



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1889/91

(51) Int.Cl.⁵ : **C21B 13/14**

(22) Anmeldetag: 19. 9.1991

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1992

(45) Ausgabetag: 26. 7.1993

(56) Entgegenhaltungen:

EP-B1- 10627 US-PS4822411

(73) Patentinhaber:

VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

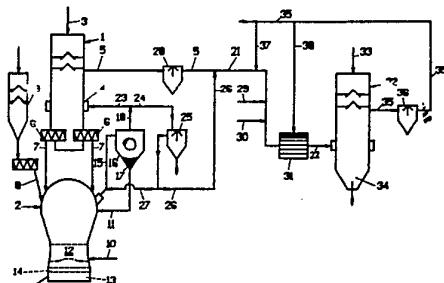
(72) Erfinder:

PIRKLBAUER WILFRIED DR.
NIEDERNEUKIRCHEN, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) ANLAGE UND VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON ROHEISEN UND EISENSCHWAMM

(57) Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Erzeugung von Roheisen und Eisenschwamm, umfassend zwei Direktreduktionsvorrichtungen (1, 32), einen Einschmelzvergaser (2) und einen Gas-Reformer (31), wobei die erste Direktreduktionsvorrichtung (1) an ihrem unteren Teil mit dem Einschmelzvergaser (2), an ihrem oberen Teil über eine Gasleitung (5, 21, 22) und über den Gas-Reformer (31) mit der zweiten Direktreduktionsvorrichtung (32) verbunden ist und in der Gasleitung (5, 21) bzw. im Gas-Reformer (31) Zuführungen für aus dem Einschmelzvergaser (2) stammendes Generatorgas (26), weiters für Erdgas (29) und gegebenenfalls für Wasserdampf (30) vorgesehen sind.

Die erfindungsgemäße Anlage sowie das entsprechende Verfahren gestatten eine Erzeugung von Roheisen und Eisenschwamm mit hohem energetischem Wirkungsgrad.



B

AT 396 255

Die Erfindung betrifft eine Anlage zur Erzeugung von Roheisen und Eisenschwamm, sowie ein Verfahren zur Erzeugung von Eisenschwamm.

Aus der EP-B1-0 010 627 ist bekannt, daß in einem Schachtofen vorreduzierte, eisenoxidhältige Material, u. zw. Eisenschwammpartikel mit einem hohen Metallisationsgrad, in einen Einschmelzvergaser, dem Kohle und Sauerstoff zugeführt wird, einzubringen, wobei sich eine Wirbelschicht mit hoher Temperatur ausbildet. Die Eisenschwammpartikel werden darin niedergeschmolzen und sammeln sich im Bodenteil des Einschmelzvergasers. Durch Vergasung der Einsatzstoffe wird das Reduktionsgas erzeugt, welches dem Direktreduktionschachtofen zugeführt wird.

Es ist weiters bekannt, daß bei Anlagen dieser Art, wenn sie mit Kesselkohle betrieben werden, eine erhebliche Menge an Überschußgas (Top-Gas aus der Direktreduktionsvorrichtung und Generator- bzw. Reduktionsgas aus dem Einschmelzvergaser) anfällt, welche in der Anlage selbst nicht verwertet werden kann und den Gesamtwirkungsgrad des Verfahrens verschlechtert. Bei einer Anlage der eingangs erwähnten Art kann der Wirkungsgrad aus diesem Grund bis auf etwa 0,45 fallen. Unter "Wirkungsgrad" wird hier und nachfolgend die Energienutzung η verstanden, welche sich aus metallurgisch genutzter Energie pro eingesetzter Primärenergie berechnet.

Es ist weiters bekannt, Überschußgas in einem integrierten Hüttenwerk zu verwerten, wodurch sich der Gesamtwirkungsgrad auf etwa 0,60 erhöht. Eine weitere Möglichkeit zur Verwertung von Top-Gas ist in der AT-B 387.038 beschrieben und besteht in der Erzeugung elektrischer Energie.

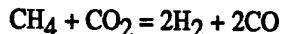
Die vorliegende Erfindung stellt sich die Aufgabe, eine Anlage und ein Verfahren zur Erzeugung von Roheisen und Eisenschwamm zur Verfügung zu stellen, welche eine effizientere Verwertung von Überschußgas gestatten, wodurch ein höherer energetischer Gesamtwirkungsgrad erreichbar ist.

Die erfindungsgemäße Anlage zur Erzeugung von Roheisen und Eisenschwamm ist gekennzeichnet durch die Kombination von zwei Direktreduktionsvorrichtungen, einem Einschmelzvergaser und einem Gas-Reformer, wobei

- 25 - die erste Direktreduktionsvorrichtung an ihrem unteren Teil mit dem Einschmelzvergaser, an ihrem oberen Teil über eine Gasleitung und über den Gas-Reformer mit der zweiten Direktreduktionsvorrichtung verbunden ist und
- 30 - in der Gasleitung bzw. im Gas-Reformer Zuführungen für aus dem Einschmelzvergaser stammendes Generatorgas, weiters für Erdgas und gegebenenfalls für Wasserdampf vorgesehen sind.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß der energetische Gesamtwirkungsgrad auf etwa 0,80 erhöht werden kann, wenn das üblicherweise in einem Direktreduktionsschachtofen anfallende Top-Gas (typische Zusammensetzung des trockenen Gases: 39 % CO, 36 % CO₂, 17 % H₂, 1 % H₂O, 8 % N₂ und andere Gase) mit einem Teil des im Einschmelzvergaser gebildeten und abgezweigten Generator- bzw. Reduktionsgases (typische Zusammensetzung des Gases: 65 % CO, 2 % CO₂, 25 % H₂, 8 % N₂ und andere Gase) vermischt (Überschußgas), nach Zusatz von Erdgas und gegebenenfalls von Wasserdampf zu einem Reduktionsgas reformiert und zur Direktreduktion von feinteiligem Eisenerz, d. h. zur Erzeugung von Eisenschwamm in einer zweiten Direktreduktionsvorrichtung, verwendet wird.

40 Das Reformieren an sich ist eine bekannte Technik, welche es gestattet, das Reduktionsvermögen eines kohlenwasserstoffhaltigen Gases zu erhöhen. Um z. B. Erdgas zu reformieren, wird es unter Aufwendung von Energie mit CO₂ gemäß folgender Reaktionsgleichung umgesetzt:



45 Es ist aus der US-A - 4,046,557 bekannt, Erdgas mit Top-Gas, welches aus einem Direktreduktionsschachtofen stammt, zu reformieren und das dabei erhaltene Reduktionsgas zur Direktreduktion von Eisenerz einzusetzen. Bei diesem Verfahren werden pro Tonne erzeugtem Eisenschwamm etwa 300 Nm³ Erdgas benötigt. Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird der Erdgasbedarf auf etwa 150 Nm³ pro Tonne Eisenschwamm gesenkt. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß durch die Zufügung von Wasserdampf das H₂/CO-Verhältnis im Reduktionsgas in einem weiten Bereich eingestellt werden kann.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anlage besteht darin, Vorrichtungen zur Reinigung von Top-Gas und Generatorgas vorzusehen. Derartige Vorrichtungen können z. B. Staubabscheider und Wäscher sein.

55 Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die zweite Direktreduktionsvorrichtung an ihrem oberen Ende mit der Gasleitung zu verbinden und auf diese Weise zumindest einen Teil des in der zweiten Direktreduktionsvorrichtung anfallenden Top-Gases dem Überschußgas zuzumischen und somit metallurgisch zu verwerten. Zweckmäßigerweise sollte jedoch ein Teil dieses Top-Gases zur Beheizung des Gas-Reformers eingesetzt werden. Auf jeden Fall gestattet diese Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage, das gesamte anfallende Top-Gas zu verwerten und den Wirkungsgrad auf über 0,80 zu erhöhen.

- Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Erzeugung von Eisenschwamm aus oxidischem Eisenerz, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß das Eisenerz mit einem Gas reduziert wird, welches durch Reformieren eines Gasgemisches erhältlich ist, welches Gasgemisch Top-Gas, Generator-Gas, Erdgas und gegebenenfalls Wasserdampf enthält, wobei das Top-Gas zwei Direktreduktionsvorrichtungen und das Generator-Gas einem Einschmelzvergaser entstammt.
- 5 Vorteilhaft wird das Top-Gas und das Generator-Gas in gereinigtem Zustand dem Gas-Reformer zugeführt. Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage ist aus der Zeichnung ersichtlich und nachfolgend näher erläutert, wobei auch Mengen angegeben sind, welche sich beispielhaft auf die pro Stunde verarbeiteten Einsatzstoffe bzw. Reaktionsprodukte beziehen.
- 10 Mit (1) ist ein Direktreduktionsschachtofen und mit (2) ein Einschmelzvergaser bezeichnet, die zu einer baulichen Einheit verbunden sein können. Der Direktreduktionsschachtofen (1) weist eine Einführung (3) für feinteiliges oxidisches Eisenerz (65 t) auf. Weiters besitzt der Direktreduktionsschachtofen im unteren Teil eine Einführung (4) für Reduktionsgas (54.000 Nm³; 800 °C) und im oberen Teil eine Ableitung (5) für das nach der Reaktion verbleibende Top- bzw. Gichtgas.
- 15 Der Einschmelzvergaser (2) wird über den Austrag (6) des Direktreduktionsschachtofens (1) und die Einführung (7) mit vorreduziertem Material, nämlich mit Eisenschwamm, beschickt. In den Einschmelzvergaser (2) mündet weiters eine Kohlezuführung (8) (48 t), die mit dem Kohlebunker (9) verbunden ist. Weiters besitzt der Einschmelzvergaser (2) eine Zuführung (10) für Sauerstoff (27.300 Nm³; 25 °C) und eine Einführung (11) für rückzuführende staubförmige Kohleteilchen.
- 20 Im mittleren Teil des Einschmelzvergasers (2) entsteht durch teilweise Vergasung der Einsatzstoffe ein Wirbelbett (12) von hoher Temperatur, in welchem das vorreduzierte Eisenschwamm-Material aufgeschmolzen wird. Flüssiges Roheisen (40 t; 1.500 °C) sammelt sich im Sumpf (13) am Boden des Einschmelzvergasers (2) und ist von einer Schlackenschicht (14) (12,8 t) bedeckt. Das aus der zugeführten Kohle und Sauerstoff entwickelte rohe Reduktionsgas (90.000 Nm³; 1.000 °C) wird durch die Leitung (15) dem Heißzyklon (16) zugeführt. Dort wird ein staubförmiges Produkt abgeschieden, das zum größten Teil aus Kohleteilchen (17) besteht.
- 25 Das gereinigte Reduktionsgas (typische Zusammensetzung des Gases: 65 % CO, 2 % CO₂, 25 % H₂, 8 % N₂ und andere Gase) wird mit einer Temperatur von 800 °C über die Leitung (18) dem Heißzyklon (16) entnommen und über die Leitung (23) der Einführung (4) des Direktreduktionsschachtofens (1) zugeführt, in einer Menge, die zur Reduktion des eisenoxidhaltigen Einsatzmaterials erforderlich ist. Überschüssiges Reduktionsgas wird über die Abzweigleitung (24) in einem Einspritzkühler (25) auf etwa Raumtemperatur gekühlt und von weiteren etwa noch enthaltenen Feststoffen gereinigt. Das gereinigte Reduktionsgas wird einerseits in einem Teilstrom (Leitung (27)) zur Konditionierung des rohen Reduktionsgases (Leitung (15)) aus dem Einschmelzvergaser verwendet und andererseits über die Leitung (26) abgeführt (36.000 Nm³; 25 °C) und mit dem Top-Gas (typische Zusammensetzung des trockenen Gases: 39 % CO, 36 % CO₂, 17 % H₂, 1 % H₂O, 8 % N₂ und andere Gase) aus der Gasleitung (5), welches in einem vorgeschalteten Wäscher (28) gereinigt und gekühlt wurde (49.000 Nm³; 25 °C), vereinigt (Überschußgas).
- 30 Das in der Gasleitung (21) durch Vermischen von Reduktionsgas und Top-Gas erhaltene Überschußgas wird erfindungsgemäß nach Reformieren - wie nachfolgend beschrieben - zur Erzeugung von Eisenschwamm verwendet.
- 35 Zum Reformieren im Gas-Reformer (31) wird der Mischung aus Top-Gas und Reduktionsgas (Überschußgas; insgesamt 85.000 Nm³; 25 °C) über die Zuleitungen (29) und (30) Erdgas (16.500 Nm³; 25 °C) bzw. Wasserdampf beigemischt. Das reformierte Überschußgas wird über die Leitung (22) in den unteren Teil eines zweiten Direktreduktionsschachtofens (32) geleitet (134.000 Nm³; 800 °C) und zur Reduktion von feinteiligem Eisenerz verwendet, welches über die Einführung (33) in den Schachtofen (32) eingebracht wird (160 t). Eisenschwamm wird am unteren Ende (34) entnommen (111 t) und kann brikettiert werden.
- 40 Im oberen Teil wird über eine Ableitung (35) ein nach der Reaktion verbleibendes Top- bzw. Gichtgas abgezogen (114.000 Nm³; 800 °C) und einer weiteren Verwendung zugeführt. Zweckmäßigerweise wird das Top-Gas über den Wäscher (36) geleitet. Das gewaschene Top-Gas (48.000 Nm³; 25 °C) kann dem zu reformierenden Gasgemisch über die Zweigleitungen (37) oder (38) zugemischt werden.

PATENTANSPRÜCHE

5

- 10 1. Anlage zur Erzeugung von Roheisen und Eisenschwamm, gekennzeichnet durch die Kombination von zwei Direktreduktionsvorrichtungen (1, 32), einem Einschmelzvergaser (2) und einem Gas-Reformer (31), wobei
 - die erste Direktreduktionsvorrichtung (1) an ihrem unteren Teil mit dem Einschmelzvergaser (2), an ihrem oberen Teil über eine Gasleitung (5, 21, 22) und über den Gas-Reformer (31) mit der zweiten Direktreduktionsvorrichtung (32) verbunden ist und
 - in der Gasleitung (5, 21) bzw. im Gas-Reformer (31) Zuführungen für aus dem Einschmelzvergaser (2) stammendes Generatorgas (26), weiters für Erdgas (29) und gegebenenfalls für Wasserdampf (30) vorgesehen sind.
- 20 2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Vorrichtungen (16, 25, 28) zur Reinigung von Top-Gas und Generatorgas vorgesehen sind.
- 25 3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Direktreduktionsvorrichtung (32) an ihrem oberen Ende über eine Gasleitung (35, 37, 38) mit der aus dem oberen Ende der ersten Direktreduktionsvorrichtung (1) stammenden Gasleitung (5, 21) bzw. dem Gas-Reformer (31) verbunden ist.
- 30 4. Verfahren zur Erzeugung von Eisenschwamm aus oxidischem Eisenerz, dadurch gekennzeichnet, daß das Eisenerz mit einem Gas reduziert wird, welches durch Reformieren eines Gasgemisches erhältlich ist, welches Gasgemisch Top-Gas, Generator-Gas, Erdgas und gegebenenfalls Wasserdampf enthält, wobei das Top-Gas zwei Direktreduktionsvorrichtungen (1, 32) und das Generator-Gas einem Einschmelzvergaser (2) entstammt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Top-Gas und das Generator-Gas in gereinigtem Zustand eingesetzt werden.

35

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

