

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 9093/85 SU85/00104

(51) Int.Cl.⁵ : C21C 5/28

(22) Anmeldetag: 23.12.1985

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1991

(45) Ausgabetag: 25.11.1991

(73) Patentinhaber:

DNEPROPETROVSKY METALLURGICHESKY INSTITUT IMENI
L.I. BREZHNEVA
320005 DNEPROPETROVSK (SU).
NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE OBIEDINENIE
"TULACHERMET"
300017 TULA (SU).

(72) Erfinder:

BAPTIZMANSKY VADIM IPPOLITOVICH
DNEPROPETROVSK (SU).
JUGOV PETR IVANOVICH
MOSKAU (SU).
BORISOV JURY NIKOLAEVICH
DNEPRODZERZHINSK (SU).
AFONIN SERAFIM ZAKHAROVICH
MOSKAU (SU).
ZUBAREV ALEXEI GRIGORIEVICH
TULA (SU).
SINELNIKOV VYACHESLAV ALEXEEVICH
MOSKAU (SU).
TRUBAVIN VLADIMIR IVANOVICH
DNEPROPETROVSK (SU).
BOICHENKO BORIS MIKHAILOVICH
DNEPROPETROVSK (SU).
KOLGANOV GENNADY SERGEEVICH
TULA (SU).
CHEREVKO VIKTOR PAVLOVICH
DNEPROPETROVSK (SU).

(54) VERFAHREN ZUR STAHLERZEUGUNG IN EINEM SAUERSTOFF-BLASKONVERTER

- (57) Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Einsatz, der feste, metallische Fe-Träger, insbesondere Schrott, und einen festen Energieträger enthält, in drei Chargen in einen Sauerstoff-Blaskonverter aufgegeben. Jeweils nach dem Aufgeben einer Charge wird der Einsatz erhitzt, bis schließlich Fertigstahl erschmolzen wird. Erfindungsgemäß enthält die erste Charge 30 - 35 Masse-% des für die Schmelze insgesamt erforderlichen festen Energieträgers und 50 - 60 Masse-% der Fe-Träger, die zweite Charge 48 - 52 Masse-% der restlichen Fe-Träger und die dritte Charge den verbleibenden Rest des Einsatzes. Das Verhältnis der spezifischen Oxidationsmittelzufuhr von unten zu der von oben beträgt nach dem Aufgeben der ersten Charge 1:(1,5 bis 2) und nach dem Aufgeben der zweiten Charge 1:(0,9 bis 1). Die Oxidationsmittelzufuhr für das Erhitzen der ersten beiden Chargen beträgt jeweils 25 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Oxidationsmittels.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Stahlerzeugung aus festen metallischen Fe-Trägern in einem Sauerstoff-Blaskonverter, bei dem der Einsatz, der feste metallische Fe-Träger und einen festen Energieträger enthält, in drei Chargen in den Konverter aufgegeben wird, nach dem Aufgeben jeder Charge der Einsatz durch die Verbrennung des festen Energieträgers unter Zufuhr eines Oxidationsmittels und eines kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoffs von oben und von unten in den Konverter erhitzt wird und Fertigstahl erschmolzen wird.

Ein wichtiges Problem der modernen Metallurgie ist die Verarbeitung von Schrottmittel, dessen Menge in der Welt ständig zunimmt. Das Hauptverfahren zur Erzeugung von Stahl ist das Sauerstoffkonverterverfahren. Bei dem konventionellen Verfahren zur Konverterstahlerzeugung werden bis zu 30 % Schrott verwendet.

Gegenwärtig wird in den industriell entwickelten Ländern an der Entwicklung von Verfahren zur Stahlerzeugung aus metallischem Einsatz gearbeitet, der zu 100 % aus Schrott besteht.

Die Erfahrungen des Konverterbetriebs unter Verwendung von festem Einsatz haben gezeigt, daß im Vergleich zum traditionellen Stahlerzeugungsverfahren die Leistung des Konverters wesentlich geringer und die Masse des Einsatzes, mit dem der Konverter beschickt werden kann, kleiner ist, d. h. die Leistungsfähigkeit des Konverterverfahrens ist geringer. So ist die Masse des festen Einsatzes, der in den Konverter aufgegeben wird, um 30 bis 50 % geringer. Das ist dadurch bedingt, daß Schrott mit einer geringen Schüttdichte (oft weniger als 1,0 t/m³) eingesetzt wird.

Bekannt ist ein Verfahren zur Stahlerzeugung aus festen metallischen Fe-Trägern in einem Sauerstoff-Blaskonverter (US-PS 4 198 230, IPK C 21 C 5/34, 1980) bei dem der gesamte Einsatz, der Fe-Träger und einen festen Energieträger enthält, als Einzelcharge aufgegeben, dann erhitzt und in nichtoxidierender Atmosphäre geschmolzen wird.

Das Aufgeben des Fe-haltigen Einsatzes als Einzelcharge, die eine geringe Schüttdichte besitzt, hat eine schlechte Ausnützung der Konverterleistung zur Folge: sie wird um 30 bis 50 % herabgesetzt. Da der gesamte Einsatz als Einzelcharge aufgegeben wird, entsteht außerdem das Problem, daß der Einsatz in seiner gesamten Dicke gleichmäßig erhitzt wird. Die unteren und die oberen Einsatzschichten, die mit dem eingeblasenen Sauerstoff und Brennstoff in unmittelbarem Kontakt stehen, werden überhitzt, und an den Stellen, wo Flammen eindringen, lokal geschmolzen, während der Einsatz im mittleren Teil wesentlich schwächer erhitzt wird. In der Mitte können sich große Einsatzmassen verschweißen, die dann nur schwierig mit großem Verbrauch an Energieträgern geschmolzen werden können, wodurch die Konverterleistung reduziert und der Schmelzvorgang verlängert wird. Bei stärkerer Zufuhr von Oxidationsmitteln von unten bilden sich im oberen Teil des Einsatzes verschweißte "Brücken", welche die Einführung der Sauerstoff- und Brennstoffdüse verhindern. Das Blasen ist folglich unwirksam und der Brennstoff und der Sauerstoff werden über den Hals ausgetragen.

Bekannt ist ebenfalls ein Verfahren zur Stahlerzeugung aus festen Fe-Trägern in einem Sauerstoff-Blaskonverter (JP-PS 21177, Kl. 10 J 142, 1970), bei dem der Einsatz, der feste metallische Fe-Träger und einen festen Energieträger enthält, in drei Chargen aufgegeben und nach jedem Aufgeben erhitzt und unter Verbrennung des festen Energieträgers geschmolzen wird, wobei das Oxidationsmittel und der kohlenwasserstoffhaltige Brennstoff bis zur Erzeugung von Fertigstahl dem Konverter von oben und von unten zugeführt werden.

Dabei ist die Menge an Fe-Trägern in jeder Charge ungefähr gleich. Als fester Energieträger werden 40 Masse-% Koks und 60 Masse-% Ferro-Silizium verwendet. Die gesamte Koks menge und 20 Masse-% Ferro-Silizium werden mit der ersten Charge und die restliche Menge an Ferro-Silizium zu je 20 Masse-% mit der zweiten und der dritten Charge entsprechend eingebracht. Das heißt, der Anteil des festen Energieträgers beträgt in der ersten Charge 60 Masse-% und in der zweiten und der dritten Charge je 20 Masse-% des gesamten festen Energieträgers. Dabei wird der Einsatz nach dem Aufgeben jeder Charge bis zum Schmelzen der metallischen Fe-Träger erhitzt. Dabei wird jede nachfolgende Charge ins Schmelzbad eingebracht. Die Schlacke im Schmelzbad enthält eine große Menge an Eisenoxiden; dadurch können bei jedem nachfolgenden Aufgeben Metall und Schlacke aus dem Konverter ausgeworfen werden. Deswegen soll der Einsatz mit Vorsicht ins Schmelzbad eingeführt und langsam in den Konverter aufgegeben werden. Dadurch wird der Zeitbedarf für einen Schmelzvorgang im Konverter vergrößert, wodurch die Konverterleistung verringert wird.

Außerdem ist das Schmelzen der ersten Charge der metallischen Fe-Träger ziemlich kompliziert, weil die Schicht der Fe-Träger eine geringe Dicke hat, sodaß in dem in den Konverter eingebrachten Einsatz an den Stellen, wo das Oxidationsmittel eindringt, Durchgangskanäle gebildet werden, über die Verbrennungsprodukte, das nicht aufgenommene Oxidationsmittel und Brennstoff aus dem Konverterarbeitsraum ausgetragen werden. Dadurch wird die Wärmeausnutzung des Energieträgers geringer und die Schmelzdauer verlängert. Dabei steigt auch das Oxidationspotential der Gasphase, wodurch eine Überoxidation der Fe-Träger verursacht und die Standzeit des Futters verkürzt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Stahlerzeugung in einem Sauerstoff-Blaskonverter mit einer solchen Temperaturführung beim Erhitzen des Einsatzes sowie mit einer solchen Menge an Fe-Trägern und dem festen Energieträger in jeder Charge zu entwickeln, durch das die Schmelzdauer verkürzt und dadurch die Konverterleistung erhöht wird.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei der ersten Charge 30 bis 35 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen festen Energieträgers und 50 bis

60 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen festen Fe-Träger, bei der zweiten Charge 48 bis 52 Masse-% der restlichen Fe-Träger und bei der dritten Charge die restliche Menge der Fe-Träger und des festen Energieträgers eingebracht werden, wobei die erste Charge bis zum plastischen Zustand der Fe-Träger bei einem Verhältnis der spezifischen Oxidationsmittelzufuhr von unten zu der von oben von 1:(1,5 bis 2,0) und die zweite Charge bis zum plastischen Zustand bei einem Verhältnis der spezifischen Oxidationsmittelzufuhr von unten zu der von oben von 1:(0,9 bis 1) erhitzt wird und die Oxidationsmittelzufuhr für das Erhitzen der ersten beiden Chargen jeweils 15 bis 25 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Oxidationsmittels beträgt.

Durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Stahlerzeugung aus festen metallischen Fe-Trägern in einem Sauerstoff-Blaskonverter wird die Schmelzdauer verkürzt, weil die Zeit für das Aufgeben jeder Charge in den Konverter sowie die Stillstandzeit des Converters vor dem Aufgeben jeder nachfolgenden Charge verkürzt wird.

Dabei wird die Wärmeausnützung des Energieträgers vergrößert, wodurch die Konverterleistung letzten Endes um ca. 20 % gesteigert wird.

Ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens zur Stahlerzeugung in einem Sauerstoff-Blaskonverter besteht darin, daß in den Konverter die erste Charge aufgegeben wird, die 30 bis 35 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen festen Energieträgers sowie 50 bis 60 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen metallischen Fe-Träger enthält. Als fester Energieträger wird Steinkohle (Anthrazit) verwendet. Dabei wird auf den Konverterboden zuerst der feste Energieträger aufgegeben; dann werden die Fe-Träger aufgegeben. Dadurch wird das Futter des Konverterbodens gegen die bei der Erhitzung der Fe-Träger entstehenden Eisenoxide geschützt sowie eine intensive Erhitzung der unteren Einsatzschichten gewährleistet. Gibt man jedoch die gesamte für die Schmelze erforderliche Menge des festen Energieträgers in der ersten Charge auf, wird er ungleichmäßig über den Konverterboden verteilt, wodurch seine Verbrennung erschwert und die Konverterleistung verringert wird. Wenn aber der Anteil des festen Energieträgers in der ersten Charge unter 30 Masse-% des insgesamt erforderlichen Energieträgers liegt, werden die unteren Einsatzschichten unzureichend erhitzt, was eine verminderte Konverterleistung zur Folge hat. Das führt ebenfalls zu einem erhöhten Verschleiß des Futters im Bodenteil des Converters.

Die erste Charge soll 50 bis 60 Masse-% der festen metallischen Fe-Träger, bezogen auf die für die Schmelze insgesamt erforderliche Menge der Fe-Träger, enthalten. Bei einem Anteil von unter 50 Masse-% wird die Wärmeausnützung während der Erhitzung und folglich die Konverterleistung verringert. Bei einem Anteil von über 60 Masse-% wird die Erhitzung erschwert, weil die festen metallischen Fe-Träger, die eine geringe Schüttdichte haben, und insbesondere der Schrott ein großes Volumen einnehmen und die obere Sauerstoff- und Brennstoffdüse sich in unmittelbarer Nähe vom Konverterhals befinden, sodaß die Wärme mit den Abgasen in den Gaszug entweicht, wodurch die Wärmeausnützung des Energieträgers verringert wird und die Erhitzung der Fe-Träger bis zum plastischen Zustand sowie das Schmelzen insgesamt länger dauern.

Nach der Beschickung des Converters mit der ersten Charge wird dem Konverter ein Oxidationsmittel zugeführt. Als Oxidationsmittel wird Sauerstoff bzw. ein Sauerstoff-Stickstoff-Gemisch verwendet. Für die Zufuhr des Oxidationsmittels wird das kombinierte Blasen, u. zw. von oben und von unten, angewendet.

Die maximale Konverterleistung wird bei einem Verhältnis der spezifischen Oxidationsmittelzufuhr von oben zu der von unten von 1:(1,5 bis 2,0) erreicht. Wenn die Oxidationsmittelzufuhr von oben im Vergleich zur Oxidationsmittelzufuhr von unten mehr als das Doppelte beträgt, wird die Konverterleistung infolge schlechter Aufnahme des eingeblasenen Oxidationsmittels verringert. Dabei wird die Standzeit des Futters im Oberteil des Converters und des Halses verkürzt. Bei einer größeren Oxidationsmittelzufuhr von unten nimmt der Oxidationsgrad des Fe-Trägers im Konverterunterteil infolge verzögerter Entflammung des festen Energieträgers zu, wodurch die Standzeit des Futters im Bodenteil vermindert wird.

Der Einsatz wird bis zum plastischen Zustand der Fe-Träger erhitzt, der aufgrund des beginnenden Absinkens des in den Konverter eingebrachten Einsatzes visuell festgestellt wird. Nach dem Einblasen von 15 bis 25 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Oxidationsmittels wird seine Zufuhr abgestellt und die zweite Charge aufgegeben.

Die zweite Charge enthält 48 bis 52 Masse-% der restlichen Fe-Träger oder 19,2 bis 26 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen Fe-Träger. Unter dem Gewicht der zweiten Charge sinkt die bis zum plastischen Zustand erhitzte erste Charge tiefer ab.

Bei dieser Menge der metallischen Fe-Träger in der zweiten Charge wird ein wirksames Nachbrennen des Kohlenmonoxids zu Kohlendioxid im freien Konverterarbeitsraum unter guter Ausnützung der Brennstoffwärme ermöglicht. In dem Fall, wo die Menge der metallischen Fe-Träger über 52 Masse-% der restlichen Fe-Träger liegt, ist der Stand des in den Konverter eingebrachten Einsatzes ziemlich hoch, wodurch das freie Volumen des Konverterarbeitsraumes verkleinert wird, sodaß die Ausnützung der Brennstoffwärme und folglich die Konverterleistung verringert werden. Ein Gehalt der Fe-Träger in der zweiten Charge unter 48 Masse-% der restlichen Fe-Träger ist ungünstig, weil bei einer entsprechend größeren Menge der Fe-Träger in der dritten Charge die Konverterleistung herabgesetzt wird.

Um die Oxidationsmittelverluste herabzusetzen, wird nach dem Einbringen der zweiten Charge die Oxidationsmittelzufuhr von oben verringert. Dabei beträgt das Verhältnis der spezifischen Oxidationsmittelzufuhr von unten zu der von oben 1:(0,9 bis 1). Durch eine weitere Verringerung der

spezifischen Oxidationsmittelzufuhr von oben wird der Eisenbrand vergrößert und die Standzeit des Konverterbodenfutters verkürzt.

Die dritte Charge, u. zw. die Restmenge der metallischen Fe-Träger und des festen Energieträgers, wird nach dem Einblasen von 15 bis 25 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Oxidationsmittels und nach dem Erhitzen der zweiten Charge bis zum plastischen Zustand aufgegeben.

Das Einbringen der dritten Schrottcharge, bevor 15 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Oxidationsmittels verbraucht worden sind, ist unzweckmäßig, weil dann der Schrott im Konverter schlecht durchwärmt ist und ein großes Volumen einnimmt. Deswegen wird nach dem Aufgeben der letzten Schrottcharge die Zufuhr des Oxidationsmittels über die obere Düse verringert, wodurch die Konverterleistung herabgesetzt wird. Durch eine Vergrößerung des Oxidationsmittelverbrauchs auf über 25 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen Menge wird die Brennstoffwärme wesentlich schlechter ausgenützt, weil die Höhe der filtrierenden Einsatzschicht verringert, ihre Temperatur und die Wärmemenge der Abgase vergrößert und folglich die Konverterleistung herabgesetzt wird.

Nach dem Erhitzen der zweiten Charge bis zum plastischen Zustand werden die restlichen Fe-Träger und der restliche Energieträger, u. zw. zuerst die Fe-Träger und dann der Energieträger, eingebracht.

Nach dem Einbringen der dritten Charge wird das Oxidationsmittel weiter zugeführt, der Einsatz erhitzt und aus den metallischen Fe-Trägern Fertigstahl mit dem erforderlichen Kohlenstoffgehalt erschmolzen. Dabei beträgt das Verhältnis der spezifischen Oxidationsmittelzufuhr von oben zu der von unten 1:(1 bis 2).

Zum besseren Verständnis des Wesens der Erfindung werden nachstehend konkrete Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert. Die Angaben gelten für einen Sauerstoff-Blaskonverter mit 1000 kg Fassungsvermögen.

Beispiel 1:

Der Konverter wird mit der ersten Charge beschickt, die 19,5 kg Anthrazit, was 32,5 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen festen Energieträgers ausmacht, und 502 kg Fe-Träger in Form metallischen Schrottes, was ca. 55 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen Fe-Träger ausmacht, enthält. Der Sauerstoff wird von unten mit $1 \text{ m}^3/\text{min}$ und von oben mit $1,75 \text{ m}^3/\text{min}$ (das Verhältnis beträgt 1:1,75) zugeführt. Die spezifische Erdgaszufuhr von unten beträgt $0,375 \text{ m}^3/\text{min}$, die von oben $0,69 \text{ m}^3/\text{min}$. Die Sauerstoffzufuhr für die Erdgasverbrennung ist um 45 Masse-% größer als der stöchiometrische Verbrauch.

Nach dem Verbrauch von 24 m^3 Sauerstoff, was ca. 20 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Sauerstoffs entspricht, beginnt nach ca. 8 min das Absinken des Einsatzes, d. h. der Schrott ist bis zum plastischen Zustand erhitzt. Die Zufuhr von Sauerstoff und Erdgas wird abgestellt. Danach wird die zweite Charge eingebracht, die 205 kg Schrott enthält, was 50 Masse-% des restlichen bzw. 22,5 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Schrotts ausmacht. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben beträgt $1,46 \text{ m}^3/\text{min}$, die spezifische Sauerstoffzufuhr von unten $1,54 \text{ m}^3/\text{min}$, und die spezifische Erdgaszufuhr von unten und von oben sind mit je $0,52 \text{ m}^3/\text{min}$ gleich.

Das Verhältnis der spezifischen Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben beträgt entsprechend 1:0,95. Nach dem Verbrauch von 48 m^3 Sauerstoff wird 16 min nach dem Blasbeginn die restliche Menge, u. zw. 205 kg Schrott und darauf 40,5 kg Anthrazit (67,5 %), eingebracht. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben beträgt $1 \text{ m}^3/\text{min}$. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von unten beträgt $2 \text{ m}^3/\text{min}$. Die spezifische Erdgaszufuhr wird von $0,52 \text{ m}^3/\text{min}$ ausgehend langsam abgesenkt, nach 30 min beträgt die Erdgaszufuhr über die Bodendüsen nur noch $0,1 \text{ m}^3/\text{min}$, und nach 34 min wird die Erdgaszufuhr über die oberen Düsen abgestellt.

Die Schmelzdauer beträgt 40 min. Der Kohlenstoffgehalt im Stahl beträgt 0,1 %. Der Gesamtverbrauch von Sauerstoff für die Schmelze beträgt 120 m^3 . Die Flüssigstahlausbeute ist 848 kg. Die Konverterleistung beträgt 1272 kg/h.

Beispiel 2:

In den Konverter wird die erste Charge aufgegeben. Sie enthält 18,0 kg Anthrazit, was 30,0 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen festen Energieträgers ausmacht, und 502 kg Fe-Träger in Form metallischen Schrottes, was ca. 55 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen Fe-Träger ausmacht. Dann wird der Sauerstoff von unten mit $1 \text{ m}^3/\text{min}$ und von oben mit $1,75 \text{ m}^3/\text{min}$ (Verhältnis 1:1,75) eingeblasen. Die spezifische Erdgaszufuhr von unten beträgt $0,375 \text{ m}^3/\text{min}$, die von oben $0,69 \text{ m}^3/\text{min}$. Die Sauerstoffzufuhr für die Verbrennung von Erdgas ist um 45 Masse-% größer als der stöchiometrische Verbrauch. Nach dem Verbrauch von 24 m^3 Sauerstoff (was ca. 20 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Sauerstoffs entspricht) beginnt der Einsatz nach ca. 8 min abzusinken, d. h., der Einsatz ist bis zum plastischen Zustand erhitzt. Danach wird die zweite Charge eingebracht, die 205 kg Schrott enthält, was 50 Masse-% des restlichen bzw. 22,5 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Schrotts ausmacht. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben beträgt

1,46 m³/min, die von unten 1,54 m³/min (Verhältnis 1:0,95). Die Erdgaszufuhr von oben und von unten beträgt je 0,52 m³/min.

Nach Verbrauch von ca. 48 m³ Sauerstoff wird 16 min nach dem Blasbeginn die dritte Charge, u. zw. die restliche Schrottmenge (205 kg) und darauf 42,0 kg Anthrazit (70 Masse-%), eingebracht. Danach wird das Schmelzen wie im Beispiel 1 zu Ende geführt.

Die Schmelzdauer beträgt 40 min. Der Kohlenstoffgehalt im Stahl ist 0,06 %. Der Gesamtverbrauch von Sauerstoff beträgt 120 m³. Die Flüssigstahlausbeute ist 810 kg. Die Konverterleistung beträgt 1215 kg/h.

Beispiel 3:

Die erste Charge enthält 502 kg Schrott (55 Masse-%) und 21,0 kg Anthrazit (35 Masse-%). Die spezifische Sauerstoffzufuhr von unten ist 1,00 m³/min, die von oben 1,75 m³/min (Verhältnis 1:1,75). Die spezifische Erdgaszufuhr von oben beträgt 0,69 m³/min, die von unten 0,375 m³/min. Die Sauerstoffzufuhr für die Erdgasverbrennung ist um 45 Masse-% größer als der stöchiometrische Verbrauch.

Ungefähr 8 min nach dem Blasen, wenn der Sauerstoffverbrauch 24 m³, d. h. ca. 20 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen Menge, erreicht hat, wird die zweite Charge, u. zw. 205 kg Schrott (50 Masse-% des restlichen bzw. 22,5 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Schrotts) eingebracht. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben beträgt 1,46 m³/min, die von unten 1,54 m³/min (Verhältnis 1:0,95). Die spezifische Erdgaszufuhr von unten und von oben beträgt je 0,52 m³/min.

Nach dem Verbrauch von ca. 48 m³ Sauerstoff wird ca. 16 min nach dem Blasbeginn die dritte Charge, u. zw. die restliche Schrottmenge (205 kg) und darauf 39,0 kg Anthrazit (65 Masse-%), aufgegeben. Danach wird das Schmelzen wie im Beispiel 1 zu Ende geführt.

Die Schmelzdauer beträgt 40 min. Der Kohlenstoffgehalt im Stahl ist 0,09 %. Der Sauerstoffverbrauch für die Schmelze beträgt 120 m³. Die Flüssigstahlausbeute beträgt 815 kg. Die Konverterleistung ist 1220 kg/h.

Beispiel 4:

Die erste Charge enthält 456 kg Schrott (50 Masse-%) und 19,5 kg Anthrazit (32,5 Masse-%). Die spezifische Sauerstoffzufuhr von unten beträgt 1,0 m³/min, die von oben 1,75 m³/min, das Verhältnis beträgt entsprechend 1:1,75. Die spezifische Erdgaszufuhr von oben beträgt 0,69 m³/min, die von unten 0,375 m³/min.

8,3 min nach dem Einblasen von 23 m³ Sauerstoff (20 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen Menge) wurden 228 kg Schrott (50 Masse-% des restlichen Schrotts) eingebracht. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben beträgt 1,46 m³/min, die von unten 1,54 m³/min (Verhältnis 1:0,95). Die spezifische Erdgaszufuhr von unten und von oben beträgt je 0,52 m³/min. Nach 16,7 min, wenn der Sauerstoffverbrauch 46 m³ erreicht hat, wird die dritte Charge, u. zw. 228 kg Schrott und darauf 40,5 kg Anthrazit (67,5 Masse-%) eingebracht. Danach wird das Schmelzen wie im Beispiel 1 zu Ende geführt. Die Schmelzdauer beträgt 41,7 min. Der

Kohlenstoffgehalt im Stahl ist 0,06 %. Der Sauerstoffverbrauch für die Schmelze beträgt 125 m³. Die Flüssigstahlausbeute beträgt 825 kg. Die Konverterleistung ist 1187 kg/h.

Beispiel 5:

Die erste Charge enthält 548 kg feste metallische Fe-Träger (Schrott), was 60 Masse-% der Fe-Träger entspricht, sowie 19,5 kg Anthrazit, d. h. 32,5 Masse-% des festen Energieträgers. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben beträgt 1,75 m³/min, die von unten 1,0 m³/min. Das Verhältnis der spezifischen Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben beträgt 1:1,75. Die spezifische Erdgaszufuhr von oben beträgt 0,69 m³/min, die von unten 0,375 m³/min. 8,2 min nach dem Einblasen von 25 m³ Sauerstoff (20 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen Menge) wurden 182 kg Schrott (50 Masse-% der restlichen Fe-Träger) eingebracht. Nach dem Einbringen der zweiten Charge beträgt die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben 1,46 m³/min, die von unten 1,54 m³/min. Das Verhältnis der spezifischen Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben beträgt 1:0,95. Die spezifische Erdgaszufuhr von unten und von oben beträgt je 0,52 m³/min. Nach

16,4 min, wenn der Sauerstoffverbrauch 50 m³ erreicht hat, wird die dritte Charge, u. zw. die restliche Menge der Fe-Träger (182 kg) und des Energieträgers (40,5 kg Anthrazit oder 67,5 Masse-%) eingebracht. Danach wird das Schmelzen wie im Beispiel 1 zu Ende geführt. Die Schmelzdauer beträgt 41,6 min. Der Kohlenstoffgehalt im Stahl beträgt 0,06 %. Der Sauerstoffverbrauch für die Schmelze ist 125 m³. Die Flüssigstahlausbeute beträgt 820 kg. Die Konverterleistung ist 1200 kg/h.

Beispiel 6:

Die erste Charge enthält 502 kg feste metallische Fe-Träger, was 55 Masse-% der Fe-Träger ausmacht, und 19,5 kg Anthrazit, was 32,5 Masse-% des festen Energieträgers ausmacht. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von unten beträgt $1,2 \text{ m}^3/\text{min}$, die von oben $1,8 \text{ m}^3/\text{min}$. Das Verhältnis der spezifischen Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben beträgt 1:1,5. Die spezifische Erdgaszufuhr von oben beträgt $0,69 \text{ m}^3/\text{min}$, die von unten $0,375 \text{ m}^3/\text{min}$. 8,0 min nach dem Einblasen von 24 m^3 Sauerstoff, was 20 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Sauerstoffs entspricht, wird die zweite Charge, u. zw. 205 kg Fe-Träger (50 Masse-% der restlichen Fe-Träger) eingebracht. Nach dem Einbringen der zweiten Charge beträgt die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben $1,46 \text{ m}^3/\text{min}$ und die von unten $1,54 \text{ m}^3/\text{min}$. Das Verhältnis der spezifischen Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben beträgt 1:0,95. Die spezifische Erdgaszufuhr von unten und von oben beträgt $0,52 \text{ m}^3/\text{min}$. Nach 16 min, wenn der Sauerstoffverbrauch 48 m^3 erreicht hat, wird die dritte Charge, u. zw. 205 kg Fe-Träger und 40,5 kg Anthrazit (67,5 Masse-%) aufgegeben. Das Schmelzen wird wie im Beispiel 1 weitergeführt. Die Schmelzdauer beträgt 40 min. Der Kohlenstoffgehalt im Stahl beträgt 0,06 %. Der Sauerstoffverbrauch für die Schmelze beträgt 120 m^3 . Die Flüssigstahlausbeute ist 815 kg. Die Konverterleistung beträgt 1222 kg/h.

Beispiel 7:

Die erste Charge enthält 502 kg feste metallische Fe-Träger, was 55 Masse-% der Fe-Träger ausmacht, und 19,5 kg Anthrazit, was 32,5 Masse-% des festen Energieträgers ausmacht. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von unten beträgt $12,0 \text{ m}^3/\text{min}$, die von oben $2,0 \text{ m}^3/\text{min}$. Das Verhältnis der spezifischen Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben beträgt 1:2. Die spezifische Erdgaszufuhr von oben beträgt $0,69 \text{ m}^3/\text{min}$, die von unten $0,375 \text{ m}^3/\text{min}$. 8,1 min nach dem Einblasen von $24,5 \text{ m}^3$ Sauerstoff, was 20 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Sauerstoffs entspricht, wird die zweite Charge, u. zw. 205 kg Fe-Träger (50 Masse-% der restlichen Fe-Träger) eingebracht. Nach dem Aufgeben der zweiten Charge beträgt die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben $1,46 \text{ m}^3/\text{min}$, die von unten $1,54 \text{ m}^3/\text{min}$. Das Verhältnis der Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben beträgt 1:0,95. Die spezifische Erdgaszufuhr von unten und von oben beträgt $0,52 \text{ m}^3/\text{min}$. Nach 16,2 min, wenn der Sauerstoffverbrauch 49 m^3 erreicht hat, wird die dritte Charge, u. zw. 205 kg Fe-Träger und 40,5 kg Anthrazit (67,5 Masse-%), eingebracht. Das Schmelzen wird wie im Beispiel 1 weitergeführt. Die Schmelzdauer beträgt 41 min. Der Kohlenstoffgehalt im Stahl beträgt 0,06 %. Der Sauerstoffverbrauch für die Schmelze beträgt 123 m^3 . Die Flüssigstahlausbeute ist 817 kg. Die Konverterleistung beträgt 1196 kg/h.

Beispiel 8:

Die erste Charge enthält 502 kg feste metallische Fe-Träger, was 55 Masse-% der Fe-Träger ausmacht, und 19,5 kg Anthrazit, was 32,5 Masse-% des festen Energieträgers ausmacht. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von unten beträgt $1,0 \text{ m}^3/\text{min}$, die von oben $1,75 \text{ m}^3/\text{min}$. Das Verhältnis der spezifischen Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben beträgt 1:1,75. Die spezifische Erdgaszufuhr von oben beträgt $0,69 \text{ m}^3/\text{min}$, die von unten $0,375 \text{ m}^3/\text{min}$. 8 min nach dem Einblasen von 24 m^3 Sauerstoff, was 20 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Sauerstoffs entspricht, wird die zweite Charge, u. zw. 205 kg Fe-Träger (50 Masse-% der restlichen Fe-Träger), eingebracht. Nach dem Aufgeben der zweiten Charge beträgt die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben $1,42 \text{ m}^3/\text{min}$ und die von unten $1,58 \text{ m}^3/\text{min}$. Das Verhältnis beträgt 1:0,9. Die spezifische Erdgaszufuhr von unten und von oben beträgt $0,52 \text{ m}^3/\text{min}$. Nach 16 min, wenn der Sauerstoffverbrauch 48 m^3 erreicht hat, wird die dritte Charge, u. zw. 205 kg Fe-Träger und 40,5 kg Anthrazit (67,5 Masse-%), eingebracht. Das Schmelzen wird wie im Beispiel 1 weitergeführt. Die Schmelzdauer beträgt 40 min. Der Kohlenstoffgehalt im Stahl beträgt 0,06 %. Der Sauerstoffverbrauch für die Schmelze beträgt 120 m^3 . Die Flüssigstahlausbeute ist 817 kg. Die Konverterleistung beträgt 1225 kg/h.

Beispiel 9:

Die erste Charge enthält 502 kg feste metallische Fe-Träger, was 55 Masse-% der Fe-Träger ausmacht, und 19,5 kg Anthrazit, was 32,5 Masse-% des festen Energieträgers ausmacht. Die spezifische Sauerstoffzufuhr von unten beträgt $1,0 \text{ m}^3/\text{min}$, die von oben $1,75 \text{ m}^3/\text{min}$. Das Verhältnis der spezifischen Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben beträgt 1:1,75. Die spezifische Erdgaszufuhr von oben beträgt $0,69 \text{ m}^3/\text{min}$, die von unten $0,375 \text{ m}^3/\text{min}$. 8,1 min nach dem Einblasen von $24,5 \text{ m}^3$ Sauerstoff, was 20 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Sauerstoffs entspricht, wird die zweite Charge, u. zw. 205 kg Fe-Träger (50 Masse-% der restlichen Fe-Träger), eingebracht.

Nach dem Aufgeben der zweiten Charge beträgt die spezifische Sauerstoffzufuhr von oben $1,5 \text{ m}^3/\text{min}$ und

die von unten $1,5 \text{ m}^3/\text{min}$. Das Verhältnis der spezifischen Sauerstoffzufuhr von unten zu der von oben ist 1:1. Die spezifische Erdgaszufuhr von unten und von oben beträgt $0,52 \text{ m}^3/\text{min}$. Nach 16,2 min, wenn der Sauerstoffverbrauch 49 m^3 erreicht hat, wird die dritte Charge, u. zw. 205 kg Fe-Träger und 40,5 kg Anthrazit (67,5 Masse-%), eingebracht. Das Schmelzen wird wie im Beispiel 1 weitergeführt. Die Schmelzdauer beträgt 5 40,5 min. Der Kohlenstoffgehalt im Stahl beträgt 0,06 %. Der Sauerstoffverbrauch für die Schmelze beträgt 122 m^3 . Die Flüssigstahlausbeute ist 816 kg. Die Konverterleistung beträgt 1209 kg/h.

Die Erfindung kann bei der Stahlerzeugung in einem Sauerstoff-Blaskonverter zur Anwendung kommen, wenn das Einsatzgut zu 100 % aus festen metallischen Fe-Trägern wie Schrott (Altmetall, Walzabfälle, 10 Metallabfälle von Gießereien und Maschinenbaubetrieben), Pellets, Eisenschwamm od. dgl. besteht.

15

PATENTANSPRUCH

20 Verfahren zur Stahlerzeugung aus festen metallischen Fe-Trägern in einem Sauerstoff-Blaskonverter, bei dem der Einsatz, der feste metallische Fe-Träger und einen festen Energieträger enthält, in drei Chargen in den Konverter aufgegeben wird, nach dem Aufgeben jeder Charge der Einsatz durch die Verbrennung des festen Energieträgers unter Zufuhr eines Oxidationsmittels und eines kohlenwasserstoffhaltigen Brennstoffs von oben und von unten in den Konverter erhitzt wird und Fertigstahl erschmolzen wird, dadurch gekennzeichnet, daß bei der ersten 25 Charge 30 bis 35 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen festen Energieträgers und 50 bis 60 Masse-% der für die Schmelze erforderlichen festen Fe-Träger, bei der zweiten Charge 48 bis 52 Masse-% der restlichen Fe-Träger und bei der dritten Charge die restliche Menge der Fe-Träger und des festen Energieträgers eingebracht werden, wobei die erste Charge bis zum plastischen Zustand der Fe-Träger bei einem Verhältnis der spezifischen Oxidationsmittelzufuhr von unten zu der von oben von 1:(1,5 bis 2,0) und die zweite Charge bis zum 30 plastischen Zustand bei einem Verhältnis der spezifischen Oxidationsmittelzufuhr von unten zu der von oben von 1:(0,9 bis 1) erhitzt wird und die Oxidationsmittelzufuhr für das Erhitzen der ersten beiden Chargen jeweils 15 bis 25 Masse-% des für die Schmelze erforderlichen Oxidationsmittels beträgt.