzen zu verringern. Infolgedessen sinkt die mechanische Beanspruchung dieser Anlagenteile. Geringere mechanische Beanspruchung und damit verbundene längere Standzeiten der Anlagenteile erhöhen die Produktivität des metallurgischen Gefäßes.

[0007] Unter mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwerten sind Messwerte zu verstehen, die einen quantifizierbaren Rückschluss auf die auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes erlauben. Messwerte für die Vibrationen des metallurgischen Gefäßes sind von dem Begriff „mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte“ mit umfasst. Die mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwerte sind beispielsweise Frequenzen und/oder Intensitäten von Vibrationen des metallurgischen Gefäßes, und/oder Frequenzen und/oder Intensitäten von Vibrationen von mit dem metallurgischen Gefäß direkt oder indirekt verbundenen Anlagenteilen.

[0008] Werden durch auftretende Vibrationen des metallurgischen Gefäßes direkt oder indirekt verbundene Anlagenteile zu Vibrationen angeregt, so korrelieren diese Vibrationen mit den Vibrationen des metallurgischen Gefäßes in einer Weise, dass aus der Messung dieser Vibrationen auf die Vibrationen des metallurgischen Gefäßes rückgeschlossen werden kann. Derartige Rückschlüsse können beispielsweise dadurch ermöglicht werden, dass gleichzeitig auftretende Vibrationen des metallurgischen Gefäßes, und mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte gemessen werden, und die Korrelation, also der Zusammenhang, zwischen ihnen ermittelt wird. Die Kenntnis der derart ermittelten Korrelation erlaubt es dann, aus den Messwerten auf die Vibrationen des metallurgischen Gefäßes zu schließen.

[0009] Unter direkt mit dem metallurgischen Gefäß verbundenen Anlagenteilen sind Anlagenteile zu verstehen, die unmittelbar mit dem metallurgischen Gefäß verbunden sind. Unter indirekt mit dem metallurgischen Gefäß verbundenen Anlagenteilen sind Anlagenteile zu verstehen, die über ein Anlagenteil oder mehrere Anlagenteile - also mittelbar - mit dem metallurgischen Gefäß verbunden sind.

[0010] Die weitgehende Konstanzhaltung der pro Zeiteinheit injizierten Gesamtmenge an Gas, also der Blasrate, ermöglicht eine weitgehende Konstanzhaltung der Produktivität sowie der metallurgischen Eigenschaften des Produktes.

[0011] Es ist dem Fachmann bekannt, dass sich die Blasrate bei industrieller Anwendung nicht ganz exakt konstant halten lässt, sondern der tatsächlich vorliegende Wert zeitlich um einen vorgegebenen Wert herum fluktuiert. Unter weitgehender Konstanzhaltung ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verstehen, dass der tatsächlich vorliegende Wert zeitlich um $\pm 5\%$ um einen vorgegebenen Wert fluktuiert.

[0012] Das metallurgische Gefäß kann jede Art von Prozessgefäß für flüssige Metallschmelzen, bevorzugt für Rohstahlschmelzen oder Roheisenschmelzen, sein, also beispielsweise Konverter, Pfanne, Tiegel, EAF. Bevorzugt ist es ein kipparer Konverter.

[0013] Das metallurgische Gefäß besitzt Düsen zum Injizieren von Gas in den von dem Gefäß umschlossenen Raum. Die Anordnung der Düsen ist dabei so gewählt, dass sie beim Betrieb des metallurgischen Gefäßes unterhalb des Spiegels der flüssigen Metallschmelze in dem metallurgischen Gefäß liegen; solche Düsen werden auch Unterbaddüsen genannt. Entsprechend wird im Betrieb durch diese Düsen Gas in die flüssige Metallschmelze injiziert. Die Düsen können im Boden oder den Seitenwänden des metallurgischen Gefäßes angeordnet sein.

[0014] Bevorzugt sind die Düsen in den Seitenwänden des metallurgischen Gefäßes angeordnete Unterbaddüsen.

[0015] Die Messung der mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korre-

lierenden Messwerten während des Injizierens erfolgt entweder kontinuierlich oder in bestimmten Zeitabständen. Eine kontinuierliche Messung hat den Vorteil, jederzeit über den aktuellen Status der Vibrationen informiert zu sein, ist jedoch mit einem erheblichen Datenverarbeitungsaufwand verbunden. Eine Messung in bestimmten Zeitabständen hat gegenüber einer kontinuierlichen Messung den Vorteil, dass der Datenverarbeitungsaufwand aufgrund der geringeren anfallenden Menge von Messdaten sinkt. Sie liefert jedoch nur zu ausgewählten Zeitpunkten Informationen über den Status der Vibrationen.

[0016] Nach einer Ausführungsform des Verfahrens wird zumindest für eine, vorzugsweise zwei oder mehr, der individuellen Düsen die aus ihr pro Zeiteinheit injizierte Menge Gas zumindest zeitweise in Abhängigkeit von mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwerten verändert. Dabei sollte für eine solche Düse jederzeit ein Gasfluss durch die Düse aufrechterhalten werden, um keine Infiltrationen von flüssiger Metallschmelze in die Düse und dadurch verursachte Beschädigung der Düse zu riskieren. Ein komplettes Abschalten des Gasflusses durch die Düse ist also zu vermeiden. Je größer die Anzahl der individuellen Düsen, für welche die aus ihnen pro Zeiteinheit injizierte Menge Gas verändert wird, ist, desto feiner nuanciert lassen sich die Vibrationen des metallurgischen Gefäßes kontrollieren.

[0017] Die Veränderung der pro Zeiteinheit injizierten Menge Gas kann stufenweise oder stetig erfolgen. Im Falle einer stufenweisen Veränderung wird zwischen auf Grundlage der prozesstechnischen Bedingungen vorbestimmten Einstellungsstufen gewechselt. Eine stetige Veränderung bietet gegenüber einer stufenweisen Veränderung den Vorteil, dass eine feiner nuancierte Kontrolle der Vibrationen des metallurgischen Gefäßes möglich ist, und ist daher bevorzugt.

[0018] Dabei ist es bevorzugt, dass die durch die Veränderung der pro Zeiteinheit aus einer individuellen Düse injizierte Menge Gas hervorgerufene Änderung zumindest eines mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwertes verfolgt wird, und die Veränderung der pro Zeiteinheit aus einer individuellen Düse injizierten Menge Gas so lange durchgeführt wird, bis der zumindest eine mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwert einen vorgegebenen Wert erreicht oder bis der Gasfluss aus der Düse ein vorgegebenes Maximum oder Minimum erreicht. Das Maximum oder Minimum wird auf Basis von prozesstechnischen Vorgaben für die konkret zu behandelnde flüssige Metallschmelze vorgegeben. Der vorgegebene Wert für den zumindest einen mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwert ergibt sich daraus, in welchem Ausmass die Vibrationen des metallurgischen Gefäßes kontrolliert werden sollen.

[0019] Da die beiden Varianten stufenweise Veränderung und stetige Veränderung zumindest zeitweise anzuwenden sind, sind auch Mischformen aus ihnen möglich. Beispielsweise kann die pro Zeiteinheit injizierte Menge Gas zuerst stufenweise verändert werden und dann, um eine bessere Feineinstellung zu ermöglichen, stetig verändert werden. Oder es wird zuerst stetig verändert und anschließend stufenweise.

[0020] Nach einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwerte gefiltert und digital bearbeitet, bevor sie zur Veränderung der aus individuellen Düsen pro Zeiteinheit injizierten Menge Gas herangezogen werden. Dadurch wird es ermöglicht, den Verlauf bestimmter, beispielsweise als besonders störend bekannter, Vibrationen des metallurgischen Gefäßes genauer zu verfolgen.

[0021] Nach einer bevorzugten Ausführungsform werden beim Messen der mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte Frequenzen und/oder Intensitäten von Vibrationen ermittelt.

[0022] Nach einer Ausführungsform korrelieren die mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte mit Vibrationen des metallurgischen Gefäßes, die Frequenzen zwischen 0,1 und 100 Hertz, bevorzugt zwischen 0,2 Hertz und 20 Hertz aufweisen. Dabei sind die Werte 0,1 Hertz und 100 Hertz inkludiert. Frequenzen oberhalb 100 Hertz

weisen kaum mehr ein Störpotenzial auf.

[0023] Nach einer weiteren Ausführungsform korrelieren die mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte, in Abhängigkeit von denen die aus individuellen Düsen pro Zeiteinheit eingeleitete Menge Gas verändert wird, mit Vibrationen des metallurgischen Gefäßes zwischen 0,2 Hertz und 20 Hertz. Diese Frequenzen sind mit besonderem Augenmerk zu Überwachen, da diese das höchste Schadenspotenzial aufweisen.

[0024] Die Frequenzen und Intensitäten der Vibrationen des metallurgischen Gefäßes werden mittels eines Vibrationssensors oder mehrerer Vibrationssensoren gemessen, wobei das Messprinzip beispielsweise auf Drehmomentenmessung, Beschleunigungsmessung, DMS (Dehnungsmessstreifen), Wegaufnehmern oder Geschwindigkeitsaufnehmern basieren kann.

[0025] Bevorzugt werden Beschleunigungsaufnehmer, DMS oder Wegaufnehmer eingesetzt, da diese kostengünstig und mit wenig Aufwand anzubringen sind.

[0026] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0027] Es handelt sich um eine Vorrichtung zur Kontrolle von während der Injektion von Gas in ein mit flüssiger Metallschmelze gefülltes metallurgisches Gefäß auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes, welches mit mehreren individuellen Düsen zur Injektion von Gas versehen ist, wobei die individuellen Düsen jeweils mit einer eigenen Gaseinspeisungsleitung verbunden sind, mit mindestens einem Sensor für mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte, mit einer Verarbeitungseinheit zur Verarbeitung der von dem Sensor gemessenen Messwerte, dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens zwei Gaseinspeisungsleitungen mindestens eine Vorrichtung zur Änderung des Gasflusses durch die Gaseinspeisungsleitung vorhanden ist, und jede Vorrichtung zur Änderung des Gasflusses mit der Verarbeitungseinheit verbunden ist.

[0028] Der Sensor misst mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte, welche in der Verarbeitungseinheit verarbeitet werden. Dabei wird aus den Messwerten quantitative Information über die auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes, also beispielsweise über Frequenz und Intensität der Vibrationen, gewonnen. Der Sensor kann an dem metallurgischen Gefäß, beispielsweise einem Konverter, angebracht sein. Nach einer anderen Ausführungsform ist der Sensor an einem direkt oder indirekt mit dem metallurgischen Gefäß verbundenen Anlagenteil angebracht; beispielsweise im Falle eines Konverters an dem zum Kippen des Konverters vorgesehenen Getriebe, an der Aufhängung, oder am Fundament, auf dem sich der Konverter und zugeordnete Anlagenteile wie beispielsweise das Getriebe befinden. Es ist mindestens ein Sensor vorhanden, es können aber auch mehrere Sensoren vorhanden sein. Wenn mehrere Sensoren vorhanden sind, können diese an einer oder an mehreren der oben genannten Stellen angebracht sein.

[0029] Über die Verbindung zu den Vorrichtungen zur Änderung des Gasflusses gibt die Verarbeitungseinheit diesen Vorgaben zur Änderung des Gasflusses. Diese Vorgaben werden auf Basis der in der Verarbeitungseinheit gewonnenen Information über die auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes so erstellt, dass Vibrationen des metallurgischen Gefäßes mit gewissen Frequenzen abgeschwächt werden sollen. Die Erstellung der Vorgaben erfolgt aufgrund von in der Verarbeitungseinheit hinterlegtem Expertenwissen. Dieses Expertenwissen kann beispielsweise bei der Inbetriebnahme des metallurgischen Gefäßes ermittelt und hinterlegt werden und besteht beispielsweise aus den Eigenfrequenzen des metallurgischen Gefäßes, den Eigenfrequenzen der mit diesem direkt oder indirekt verbundenen Anlagenteile, beziehungsweise der Eigenfrequenz des Gesamtsystems aus metallurgischem Gefäß und mit diesem direkt oder indirekt verbundenen Anlagenteilen. Das Gesamtsystem besteht im Falle eines Konverters als metallurgischem Gefäß im Wesentlichen aus Fundament, Getriebe, Kippantrieb, Tragring, Aufhängung und Auflager.

[0030] Die Verbindung der Verarbeitungseinheit mit den Vorrichtungen zur Änderung des Gasflusses kann unmittelbar sein. Sie kann auch mittelbar sein, im Fall von Ventilen als Vorrichtung-

gen zur Änderung des Gasflusses beispielsweise über einen Ventilstand zur Steuerung der Ventile. Die Begriffe verbinden und Verbindung sind in dem Zusammenhang so zu verstehen, dass eine Übermittlung von Vorgaben an die Vorrichtungen zur Änderung des Gasflusses möglich ist. Im Fall einer mittelbaren Verbindung, also einer Verbindung über eine weitere Vorrichtung wie beispielsweise einen Ventilstand, bedeutet das, dass die Übermittlung von Vorgaben von der Verarbeitungseinheit über die weitere Vorrichtung erfolgt.

[0031] Dadurch, dass in mindestens zwei Gaseinspeisungsleitungen mindestens eine Vorrichtung zur Änderung des Gasflusses vorhanden ist, kann die pro Zeiteinheit eingeleitete Gesamtmenge an Gas, die Blasrate, weitgehend konstant gehalten werden, denn eine Änderung an einer Düse kann durch eine gegenläufige Veränderung an einer anderen Düse ausgeglichen werden.

[0032] Bevorzugterweise erlaubt die Vorrichtung zur Änderung des Gasflusses durch die Gaseinspeisungsleitung eine stufenweise Änderung des Gasflusses. Es handelt sich also beispielsweise um ein Regelventil, welches den aktuellen Durchfluss auf den Sollwert regelt.

[0033] Nach einer Ausführungsform ist die Vorrichtung zur Änderung des Gasflusses durch die Gaseinspeisungsleitung eine Vorrichtung zur stetigen Änderung des Gasflusses. Es handelt sich also beispielsweise um ein Regelventil, welches den aktuellen Durchfluss auf den Sollwert regelt.

[0034] Vorzugsweise ist der Sensor für mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte ein Vibrationssensor. Ein Vibrationssensor ist ein Gerät, das mechanische Schwingungen in weiterverwertbare Signale umwandelt, bevorzugt sind das elektrische Signale.

[0035] Bevorzugterweise ist der Vibrationssensor ein Drehmomentensensor, ein Beschleunigungsaufnehmer, ein Wegaufnehmer, DMS oder ein Geschwindigkeitsaufnehmer. Aufgrund Preis und Einfachheit sind Beschleunigungsaufnehmer, Wegaufnehmer und Geschwindigkeitsaufnehmer zu bevorzugen.

[0036] Nachfolgend wird die Erfindung anhand schematischer Figuren, die Ausführungsformen darstellen, beschrieben.

[0037] Figur 1 und Figur 2 zeigen eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Konverter mit Unterbaddüsen.

[0038] Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Konverter mit Unterbaddüsen und Düsen in der Seitenwand des Konverters, wobei mehrere Sensoren jeweils an verschiedenen Orten angeordnet sind.

[0039] In Figur 1 wird in einen mit flüssigem Rohstahl 1 gefüllten Konverter 2 durch Unterbaddüsen 3a, 3b, 3c Gas, dargestellt durch Blasen im Rohstahl, injiziert. Die Unterbaddüsen 3a, 3b, 3c werden jeweils separat durch die Gaseinspeisungsleitungen 4a, 4b, 4c mit Gas aus einer mit einem Gasreservoir 5 verbundenen Gasquellleitung 6 versorgt. Die Versorgung erfolgt dabei über einen Ventilstand 7. In dem Ventilstand 7 kann die pro Zeiteinheit injizierte Gesamtmenge Gas über Ventil 8 geregelt werden. Weiterhin sind in dem Ventilstand 7 in den Gaseinspeisungsleitungen 4a und 4c Ventile 9, 10 zur Änderung des Gasflusses durch die Gaseinspeisungsleitung vorhanden. Ein Vibrationssensor 11 am Konverter 2 sendet die von ihm gemessenen Vibrationssignale zu einer Verarbeitungseinheit 12. In dieser werden aufgrund von hinterlegtem Expertenwissen Vorgaben zur Änderung des Gasflusses für die Ventile 9, 10 aufgestellt und über eine Verbindungsleitung dem Ventilstand 7 und damit den Ventilen 9, 10 weitergegeben. Jedes der Ventile 9, 10 ist über den Ventilstand mit der Verarbeitungseinheit 12 verbunden.

[0040] In Figur 1 tritt aus der Unterbaddüse 3a pro Zeiteinheit eine durch 10 Blasen dargestellte Gasmenge aus, aus der Unterbaddüse 3b pro Zeiteinheit eine durch 10 Blasen dargestellte Gasmenge, und aus der Unterbaddüse 3c pro Zeiteinheit eine durch 10 Blasen dargestellte Gasmenge. Stellt die Verarbeitungseinheit 8 das Vorliegen einer ungünstigen Frequenz A der

Vibrationen des Konverters fest, gibt sie den Ventilen 9, 10 Vorgaben, aufgrund derer diese die aus den individuellen Unterbaddüsen 3a und 3c pro Zeiteinheit injizierte Menge Gas verändern. Das Ergebnis der Änderung ist in Figur 2 dargestellt, in der aus Unterbaddüse 3a pro Zeiteinheit eine durch 5 Blasen dargestellte Gasmenge austritt, aus der Unterbaddüse 3b pro Zeiteinheit eine durch 10 Blasen dargestellte Gasmenge austritt, und aus der Unterbaddüse 3c pro Zeiteinheit eine durch 15 Blasen dargestellte Gasmenge austritt. Die Intensität der Frequenz A der Vibrationen des Konverters, dargestellt in arbitrary units (au) ist aufgrund der Änderung geringer geworden.

[0041] Figur 3 zeigt eine schematische Zeichnung eines Konverters 2, der in einem Tragring 13 über ein Aufhängungselement 14 befestigt ist. Ein Tragzapfen des Tragringes ist mit einem Getriebe 15 verbunden, welches über ein Gestell 16 auf einem Fundament 17 steht. Zur besseren Übersichtlichkeit wurde auf eine Darstellung vorhandener weiterer Aufhängungselemente, Teile des Gestells, und auf eine Darstellung weiterer zur Lagerung des Tragringes notwendiger Teile verzichtet. Im Konverter selbst sind mehrere Düsen in den Seitenwänden und im Boden vorhanden. Die zu diesen Düsen führenden Gaseinspeisungsleitungen sind über einen Ventilstand 7 mit der von dem Gasreservoir 5 ausgehenden Gasquelleleitung 6 verbunden. Vibrationssensoren 11 an Konverter, Tragring, Getriebe, Gestell, Aufhängungselement und Fundament sind leitungsmäßig mit der Verarbeitungseinheit 12 verbunden. Auf Basis der von diesen Vibrationssensoren gemessenen Vibrationssignale erstellt die Verarbeitungseinheit 12 Vorgaben zur Änderung des Gasflusses in zu den Düsen führenden Gaseinspeisungsleitungen. Diese Vorgaben werden dem Ventilstand 7 über eine Verbindungsleitung zur Umsetzung durch nicht dargestellte Ventile in den Gaseinspeisungsleitungen weitergegeben.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Rohstahl
2	Konverter
3a, 3b, 3c	Unterbaddüsen
4a, 4b, 4c	Gaseinspeisungsleitungen
5	Gasreservoir
7	Gasquelleleitung
8	Ventilstand
9	Ventil
10	Ventil
11	Ventil
12	Vibrationssensor
13	Verarbeitungseinheit
14	Tragring
15	Aufhängungselement
16	Getriebe
17	Gestell
18	Fundament

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kontrolle von während der Injektion von Gas in ein mit flüssiger Metallschmelze gefülltes metallurgisches Gefäß auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes,
wobei pro Zeiteinheit eine bestimmte Gesamtmenge Gas in die flüssige Metallschmelze injiziert wird,
und die Gesamtmenge Gas durch mehrere individuelle Düsen im metallurgischen Gefäß in die flüssige Metallschmelze injiziert wird,
und wobei mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwerte während des Injizierens gemessen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass unter weitgehender Konstanzhaltung der pro Zeiteinheit injizierten Gesamtmenge Gas die aus individuellen Düsen pro Zeiteinheit injizierte Menge Gas in Abhängigkeit von den gemessenen, mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden, Messwerten verändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest für eine, vorzugsweise zwei oder mehr, der individuellen Düsen die aus ihr pro Zeiteinheit injizierte Menge Gas zumindest zeitweise in Abhängigkeit von mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwerten verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die durch die Veränderung der pro Zeiteinheit aus einer individuellen Düse injizierte Menge Gas hervorgerufene Änderung der Intensität zumindest eines mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwertes verfolgt wird, und die Veränderung der pro Zeiteinheit aus einer individuellen Düse injizierten Menge Gas so lange durchgeführt wird, bis die der zumindest eine mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierende Messwert einen vorgegebenen Wert erreicht oder bis der Gasfluss aus der Düse ein vorgegebenes Maximum oder Minimum erreicht.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwerte gefiltert und digital bearbeitet werden, bevor sie zur Veränderung der aus individuellen Düsen pro Zeiteinheit injizierten Menge Gas herangezogen werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Messen der mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwerte Frequenzen und/oder Intensitäten von Vibrationen ermittelt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwerte mit Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelieren, deren Frequenzen zwischen 0,1 Hertz und 100 Hertz, bevorzugt zwischen 0,2 Hertz und 20 Hertz liegen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelierenden Messwerte, in Abhängigkeit von denen die aus individuellen Düsen pro Zeiteinheit eingeleitete Menge Gas verändert wird, mit Vibrationen des metallurgischen Gefäßes korrelieren, deren Frequenzen zwischen 0,2 Hertz und 20 Hertz liegen.
8. Vorrichtung zur Kontrolle von während der Injektion von Gas in ein mit flüssiger Metallschmelze (1) gefülltes metallurgisches Gefäß (2) auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes (2), welches mit mehreren individuellen Düsen (3a, 3b, 3c) zur Injektion von Gas versehen ist, wobei die individuellen Düsen (3a, 3b, 3c) jeweils mit einer eigenen Gaseinspeisungsleitung (4a, 4b, 4c) verbunden sind,
mit mindestens einem Sensor für mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes (2) korrelierende Messwerte,
mit einer Verarbeitungseinheit (12) zur Verarbeitung der von dem Sensorgemessenen

Messwerte, **dadurch gekennzeichnet**, dass in mindestens zwei Gaseinspeisungsleitungen (4a, 4c) mindestens eine Vorrichtung (7) zur Änderung des Gasflusses durch die Gaseinspeisungsleitung vorhanden ist, und jede Vorrichtung zur Änderung des Gasflusses mit der Verarbeitungseinheit (12) verbunden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet** dass die Vorrichtung (7) zur Änderung des Gasflusses durch die Gaseinspeisungsleitung (4a, 4b, 4c) eine kontinuierliche Änderung des Gasflusses erlaubt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (7) zur Änderung des Gasflusses durch die Gaseinspeisungsleitung (4a, 4b, 4c) eine Vorrichtung zur stufenweisen Änderung des Gasflusses ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (11) für mit den auftretenden Vibrationen des metallurgischen Gefäßes (2) korrelierende Messwerte ein Vibrationssensor (11) ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Vibrationssensor (11) eine Drehmomentenmessung, ein Dehnungsmessstreifen, ein Wegaufnehmer, ein Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsaufnehmer ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

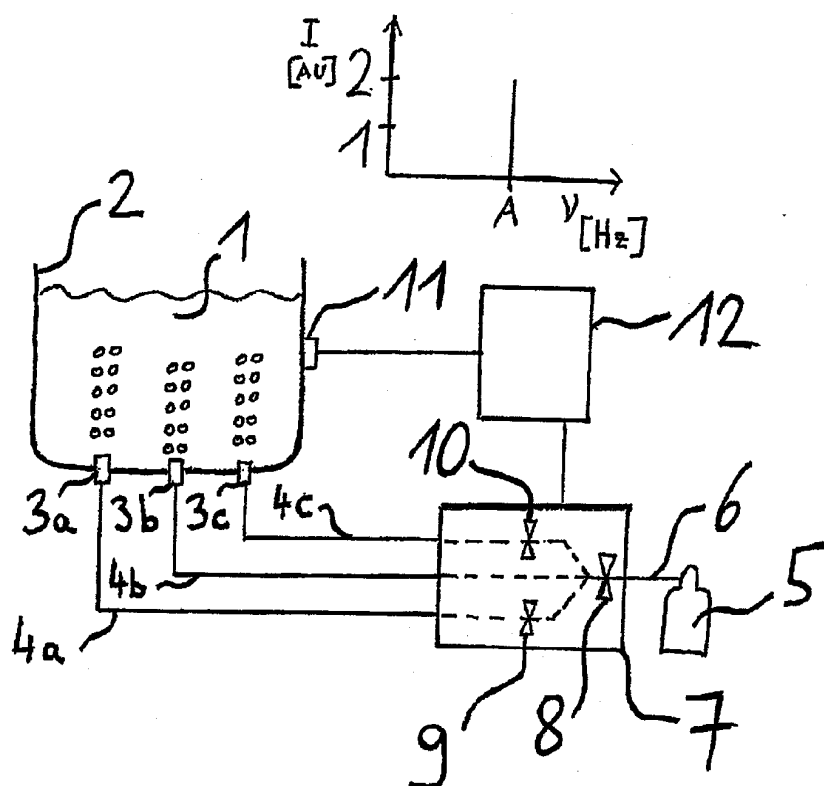


Fig. 2

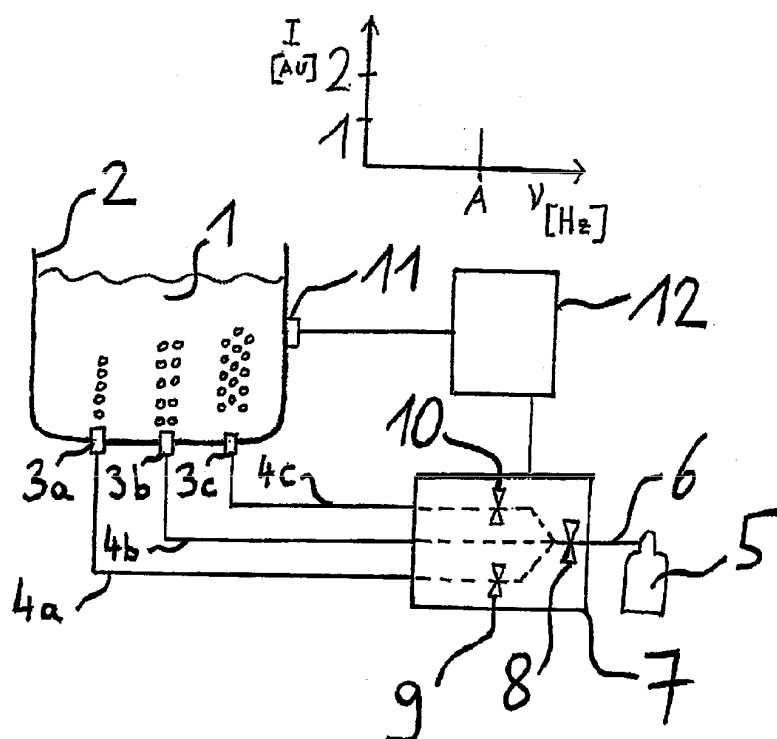


Fig. 3

