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

(11) **EP 2 213 971 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.12.2014 Patentblatt 2014/49

(51) Int Cl.:
F27B 1/16 *(2006.01)* ***C21B 11/02*** *(2006.01)*
C21B 5/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09003981.9**

(22) Anmeldetag: **19.03.2009**

(54) **Verfahren zum Schmelzen von Einsatzmaterial in einem Kupolofen**

Device for melting inset material in a cupola

Procédé de fusion de matière utilisée dans un four à coupole

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **29.01.2009 DE 102009006573**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.08.2010 Patentblatt 2010/31

(73) Patentinhaber: **Linde AG**
80331 München (DE)

(72) Erfinder:
- **Niehoff, Thomas**
  85229 Markt Indersdorf (DE)
- **Kokas, Peter**
  1113 Budapest (HU)

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd et al**
Linde AG
Patente und Marken
Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14
82049 Pullach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 793 071
EP-A- 1 325 950
EP-A- 1 997 915
US-A- 5 346 183

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 213 971 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens, insbesondere eines Kupolofens, zum Schmelzen von Einsatzmaterial, wobei der Schachtofen durch Verbrennung eines festen Brennstoffs beheizt wird und wobei in den Schachtofen ein Injektionsgas eingedüst wird, welches einen Sauerstoffanteil von mehr als 21% besitzt. Ferner bezieht sich die Erfindung auf einen Schachtofen, insbesondere Kupolofen, zum Schmelzen eines Einsatzmaterials, wobei eine Zuleitung für ein sauerstoffhaltiges Injektionsgas vorgesehen ist, an deren stromabwärtigem Ende eine Treibdüse angeschlossen ist, wobei eine Injektorwindleitung in die Zuleitung für das Injektionsgas oder in die Treibdüse mündet.

[0002] In einem Kupolofen wird ein Eisensatz, der meist aus Roheisen, Gussbruch, Stahlschrott und sonstigen Ferrolegierungen besteht, aufgeschmolzen. Als Brennstoff wird im Kupolofen in der Regel Gießereikoks eingesetzt, der durch Umsetzung mit Sauerstoff verbrannt wird und dabei die zum Schmelzen des Eisensatzes notwendigen Energiemengen freisetzt.

[0003] Ursprünglich wurde der Koks mit Luft als Oxidationsmittel verbrannt. Mittlerweile gehört jedoch der Einsatz von mit Sauerstoff angereicherter Luft beim Schmelzen im Kupolofen zum technischen Standard. Der Vorteil gegenüber der Verwendung von Luft liegt darin, dass höhere Verbrennungstemperaturen erzeugt werden können und der Schmelzprozess schneller abläuft.

[0004] Aus der EP 0 762 068 A1 und der EP 1 997 915 A1 sind Verfahren zur Zuführung von Verbrennungsluft in einen Kupolofen bekannt, bei dem Sauerstoff in den Kupolofen eingedüst wird und der dabei entstehende Unterdruck ausgenutzt wird, um weitere Verbrennungsluft in den Kupolofen zu saugen.

[0005] Im Kupolofen dient der Koks zum einen als Brennstoff, zum anderen zum Aufkohlen des flüssigen Eisens. Wird die oben beschriebene Sauerstoffeindüsung eingesetzt, so wird der Koks im Kupolofen durch den zusätzlichen Sauerstoff schneller verbrannt. Die auf diese Weise verringerte Koksmenge wirkt sich aber negativ auf die Aufkohlung des flüssigen Eisens aus.

[0006] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens der eingangs genannten Art und einen entsprechenden Schachtofen aufzuzeigen.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens, insbesondere eines Kupolofens, zum Schmelzen von Einsatzmaterial gelöst, wobei der Schachtofen durch Verbrennung eines festen Brennstoffs beheizt wird und wobei in den Schachtofen ein Injektionsgas eingedüst wird, welches einen Sauerstoffanteil von mehr als 21% besitzt, und wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass der Schachtofen mittels mindestens eines Brenners beheizt wird, wobei dem Brenner ein gasförmiger oder flüssiger Brennstoff und ein gasförmiges Oxidationsmittel, welches einen Sauerstoffanteil von mehr als 21% aufweist, zugeführt werden.

[0008] Der erfindungsgemäße Schachtofen, insbesondere Kupolofen, zum Schmelzen eines Einsatzmaterials, besitzt eine Zuleitung für ein sauerstoffhaltiges Injektionsgas, an deren stromabwärtigem Ende eine Treibdüse angeschlossen ist, wobei eine Injektorwindleitung in die Zuleitung für das sauerstoffhaltige Gas oder in die Treibdüse mündet, und wobei der Schachtofen mindestens einen Brenner aufweist, der mit einer Zuleitung für ein gasförmiges Oxidationsmittel und einer Zuleitung für einen flüssigen oder gasförmigen Brennstoff versehen ist.

[0009] Unter dem Begriff "Schachtofen" wird insbesondere ein Kupolofen verstanden, insbesondere ein Kupolofen zum Schmelzen von Grauguss und Sphäroguss. Aber auch andere Schachtofenanlagen zum Schmelzen von anderen metallischen Einsätzen, wie zum Beispiel Kupfer oder Aluminium, oder auch zum Schmelzen von nichtmetallischen Materialien, beispielsweise zur Erzeugung von Mineralwolle, können erfindungsgemäß betrieben werden.

[0010] Der Begriff "Einsatzmaterial" soll dementsprechend metallhaltige und nichtmetallische Chargen umfassen, die einem Schachtofen zum Schmelzen zugeführt werden. Wie eingangs bereits erwähnt, fällt hierunter insbesondere der sogenannte Eisensatz oder kalte Satz, bestehend aus Roheisen, Gussbruch, Stahischrott und/oder sonstigen eisenhaltigen Zuschlagstoffen. Je nach Art des Schachtofens sind aber auch kupfer- oder aluminiumhaltige oder nichtmetallische Chargen als Einsatz denkbar.

[0011] Mit den Begriffen "Wind", "Restwind" und "Injektorwind" werden im Rahmen dieser Anmeldung dem Schachtofen zugeführte sauerstoffhaltige Gasströme, insbesondere unter erhöhtem Druck zugeführte Luftströme, verstanden.

[0012] Der Begriff "Injektionsgas" bezeichnet einen sauerstoffhaltigen Gasstrom, der über eine Lanze, ein Rohr, eine Treibdüse oder ähnliches in den Schachtofen eingebracht wird. Im Gegensatz zu einem Brenner wird das Injektionsgas ohne Reaktionspartner dem Schachtofen zugeführt. Das Injektionsgas reagiert erst mit den im Schachtofen befindlichen festen und flüssigen Stoffen sowie mit der Atmosphäre im Schachtofen. Es ist aber auch möglich, das Injektionsgas gemeinsam mit anderen Stoffen oder Fluiden, mit denen das Injektionsgas unter den in der Lanze oder Düse herrschenden Bedingungen nicht reagiert, in den Schachtofen einzuleiten.

[0013] Der Begriff "Sauerstoffbrenner" bezeichnet im Folgenden einen Brenner, der mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff und einem sauerstoffhaltigen Gas betrieben wird, welches eine Sauerstoffkonzentration von mehr als 21% besitzt. Insbesondere wird als Oxidationsmittel reiner Sauerstoff bzw. technisch reiner Sauerstoff oder mit Sauerstoff angereicherte Luft verwendet.

[0014] Erfindungsgemäß wurde die eingangs beschriebene Technologie der Sauerstoffinjektion in den Kupolofen dahingehend weiterentwickelt, dass zusätzlich Sauerstoffbrenner zum Schmelzen eingesetzt werden. Der Einsatz von Sauerstoffbrennern in Kupolöfen ist zwar an sich bereits bekannt. So ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 1 583 213 OS oder der EP 0 793 071 A2 die Verwendung von Sauerstoff-Brennstoff-Brennern in Schachtöfen beschrieben. Die erfindungsgemäße Kombination der beiden jeweils für sich bekannten Techniken zeigt aber überraschende Vorteile.

[0015] Erfindungsgemäß werden die beiden Technologien der Sauerstoffeindüsung und der Beheizung mit Brennern in einem Schachtofen gemäss Anspruch 1 kombiniert, wodurch die jeweiligen Nachteile weitgehend vermieden und eine deutliche Verbesserung des Schmelzverfahrens erreicht wird. So besteht bei der reinen Sauerstoffinjektion die Gefahr des zu schnellen Koksabbrandes, bei der Verwendung von Sauerstoffbrennern können dagegen die Verbrennungsgase, insbesondere Wasserdampf und Kohlendioxid, sowie unverbranntes Brenngas einen unerwünschten Kühleffekt im Schachtofen hervorrufen. Die erfindungsgemäße Nutzung beider Technologien vermeidet diese Nachteile und erlaubt eine größere Flexibilität in der Verfahrensführung.

[0016] Erfindungsgemäß kann der Schmelzvorgang im Schachtofen über die Koksmenge, die Mengen an flüssigem oder gasförmigem Brennstoff und die zugeführte Menge an sauerstoffhaltigem Injektionsgas geregelt werden. Über entsprechende Einstellung dieser Parameter kann beispielsweise die Stöchiometrie im Schachtofen gesteuert werden, das heißt, es kann beispielsweise eine reduzierende oder neutrale Atmosphäre eingestellt werden. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Schmelzverfahren mit Sauerstoffinjektion besteht die Gefahr einer zu stark oxidierenden Atmosphäre, wenn der Schmelzprozess durch Sauerstoffeindüsung beschleunigt wird. Erfindungsgemäß wird dieser Gefahr dadurch begegnet, dass die Schmelzleistung nicht nur über die Sauerstoffinjektion, sondern insbesondere auch über die Brennerleistung gesteuert wird.

[0017] Über die Zuführung des sauerstoffhaltigen Injektionsgases kann die Koksverbrennung und damit die Aufkohlung des schmelzflüssigen Eisens im Schachtofen optimiert werden. Außerdem werden durch den zusätzlichen Sauerstoff Sekundärreaktionen im Schachtofen, beispielsweise endotherme Reaktionen von überschüssigem Brennstoff mit Bestandteilen der Ofenatmosphäre, beeinflusst.

[0018] Die zum Schmelzen des Einsatzmaterials notwendige Energie wird nicht mehr nur über den Koks, sondern zusätzlich über die Brenner zugeführt. Auf diese Weise kann die Schmelzleistung optimiert und/oder die Koksmenge reduziert werden.

[0019] Vorzugsweise wird das Injektionsgas an einer relativ "kalten" Stelle in den Schachtofen injiziert. Die Temperatur im Schachtofen ist von der Höhe abhängig, d.h. auf unterschiedlichen Höhen herrschen unterschiedliche Temperaturen. Eine "kalte Stelle" ist dementsprechend eine Stelle im Schachtofen, an der die Temperatur niedriger ist als die Durchschnittstemperatur auf dieser Ofenhöhe.

[0020] Umgekehrt werden die Brenner vorzugsweise auf "heiße" Ofenbereiche gerichtet, an denen die Temperatur höher ist als die Durchschnittstemperatur auf dieser Ofen- bzw. Schachthöhe.

[0021] Im Kupolofenbetrieb tritt häufig über den Ofenumfang eine ungleichmäßige thermische Belastung auf. Dies ist beispielsweise an einem ungleichmäßigen Verschleiß der feuerfesten Ofenwandauskleidungen erkennbar. Von Vorteil werden daher die Brenner und die Zuleitungen für Injektionsgas in den Schachtofen so angeordnet, dass der Ofen über seinen gesamten Umfang eine möglichst gleichmäßige thermische Belastung erfährt.

[0022] Die Menge und/oder die Strömungsgeschwindigkeit des Injektionsgases und/oder des Injektorwindes und/oder die Leistung der Brenner werden von Vorteil in Abhängigkeit von der Temperatur und/oder dem CO-Gehalt des Gichtgases, d.h. der Verbrennungsgase, des Schachtofens geregelt. Unterschiedliche Koksqualitäten und unterschiedliche Zusammensetzungen des in den Schachtofen eingebrachten, zu schmelzenden Einsatzes beeinflussen die Zusammensetzung des Gichtgases. Durch Analyse des CO-Gehalts und/oder der Gichtgastemperatur können Rückschlüsse auf den Verbrennungsprozess und den Schmelzprozess gezogen werden.

[0023] Durch Variation der Strömungsgeschwindigkeit, des Sauerstoffgehalts und/oder der Menge des Treibdüsenstroms sowie der Leistung des oder der Brenner(s) kann der Schmelzprozess stets an die gewünschte Zielsetzung angepasst werden. Weitere Parameter, die zur Regelung des Injektionsgases und/oder des oder der Brenner(s) herangezogen werden können, sind die Schmelzleistung, der Ofendruck und die Abgasanalyse.

[0024] Die Steuerung des Schachtofens erfolgt von Vorteil in Abhängigkeit von einem oder mehreren der folgenden Parameter: Temperatur, Zusammensetzung oder Analyse des Gicht- oder Abgases, Schmelzparameter, wie beispielsweise Schmelztemperatur, ofenspezifische Daten, Zusammensetzung bzw. Analyse der aus dem Schachtofen abgezogenen Schlacke.

[0025] Zuvor aufgezeichnete Betriebsdaten können hierbei genutzt werden, um die Brennerleistung und die Sauerstoffzufuhr zum Ofen in Abhängigkeit von den momentanen Betriebsparametern optimal einzustellen und eine den technologischen Forderungen entsprechende Verfahrensführung zu erzielen. Leistungsabweichungen können schnell erkannt und zugeordnet werden. Durch die Hinterlegung der praktischen Schmelzergebnisse kann historisch in einer selbst korrigierenden Datenbank die Ofenfahrweise angepasst werden. Qualitätseinflüsse über zum Beispiel unterschiedliche Kokseinsätze wer-

den sofort erkannt.

[0026] Erfindungsgemäß wird dem Schachtofen zur Umsetzung des festen Brennstoffs, beispielsweise des Koks, eine geregelte Menge Sauerstoff zugeführt. Dies erfolgt dadurch, dass das Injektionsgas oder -gasgemisch in definierter Menge und/oder mit definierter Strömungsgeschwindigkeit dem Schachtofen zugeführt wird.

[0027] Von Vorteil wird das sauerstoffhaltige Injektionsgas in einer Treibdüse beschleunigt und ein Injektorwind wird mittels des bei der Beschleunigung des eingedüsten Gases entstehenden Unterdrucks angesaugt und mit dem Injektionsgas zu einem Treibdüsenstrom zusammengeführt und in den Schachtofen geleitet.

[0028] Das Injektionsgas wird bei dieser Ausführungsform mit hoher Geschwindigkeit in den Schachtofen geleitet und kann weit in das Innere des Schachtofens eingeblasen werden und so die Umsetzung des Kokses gezielt beeinflussen. Zusätzlicher Sauerstoff wird dem Schachtofen über den Injektorwind zugeführt. Das Injektionsgas strömt mit hoher Geschwindigkeit aus der oder den Treibdüsen aus und erzeugt dabei einen Unterdruck, welcher erfindungsgemäß dazu genutzt wird, den Injektorwind anzusaugen. Die angesaugte Menge an Injektorwind hängt zum einen von der Menge und Strömungsgeschwindigkeit des Injektionsgases ab, kann zum anderen von Vorteil aber auch noch separat geregelt werden. Das Gemisch aus beschleunigtem Injektionsgas und angesaugtem Injektorwind bildet einen Treibdüsenstrom, der dem Verbrennungsprozess im Schachtofen Sauerstoff definiert zur Verfügung stellt. Vorzugsweise wird dem Schachtofen weiterer Sauerstoff in Form von Restwind zugeführt. In der Regel steht hierzu unter Druck befindliche Luft als Restwind zur Verfügung.

[0029] In einer bevorzugten Ausführungsform stammen der Injektorwind und der Restwind aus derselben Quelle. So ist beispielsweise eine Windleitung, ein Windring oder eine Windeinrichtung vorgesehen, die eine bestimmte Menge Heißwind, das heißt unter erhöhtem Druck stehende heiße Luft, führt. An diese Windleitung ist zum einen die Injektorwindleitung, zum anderen die Restwindleitung angeschlossen. Die gesamte zur Verfügung stehende Heißwindmenge teilt sich entsprechend auf in einen Anteil, der über die Injektorwindleitung von dem sauerstoffhaltigen Gas angesaugt wird, und in einen verbleibenden Restwind, der über die Restwindleitung dem Schachtofen zugeführt wird.

[0030] Es ist ebenso möglich, eine separate Zufuhr für den Injektorwind und den Restwind vorzusehen. Zum Beispiel kann der Schachtofen mit einer ersten Windleitung versehen sein, aus der der Injektorwind abgezogen wird, und mit einer zweiten Windleitung, aus der der Restwind entnommen wird. Diese Ausführung ist zwar technisch aufwändiger zu realisieren als die oben beschriebene Ausführung mit einer gemeinsamen Windleitung für Restwind und Injektorwind. Andererseits können aber durch separate Windleitungen oder Windeinrichtungen für Injektorwind und Restwind deren Druck- und Temperaturverhältnisse unabhängig voneinander eingestellt werden, wodurch weitere Freiheitsgrade zur Steuerung des Verbrennungsprozesses im Schachtofen entstehen. Außerdem kann als Injektorwind direkt aus der Umgebung angesaugte Luft eingesetzt werden. Ebenso ist es möglich, mit dem Injektionsgas andere Gase oder Stoffe anzusaugen und der Verbrennung in dem Schachtofen zuzuführen.

[0031] Vorzugsweise wird ein Injektionsgas mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 90%, bevorzugt mehr als 95%, besonders bevorzugt mehr als 99% eingesetzt. Aber auch mit Sauerstoff angereicherte Luft kann als Injektionsgas verwendet werden. Das Injektionsgas wird bevorzugt mit hoher Geschwindigkeit von beispielsweise 100 bis 280 m/s in den Schachtofen eingedüst.

[0032] Vorzugsweise ist die Zuleitung für das Injektionsgas mit einer Versorgungseinrichtung, beispielsweise einem Tank, für technisch reinen Sauerstoff verbunden. Dem technisch reinen Sauerstoff kann über die Injektorwindleitung eine definierte Luftmenge zugegeben werden, um so den Sauerstoffgehalt in dem resultierenden Gemisch aus Sauerstoff und Luft einzustellen. Dieses Gemisch wird in der Treibdüse, vorzugsweise einer Lavaldüse, beschleunigt und als Treibdüsenstrom in den Schachtofen eingebracht.

[0033] Besonders bevorzugt wird der Sauerstoffgehalt des aus der Zusammenführung von Injektionsgas und Injektorwind resultierenden Treibdüsenstroms zwischen 25% und 65% gewählt. Über den Sauerstoffgehalt des Treibdüsenstroms steht ein weiterer Parameter zur Verfügung, über den die Verbrennung des fossilen Brennstoffs gesteuert werden kann. So kann beispielsweise durch Erhöhung des Sauerstoffgehalts die Verbrennung intensiviert werden, das heißt, die Temperatur der Verbrennungsgase wird erhöht und es wird pro Zeiteinheit mehr fossiler Brennstoff verbrannt.

[0034] Zum Beispiel wird technischer Sauerstoff über Lavaldüsen in eine spezielle Treibdüsenkammer eingetragen. Ein vorab ausgelegter Anteil der Primärwindmenge wird über den entstehenden Unterdruck als Injektorwindanteil geregelt angesaugt. Mit der Einstellung des Injektorwindanteiles über eine Regelklappe ergeben sich verschiedene Sauerstoffanreicherungen, und entsprechend hohe Austrittsgeschwindigkeiten in die Schmelzzone. Der verbleibende Restprimärwind gelangt mit deutlich geringerer Menge und Geschwindigkeit in den Bereich der Schmelzzone.

[0035] Vorzugsweise wird Koks als fester Brennstoff eingesetzt. Die Qualität des Kokses variiert in der Praxis sehr stark, wodurch es regelmäßig erforderlich wird, die Verbrennungsparameter nachzufahren und anzupassen, um eine optimale Umsetzung des Kokses und damit einen optimalen Schmelzprozess zu erreichen. Durch den erfindungsgemäßen Einsatz der Brenner können Schwankungen in der Koksqualität leicht kompensiert werden.

[0036] Die Brenner werden bevorzugt mit Sauerstoff mit einer Reinheit von mehr als 90%, bevorzugt mehr als 95 %, besonders bevorzugt mehr als 99%, als Oxidati-

onsmittel betrieben.

[0037] Die Leistung der Brenner kann je nach den Verfahrensbedingungen variiert werden. Vorzugsweise wird die Brennerleistung so eingestellt, dass diese zwischen 10 % und 50 % der gesamten, dem Schachtofen zugeführten Energie beträgt.

[0038] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind mehrere, vorzugsweise vier bis zehn, gleichmäßig um den Umfang des Schachtofens verteilte Winddüsen in den Schachtofen vorgesehen, die abwechselnd mit einem Brenner beziehungsweise einer Lanze oder Düse zur Zuführung des Injektionsgases versehen sind. Unter dem Begriff "Winddüsen" werden hierbei Öffnungen in den Wänden des Schachtofens verstanden, die üblicherweise zur Einführung von Wind oder Luft in den Schmelzraum dienen, erfindungsgemäß aber auch mit Brennern bestückt werden können..

[0039] In der erfindungsgemässen Ausführung sind die Düsen für das Injektionsgas als Treibdüsen ausgeführt, in denen, wie oben erläutert, das Injektionsgas beschleunigt und ein Injektorwind mittels des bei der Beschleunigung des Injektionsgases entstehenden Unterdrucks angesaugt wird.

[0040] Die erfindungsgemäße Kombination von Sauerstoffinjektion und Brennern in einem Kupolofen hat zahlreiche Vorteile im Vergleich zu den bisher eingesetzten Verfahren. Die Verbrennung des festen, fossilen Brennstoffs wird deutlich verbessert und es wird weniger Brennstoff benötigt. Die Emissionen bzw. Immissionen werden wesentlich verringert. Qualitätsschwankungen des Brennstoffs, insbesondere unterschiedlichen Koksqualitäten, kann Rechnung getragen werden. Die Verbrennung des festen Brennstoffs kann besser geregelt und so die Stöchiometrie im Schachtofen definiert eingestellt werden. Durch die Erfindung wird es möglich, gezielt in den Schmelzprozess von Schachtöfen und Kupolofenanlagen einzugreifen. Die Wirkungsgrade und Umweltergebnisse werden entscheidend verbessert. Die erfindungsgemäße Kombination von Sauerstoffinjektion und Sauerstoffbrennern ermöglicht es, dem Schachtofen mehr Sauerstoff zuzuführen und gleichzeitig weniger Koks einsetzen zu müssen.

[0041] Mit der erfindungsgemäßen Technologie kann mehr Sauerstoff zum Schmelzen eingesetzt werden, ohne dass die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile, wie geringeres Aufkohlen oder Abfall der Eisentemperatur, auftreten. Es hat sich gezeigt, dass die pro produzierte Tonne Eisen verarbeitete Sauerstoffmenge von 20 bis 40 Nm^3/t_{Fe} auf 20 bis 80 Nm^3/t_{Fe} gesteigert werden kann.

[0042] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert. Hierbei zeigt die Figur einen Kupolofen im Querschnitt.

[0043] Die Figur zeigt einen Querschnitt durch einen Kupolofen 1 zum Einschmelzen von Eisensatz. In bekannter Weise sind um den Umfang des Kupolofens 1 mehrere Winddüsen 2 verteilt. In der gezeigten Ausführung sind die Winddüsen 2 abwechselnd mit einer Sauerstofftreibdüse 3 und einem Sauerstoffbrenner 4 bestückt. Über die Sauerstofftreibdüsen 3 wird technisch reiner Sauerstoff mit einer Reinheit von mehr als 95% in den Kupolofen 1 eingedüst. Die Treibdüsen 3 sind mit dem in der Figur nicht dargestellten Windring verbunden, aus dem beim Eindüsen des Sauerstoffs in den Ofen 1 Luft bzw. Wind angesaugt und ebenfalls in den Kupolofen 1 eingeblasen wird. Die Sauerstoffbrenner 4 werden mit einem Brenngas, bevorzugt Erdgas, und Sauerstoff mit einer Reinheit von mehr als 95% betrieben.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens (1), insbesondere eines Kupolofens, zum Schmelzen von Einsatzmaterial, wobei der Schachtofen (1) durch Verbrennung eines festen Brennstoffs beheizt wird und wobei in den Schachtofen (1) ein Injektionsgas, welches einen Sauerstoffanteil von mehr als 21% besitzt, eingedüst wird, wobei das Injektionsgas in einer Treibdüse (3) beschleunigt wird und ein Injektorwind mittels des bei der Beschleunigung des Injektionsgases entstehenden Unterdrucks angesaugt und mit dem Injektionsgas zu einem Treibdüsenstrom zusammengeführt und in den Schachtofen (1) geleitet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schachtofen (1) mittels mindestens eines Brenners (4) beheizt wird, wobei dem Brenner (4) ein gasförmiger oder flüssiger Brennstoff und ein gasförmiges Oxidationsmittel, welches einen Sauerstoffanteil von mehr als 21% aufweist, zugeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Schachtofen (1) zusätzlich ein Restwind zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Injektorwind und der Restwind aus einer gemeinsamen Windleitung abgezogen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Injektionsgas Sauerstoff mit einer Reinheit von mehr als 90%, bevorzugt mehr als 95 %, besonders bevorzugt mehr als 99%, verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Koks als fester Brennstoff eingesetzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Oxidationsmittel Sauerstoff mit einer Reinheit von mehr als 90%, bevorzugt mehr als 95 %, besonders bevorzugt mehr

als 99% verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Schachtofen (1) über den oder die Brenner (4) zwischen 10 % und 50 % der gesamten dem Schachtofen (1) zugeführten Energie zugeführt wird.

Claims

1. Method for operating a shaft furnace (1), in particular a cupola furnace, for the melting of batch material, the shaft furnace (1) being heated as a result of the combustion of a solid fuel, and an injection gas, which possesses an oxygen fraction of more than 21%, being injected into the shaft furnace (1), the injection gas being accelerated in a propellant nozzle (3), and an injector blast being sucked in' by means of the vacuum occurring during the acceleration of the injection gas and being combined with the injection gas into a propellant-nozzle stream and conducted into the shaft furnace (1), **characterized in that** the shaft furnace (1) is heated by means of at least one burner (4), the burner (4) being supplied with a gaseous or liquid fuel and a gaseous oxidant which has an oxygen fraction of more than 21%.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the shaft furnace (1) is additionally supplied with a residual blast.

3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the injector blast and the residual blast are drawn off from a common blast line.

4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the injection gas used is oxygen with a purity of more than 90%, preferably more than 95%, especially preferably more than 99%.

5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** coke is used as solid fuel.

6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the oxidant used is oxygen with a purity of more than 90%, preferably more than 95%, especially preferably more than 99%.

7. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the shaft furnace (1) is supplied via the burner or burners (4) with between 10% and 50% of the entire energy supplied to the shaft furnace (1).

Revendications

1. Procédé de conduite d'un four à cuve (1), en particulier d'un four réverbère, destiné à réaliser la fusion d'un matériau qui y est introduit,
le four à cuve (1) étant chauffé par combustion d'un combustible solide et un gaz d'injection dont la teneur en oxygène est supérieure à 21 % est injecté dans le four à cuve (1),
le gaz d'injection étant accéléré dans une tuyère pilote (3), un écoulement d'air d'injecteur étant aspiré au moyen de la dépression qui s'établit suite à l'accélération du gaz d'injection et étant rassemblé avec le gaz d'injection pour former un écoulement de tuyère pilote qui est introduit dans le four à cuve (1),
caractérisé en ce que
le four à cuve (1) est chauffé au moyen d'au moins un brûleur (4) et
en ce qu'un combustible gazeux ou liquide et un agent gazeux d'oxydation dont la teneur en oxygène est supérieure à 21 % sont apportés au brûleur (4).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un écoulement d'air résiduel est de plus amené dans le four à cuve (1).

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'écoulement d'air d'injection et l'écoulement d'air résiduel sont extraits d'un conduit commun d'apport d'air.

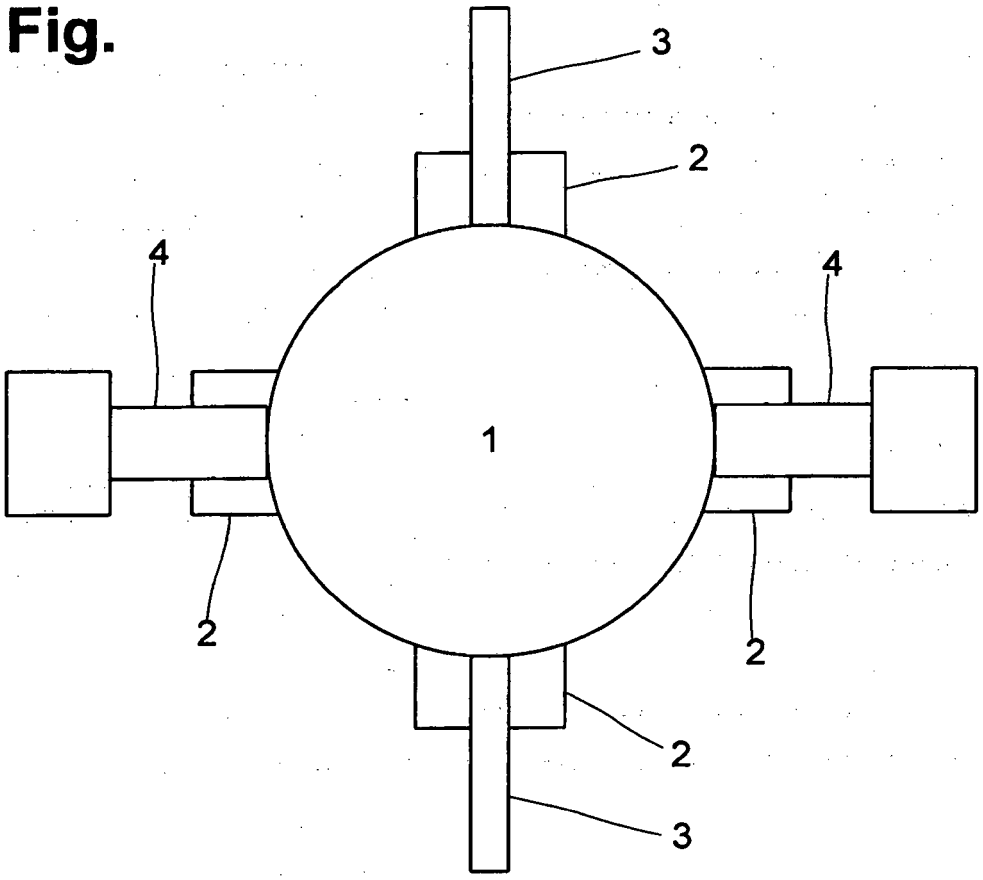
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**il utilise comme gaz d'injection de l'oxygène d'une pureté supérieure à 90 %, de préférence supérieure à 95 % et de façon particulièrement préférable supérieure à 99 %.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le combustible solide utilisé est le coke.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'agent d'oxydation utilisé est de l'oxygène d'une pureté supérieure à 90 %, de préférence supérieure à 95 % et de façon particulièrement préférable supérieure à 99 %.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'énergie apportée au four à cuve (1) par le ou les brûleurs (4) représente entre 10 % et 50 % de la totalité de l'énergie apportée au four à cuve (1).

Fig.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0762068 A1 **[0004]**
- EP 1997915 A1 **[0004]**
- DE 1583213OS A **[0014]**
- EP 0793071 A2 **[0014]**