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

(11) **EP 2 546 366 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.01.2018 Patentblatt 2018/04

(51) Int Cl.:
C21B 5/00 *(2006.01)* ***C21B 7/16*** *(2006.01)*
F27B 1/16 *(2006.01)* ***F27D 99/00*** *(2010.01)*

(21) Anmeldenummer: **11007675.9**

(22) Anmeldetag: **21.09.2011**

(54) **Schachtofen und Verfahren zum Betreiben desselben**

Shaft furnace and method for operating same

Fourneau à cuve et procédé de fonctionnement de celui-ci

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **14.07.2011 DE 102011107326**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.01.2013 Patentblatt 2013/03

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

(72) Erfinder:
- **Rudig, Stefan**
  50859 Köln (DE)
- **Kadelka, Heinz**
  47589 Uedem (DE)
- **Werner Gerhard**
  55569 Nussbaum (DE)

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd et al**
Linde AG
Technology & Innovation
Corporate Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2009/141419
DE-A1- 10 237 124
DE-A1-102005 032 444

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 2 546 366 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schachtofen, insbesondere einen Kupolofen und ein Verfahren zum Betreiben desselben.

[0002] Ein Kupolofen ist ein Schachtofen, in dem Metalle geschmolzen werden. Kupolöfen werden zur Herstellung von Gusseisen eingesetzt. Dabei 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 frei setzt.

[0003] In der DE 10 2007 025 663 A1 und DE 10 2005 032 444 A1 ist ein Schachtofen, insbesondere ein Kupolofen, offenbart. Dieser Kupolofen weist zumindest eine Zuleitung für ein Fördermedium auf, an deren stromabwärtigen Ende eine Treibdüse angeschlossen ist. Zudem ist eine Restwindleitung zum Zuführen eines Restwindes in den Schachtofen vorgesehen. In die Zuleitung für das Fördermedium oder in die Treibdüse mündet eine Injektorwindleitung.

[0004] Aus der DE 10 2009 006 573 A1 geht ein Schachtofen, insbesondere ein Kupolofen, zum Schmelzen eines Einsatzmaterials hervor. Dieser Kupolofen umfasst eine Zuleitung für ein sauerstoffhaltiges Injektionsgas, an deren stromabwärtigem Ende eine Treibdüse angeschlossen ist. Zudem ist eine Injektorwindleitung vorgesehen, die in die Zuleitung für das sauerstoffhaltige Gas oder in die Treibdüse mündet. Weiterhin weist der Schachtofen einen Brenner auf, der mit einer Zuleitung für ein gasförmiges Oxidationsmittel und einer Zuleitung für einen flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbunden ist.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen Schachtofen und ein Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens zu schaffen, bei dem der Verbrauch an fossilem Brennstoff, insbesondere an Gießereikoks, reduziert wird.

[0006] Die Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

[0007] Erfindungsgemäß ist ein Schachtofen, insbesondere ein Kupolofen, zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes mit zumindest einer Düseneinrichtung vorgesehen. Die Düseneinrichtung umfasst, eine Austrittsdüse zum Ausgeben eines Restwindes, die an ihrem stromabwärtigen Ende mit einer Restwindleitung verbunden ist und eine Treibdüse zum Zuführen eines sauerstoffhaltigen Fördermediums, die an ihrem stromabwärtigen Ende mit einer Fördermediumleitung verbunden ist. Weiterhin ist eine mit der Fördermediumleitung oder der Treibdüse verbundene Injektorwindleitung vorgesehen. Ein Austrittsende der Treibdüse ist mit einer Injektorlanze versehen und die Injektorlanze ist in der Treibdüse derart angeordnet, dass die Austrittsdüse die Treibdüse konzentrisch umgibt. Die Treibdüse ist derart ausgebildet, dass in der Treibdüse das Fördermedium beschleunigt wird und ein Injektorwind mittels des bei der Beschleunigung des Fördermediums entstehenden Unterdrucks angesaugt und mit dem Fördermedium zu einem Treibdüsenstrom zusammengeführt wird, und dass der Treibdüsenstrom und ein Restwind in den Schachtofen geleitet werden. Erfindungsgemäß umfasst die Düseneinrichtung zumindest eine Brennstofflanze, die integraler Bestandteil der Düseneinrichtung ist und deren stromabwärtiges Ende mit einer Brennstoffleitung verbunden ist. Die Düseneinrichtung ist derart ausgebildet, dass der Treibdüsenstrom Brennstoff mitreißt, so dass sich der Treibdüsenstrom mit dem Restwind und mit dem Brennstoff vermischt und der daraus entstehende Treibdüsenstrom über die Düseneinrichtung in den Schachtofen eingedüst wird.

[0008] Unter dem Begriff Schachtofen wird z.B. ein Kupolofen verstanden, insbesondere ein Kupolofen zum Schmelzen von Grauguss oder Ferroguss. Aber auch andere Schachtofenanlagen zum Schmelzen von anderen metallischen Einsätzen, wie z. B. Kupfer oder auch zum Schmelzen von nichtmetallischen Materialien, beispielsweise zur Erzeugung von Mineralölwolle, können erfindungsgemäß betrieben werden.

[0009] Der Begriff Einsatzmaterial soll metallhaltige und nichtmetallische Chargen umfassen, die einem Schachtofen zum Schmelzen zugeführt werden. Wie bereits oben beschrieben fällt hierunter insbesondere der sogenannte Eisensatz oder kalte Satz, bestehend aus Roheisen, Gussbruch, Stahlschrott und/oder sonstigen eisenhaltigen Zuschlagstoffen. Je nach Art des Schachtofens sind aber auch kupferhaltige oder nicht-metallische Chargen als Einsatz denkbar.

[0010] Unter den Begriffen Wind, Restwind und Injektorwind werden dem Schachtofen zugeführte sauerstoffhaltige Gasströme, insbesondere heiße und/oder unter erhöhtem Druck zugeführte Luftströme verstanden.

[0011] Unter dem Begriff Fördermedium wird vorzugsweise ein sauerstoffhaltiger Gasstrom mit einem Sauerstoffgehalt von mehr als 90%, bzw. mehr als 95% und von vorzugsweise mehr als 99% verstanden. Es ist aber auch denkbar mit Sauerstoff angereicherte Luft als Fördermedium zu verwenden.

[0012] Besonders bevorzugt beträgt der Sauerstoffgehalt des aus der Zusammenführung von Fördermedium und Injektorwind resultierenden Treibdüsenstroms zwischen 25 Vol.-% und 65 Vol.-% bzw. zwischen 30 Vol.-% und 55 Vol.-% und insbesondere zwischen 35 Vol.-% und 45 Vol.-%. Über den Sauerstoffgehalt des Treibdüsenstroms kann die Verbrennung des fossilen Brennstoffs gesteuert werden. So kann beispielsweise durch Erhöhung des Sauerstoffgehalts des Treibdüsenstroms die Verbrennung sowohl des Gießereikokses als auch des über die Brennstofflanze zugeführten Brennstoffes intensiviert werden, wodurch die Temperatur der Verbrennungsgase erhöht wird und pro Zeiteinheit mehr fos-

siler Brennstoff verbrannt wird.

[0013] Erfindungsgemäß weist die Düseneinrichtung zumindest eine Brennstofflanze auf, die integraler Bestandteil der Düseneinrichtung ist und deren stromabwärtiges Ende mit einer Brennstoffleitung verbunden ist.

[0014] Der Sauerstoff der zur Verbrennung benötigt wird, wird dem Ofen als Treibdüsenstrom über die Treibdüse bzw. die Injektorlanze und als Restwind über die Austrittsdüse mit einem hohen Impuls zugeführt.

[0015] Der Brennstoff wird der Düseneinrichtung über die Brennstofflanze zugeführt und vom Treibdüsenstrom mitgerissen. Der Treibdüsenstrom weist einen hohen Impuls auf. Somit wird das Gemisch aus Treibdüsenstrom (Fördermedium und Injektorwind), Brennstoffstrom und Restwind mit einem hohen Impuls in den Ofen eingebracht. Dieses Gemisch wird im Folgenden als Düsenstrom bezeichnet.

[0016] Als flüssiger oder gasförmiger Brennstoff können kohlenwasserstoffhaltige Brennstoffe wie z.B. Erdgas, Propan, Butan, Methan, Biogase, Heizöl oder Rapsöl vorgesehen sein. Als fester Brennstoff kann bspw. Petrolkoks vorgesehen sein.

[0017] Durch die hohe Impulsrate und die hohe Fließgeschwindigkeit der Kohlenwasserstoffgase bzw. des Petrolkoks beim Austritt aus der Düseneinrichtung erfolgt eine hohe Eindringtiefe in den Kupolofen und somit eine optimale energetische Verwertung der eingesetzten Energieträger. Durch die Einbringung ins Zentrum des Ofens erfolgt eine bessere Durchmischung und Verteilung der Ofengase gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Anlagen. Mittels der erfindungsgemäßen Düseneinrichtung kann der Düsenstrom gezielt in bestimmte Bereiche des Ofens, vorzugsweise in Zentrum, eingebracht werden, wo die meiste Energie benötigt wird. Hierdurch kann die Umsetzung des fossilen Brennstoffes im Schachtofen deutlich besser gesteuert werden als bei den bisher bekannten Verfahren.

[0018] Die zum Schmelzen des Einsatzmaterials notwendige Energie wird nicht nur über den Gießereikoks sondern zusätzlich über den durch die Brennstofflanze zugeführten Brennstoff zugeführt. Auf diese Weise kann die Schmelzleistung optimiert und die Menge an Gießereikoks erheblich reduziert werden. Hierdurch ist eine Reduzierung des Verbrauches an Gießereikoks um bis zu 30% möglich. Hierdurch können die Kosten beim Schmelzen gesenkt werden, da die zukünftig zu erwartenden Rohstoffpreise des Gießereikoks über denen des über die Brennstofflanze zuzuführenden alternativen Brennstoffes liegen.

[0019] Die Verwendung eines alternativen Brennstoffs wie z.B. Petrolkoks ist mit den aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen nicht möglich, da der Gießereikoks nicht einfach durch Petrolkoks ersetzt werden kann. Dies liegt daran dass sich pulverförmiger Petrolkoks im Gegensatz zu Gießereikoks im Schachtofen nicht schichten lässt und somit keine tragende Säule ausbilden kann.

[0020] Mit der aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen wie z.B. der DE 10 2009 006 573 A1, die einen Brenner aufweist, können die oben beschriebenen Vorteile nicht erzielt werden, da der Brenner lediglich in den Randbereich des Ofens Energie einbringen kann. Dies liegt daran, dass der Brennstoff nicht zusammen mit einem Treibdüsenstrom mit einem hohen Impuls in den Ofen eingebracht wird sondern lediglich normale Brenner in den Austrittsdüsen angeordnet sind.

[0021] Durch die Zuführung des sauerstoffhaltigen Injektorwindes wird die Koksverbrennung und damit das Aufkohlen des schmelzflüssigen Eisens im Schachtofen optimiert. Durch einen höheren Anteil an technischem Sauerstoff im Injektorwind kommt es im Schachtofen zu einer verbesserten Energieumsetzung und somit zu höheren Schmelztemperaturen. Zudem werden durch den zusätzlichen Sauerstoff Sekundärreaktionen im Schachtofen, beispielsweise endotherme Reaktionen von überschüssigem Brennstoff mit Bestandteilen der Ofenatmosphäre, positiv beeinflusst.

[0022] Gemäß dem erfindungsgemäßen Kupolofen können zusätzlich zu den erfindungsgemäßen Düseneinrichtungen Windüsen vorgesehen sein, wobei die Düseneinrichtungen dann vorzugsweise in etwa im Bereich der Winddüsen angebracht sind.

[0023] Je nach Kupolofentyp und der daraus resultierenden Schmelzleistung variieren die Anzahl und Durchmesser Düseneinrichtungen, d.h. der Austritts- bzw. Winddüsen, der Injektorwindlanzen und der Brennstofflanzen. Basierend darauf erfolgt eine Berechnung über die zu substituierende Energiemenge mit dem Ziel, Injektorwindlanzen zu verwenden die bei einem Kaltluftstrom eine Strömungsgeschwindigkeit von 60 m/s bis 90 m/s aufweisen und bei einem Heißluftstrom eine Strömungsgeschwindigkeit von in etwa 150 m/s aufweisen.

[0024] Grundsätzlich gilt, je länger die Injektorlanze und evtl. die Brennstofflanze ist, bzw. je näher deren Austrittsenden am Austrittsende der Winddüse angeordnet sind, desto besser ist der Schutz gegen Rückbrand bzw. gegen Rückzündung. Vorzugsweise sind die Austrittsenden der Injektorlanze und der Brennstofflanze bündig zueinander angeordnet und in etwa um 100 mm bezüglich des Austrittsendes der Winddüse zurückversetzt.

[0025] Je kürzer die Injektorlanze und evtl. die Brennstofflanze sind, bzw. je weiter deren Austrittsenden vom Austrittsende der Winddüse angeordnet sind, desto besser ist die Vermischung von Treibdüsenstrom, Restwind und Brennstoff.

[0026] Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Brennstofflanze als Brennstofflanze zum Zuführen eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes ausgebildet.

[0027] Die Brennstofflanze zum Zuführen eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes ist vorzugsweise im Bereich der Injektorlanze und axial fluchtend in der Austrittsdüse derart angeordnet, dass ein Austrittsende der Brennstofflanze in etwa im Bereich des Austrittsendes der Injektorlanze angeordnet ist. Insbesondere können zwei Brennstofflanzen zum Zuführen eines flüssigen

oder gasförmigen Brennstoffes vorgesehen sein, die auf gegenüberliegenden Seiten der Injektorlanze angeordnet sind.

[0028] Nach dem ersten Aspekt hat die erfindungsgemäße Düseneinrichtung den Vorteil, dass durch die Integration der Brennstofflanze in eine oder mehrere Austritts- bzw. Winddüsen zusätzliche Kohlenwasserstoffe in den Kupolofen eingedüst werden können. Dies führt zu einer Verminderung des Gießereikokssatzes um 20% bis 30%.

[0029] Die Druckverhältnisse der einzudüsenden Kohlenwasserstoffgase müssen über dem im Kupolofen vorherrschenden Ofendruck liegen. Vorzugsweise ist hierbei ein Überdruck des gasförmigen oder flüssigen Brennstoffes von bis zu 500 mbar und insbesondere von 100 mbar gegenüber dem Ofendruck vorgesehen. Die Durchflussrate des Kohlenwasserstoffes bzw. durch die Brennstofflanze beträgt 20 Nm^3/h bis 50 Nm^3/h.

[0030] Nach einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Brennstofflanze als Brennstofflanze zum Zuführen eines festen Brennstoffes ausgebildet. Als fester Brennstoff ist insbesondere Petrolkoks vorgesehen.

[0031] Die Petrolkokslanze mündet vorzugsweise in die Injektorwindleitung im Bereich vor der Injektordüse. Auf diese Weise kann sich der pulverförmige eingedüste Petrolkoks innerhalb der Treibdüse mit dem technischen Sauerstoff und dem Injektorwind vermischen. Durch die Ankopplung einer Petrolkokslanze an die Injektorlanze kann feinst aufgeschlossener Petrolkoks in den Kupolofen eingedüst werden, was den Koksumsatz um bis zu 30% reduziert. Das Eindüsen des Petrolkoks erfolgt vorzugsweise nach dem Druckförderprinzip.

[0032] Zusätzlich kann der eingedüste Petrolkoks auch zur Aufkohlung des Gusseisens verwendet werden. Somit kann ggf. der Stahlschrottanteil im Einsatzmaterial gesteigert werden was die Wirtschaftlichkeit des Kupolofens zusätzlich verbessert, da Stahlschrott günstiger ist.

[0033] Der gemäß der vorliegenden Erfindung verwendete feinst aufgeschlossene Petrolkoks weist vorzugsweise einen mittleren Korndurchmessers von 30 μm bis 35 μm auf. Dieser ermöglicht durch sein optimales Verhältnis von Volumen zu Oberfläche einen direkten und somit effizienten Energieeintrag.

[0034] Die Einsatzmöglichkeit des Petrolkoks in den Injektorwind kann durch die Zündtemperatur des Petrolkokses beschränkt sein. Die Zündtemperatur des Petrolkokses beträgt in der Regel 420 °C bis 490 °C. Somit sollte die maximale Heißwindtemperatur etwa 300 °C betragen. Sollten höhere Heißwindtemperaturen erforderlich sein, dann sollte die Brennstofflanze zum Zuführen eines festen Brennstoffes im Bereich der Injektorlanze und axial fluchtend in der Austrittsdüse angeordnet werden, wobei das Austrittsende der Brennstofflanze in etwa im Bereich des Austrittsende der Injektorlanze angeordnet ist und die Injektorlanze die Brennstofflanze konzentrisch umgibt, um eine Entzündung des Petrolkokses in der Treibdüse und/oder der Injektorlanze zu verhindern.

[0035] Nach einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst die Düseneinrichtung zumindest eine Brennstofflanze zum Zuführen eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes und eine Brennstofflanze zum Zuführen eines festen Brennstoffes. Hierdurch lassen sich die Vorteile von flüssigen bzw. gasförmigen und festen Brennstoffen kombinieren. Die Anordnung der Brennstofflanzen kann gemäß den obigen Ausführungen erfolgen.

[0036] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens, insbesondere eines Kupolofens zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes, wird der Schachtofen durch Verbrennung eines Brennstoffes beheizt, wobei ein Fördermedium in einer Treibdüse beschleunigt und Injektorwind mittels des bei der Beschleunigung des Fördermediums bzw. des sauerstoffhaltigen Mediums entstehenden Unterdrucks angesaugt wird wodurch der Injektorwind sich mit dem sauerstoffhaltigen Medium vermischt und zu einem Treibdüsenstrom zusammengeführt wird. Der Treibdüsenstrom wird über eine Austrittsdüse zusammen mit Restwind in den Schachtofen geleitet, wobei vorgesehen ist, dass der Treibdüsenstrom mit einem Brennstoffstrom vermischt wird.

[0037] Durch den hohen Impuls des Treibdüsenstroms wird der Brennstoffstrom mitgerissen und mit dem Treibdüsenstrom sowie dem Restwind vermischt. Auf diese Weise wird der Düsenstrom mit einem hohen Impuls in den Ofen eingebracht.

[0038] Grundsätzlich gilt je höher die Temperatur des Windes ist desto höher muss die Geschwindigkeit bzw. der Druck des Windes sein, um die gleiche Menge an Sauerstoff aus dem Wind in die Düseneinrichtung einzubringen.

[0039] Die Geschwindigkeit des Restwindes in der Austrittsdüse beträgt vor der Vermischung in etwa 20 m/s. Die zugeführte Menge an Restwind beträgt in etwa 60 Vol.-% bis 85 Vol.-% der Gesamtwindmenge.

[0040] Die Geschwindigkeit des Treibdüsenstroms mit oder ohne festem Brennstoff in der Austrittsdüse beträgt vor der Vermischung in etwa 60 m/s bis 150 m/s.

[0041] Die Durchflussrate Geschwindigkeit des gasförmigen Brennstoffstroms in der Austrittsdüse beträgt vor der Vermischung in etwa 100 Nm^3/h.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen in:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Düseneinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in einer schematischen, seitlich geschnittenen Ansicht mit einer Brennstofflanze zum Zuführen eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes,

Fig. 2 eine Treibdüse mit Injektorlanze und zwei Brennstofflanzen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in einer Draufsicht von oben,

Fig. 3 die Injektorlanze mit den zwei Brennstofflanzen

und der Brennstoffzuführung in einer Detailansicht,

Fig. 4 eine erfindungsgemäße Düseneinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel in einer schematischen, seitlich geschnittenen Ansicht mit einer Brennstofflanze zum Zuführen eines festen Brennstoffes, und

Fig. 5 eine Treibdüse mit Injektorlanze und einer Brennstofflanze gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel in einer Draufsicht von oben.

[0042] Im Folgenden wird ein Schachtofen, insbesondere ein Kupolofen, zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3).

[0043] Der Kupolofen weist eine Düseneinrichtung 2 auf. Die Düseneinrichtung 2 umfasst eine Austrittsdüse 4, eine Treibdüse 8 mit Injektorlanze 19, wobei die Injektorlanze 19 derart in der Treibdüse 8 angeordnet ist, dass die Austrittsdüse 4 die Injektorlanze 19 konzentrisch umgibt. Zudem weist die Düseneinrichtung 2 eine Brennstofflanze 13 zum Zuführen eines flüssigen oder eines gasförmigen Brennstoffes auf.

[0044] Der Kupolofen ist konzentrisch von einer Windringleitung 3 umgeben. Die Windringleitung 3 ist zum Führen von Heißwind oder Kaltwind ausgebildet. Unter Heißwind wird unter Druck stehende heiße Luft verstanden.

[0045] Die Austrittsdüse 4 der Düseneinrichtung 2 ist in einer Seitenwandung 5 des Kupolofens angeordnet. Über eine Restwindleitung 6 ist die Austrittsdüse 4 zum Zuführen eines Restwindes mit der Windringleitung 3 verbunden.

[0046] An ein Austrittsende 18 der Treibdüse 8 ist die Injektorlanze 19 angeschlossen, die in der Austrittsdüse 4 angeordnet ist. Die Injektorlanze 19 erstreckt sich durch die Restwindleitung 6 in die Austrittsdüse 4 derart, dass die Austrittsdüse 4 die Injektorlanze konzentrisch umgibt. Die Treibdüse 8 bzw. Beschleunigungsdüse zum Ausbilden und Beschleunigen eines Treibdüsenstroms weist eine Treibdüsenkammer 9 auf in der vorzugsweise eine Lavaldüse 10 angeordnet ist. In die Treibdüsenkammer 8 mündet eine Injektorwindleitung 7 zum Zuführen eines Injektorwindes, die mit der Windringleitung 3 verbunden ist.

[0047] In die Injektorwindleitung 7 sind ein Ventil 11 und ein Mengenmessgerät 12 integriert.

[0048] An ein stromabwärtiges Ende 16 der Treibdüse 8 ist eine Sauerstoff- bzw. Fördermediumleitung 17 zum Zuführen eines sauerstoffhaltigen Fördermediums angeschlossen.

[0049] Vorzugsweise sind zwei Brennstofflanzen 20 vorgesehen. Die Brennstofflanzen 20 sind zum Zuführen eines gasförmigen oder flüssigen Brennstoffes ausgebildet. Als Brennstoff ist insbesondere Erdgas, Propan, Butan oder Methan vorgesehen.

[0050] Die beiden Brennstofflanzen 20 sind parallel zur Injektorlanze 19 angeordnet (Fig. 2). Sie erstrecken sich von außen durch die Restwindleitung 6 in axialer Richtung in die Austrittsdüse 4 derart, dass sie sind auf gegenüberliegenden Seiten der Injektorlanze 19 angeordnet sind. Ein stromabwärtiges Ende 15 der beiden Brennstofflanzen 13 ist über einen gemeinsamen u-förmigen Anschluss mit einer Brennstoffleitung 22 verbunden (Fig. 3).

[0051] Im Folgenden wird ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens, insbesondere eines Kupolofens 1 gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

[0052] Über die Restwindleitung 6 wird der Austrittsdüse 4 Wind aus der Windringleitung 3 zugeführt. Als Wind ist insbesondere heiße und/oder unter erhöhtem Druck zugeführte Luft vorgesehen. Je heißer die Luft ist desto höher ist die Strömungsgeschwindigkeit mit der sie der Austrittsdüse zugeführt wird.

[0053] Kalte Luft in einem Temperaturbereich von in etwa 10°C bis 30°C weist in der Austrittsdüse eine Windgeschwindigkeit von in etwa 20 m/s auf.

[0054] Heiße Luft mit einer Temperatur von in etwa 60°C bis 500°C weist in der Austrittsdüse eine Windgeschwindigkeit von in etwa 60 m/s bis 150 m/s auf.

[0055] Über die Fördermedium- bzw. Sauerstoffleitung 17 wird der Treibdüse 8 ein sauerstoffhaltiger Gasstrom zugeführt der vorzugsweise ein Sauerstoffgehalt von 99 Vol.-% aufweist. Der Sauerstoffstrom wird in der Treibdüsenkammer 9 durch die Lavaldüse 10 beschleunigt. Mittels des hierbei entstehenden Unterdrucks wird, bei geöffnetem Ventil 11, aus der Windringleitung 3 ein Injektorwind angesaugt. Dieser Injektorwind vermischt sich in der Treibdüsenkammer 9 bzw. in der Injektorlanze 19 mit dem Fördermedium zu einem Treibdüsenstrom.

[0056] Der Brennstoffstrom wird über eine Brennstoffleitung 22 den beiden Brennstofflanzen 20 zugeführt. Am Austrittsende der Brennstofflanzen 20 und am Austrittsende der Injektorlanze 19 im Bereich des Austrittsendes der Austrittsdüse 4 vermischt sich der Brennstoffstrom, welcher aus gasförmigen Kohlenwasserstoffen wie Erdgas, Butan oder Methan ausgebildet ist, mit dem Treibdüsenstrom und dem Restwind zu einem Düsenstrom. Der Düsenstrom wird dann dem Schachtofen zugeführt.

[0057] Der Brennstoff wird über die beiden Brennstofflanzen 20 mit einer Geschwindigkeit von in etwa 60 m/s bis 90 m/s ausgegeben.

[0058] Die Austrittsgeschwindigkeit des Düsenstroms, bestehend aus den gasförmigen Kohlenwasserstoffen, dem Treibdüsenstrom und dem Restwind beträgt in etwa 60 m/s bis 90 m/s. Durch den hohen Impuls des Brennstoff enthaltenden Düsenstroms werden die bereits oben beschriebenen Vorteile erzielt.

[0059] Im Folgenden wird der erfindungsgemäße Kupolofen mit einer Düseneinrichtung 2 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben. Gleiche Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Aus-

führungsbeispiel versehen. Sofern nichts anderes beschrieben ist, entspricht der Aufbau der Düseneinrichtung der im ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Düseneinrichtung.

[0060] Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist eine Brennstofflanze 13 vorgesehen, die zum Zuführen eines festen Brennstoffes ausgebildet. Als Brennstoff wird Petrolkoks verwendet.

[0061] Ein Austrittsende 14 der Brennstofflanze 13 zum Zuführen eines festen Brennstoffes mündet im Bereich der Treibdüse 8 in die Injektorwindleitung 7. Ein stromabwärtiges Ende 21 der Brennstofflanze 13 ist mit einer Brennstoffleitung 22 verbunden.

[0062] Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens, insbesondere eines Kupolofens anhand des zweiten Ausführungsbeispiels beschrieben.

[0063] Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel erfolgt die Zuführung von Restwind und Treibdüsenstrom gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0064] Weiterhin wird über die Brennstoffleitung 22 der Brennstofflanze 13 Petrolkoks nach dem Druckförderprinzip zugeführt. Der Petrolkoks gelangt zusammen mit dem Injektorwind durch den in der Treibdüse 10 vorherrschenden Unterdruck in die Treibdüsenkammer 9. Hierbei vermischt sich dieser mit dem Injektorwind und dem Sauerstoff bzw. Fördermedium zu einem mit Brennstoff versetzten Treibdüsenstrom.

[0065] Die Geschwindigkeit des mit Brennstoff versetzen Treibdüsenstrom beim Austritt aus der Injektorlanze 19 beträgt in etwa 60 m/s bis 90 m/s.

[0066] Im Bereich des Austrittsendes der Austrittsdüse 4 vermischt sich der mit Brennstoff angereicherte Treibdüsenstrom mit dem Restwind und strömt gemeinsam mit diesem als Düsenstrom aus der Düseneinrichtung 2 in Richtung Zentrum des Kupolofens.

[0067] Durch die hohe Impulsrate des Düsenstroms, mit dem darin enthaltenen Petrolkoks, erfolgt eine hohe Eindringtiefe in den Kupolofen und somit eine optimale energetische Verwertung sowohl des Gießereikokses als auch des Petrolkokses. Durch die Einbringung ins Zentrum des Ofens erfolgt eine ausgezeichnete Durchmischung und Verteilung der Ofengase.

[0068] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren kann vorgesehen sein, dass der Gesamtimpuls des von der Düseneinrichtung abgegebenen Düsenstroms bestehend aus Treibdüsenstrom, Brennstoffstrom und Restwind in etwa dem Impuls des aus dem Stand der Technik bekannten über die Austrittsdüsen abgegebenen Luft-Sauerstoffstroms entspricht. Da der von der Düseneinrichtung abgegebene Strom mit Petrolkoks versehen ist und somit eine höhere Masse gegenüber dem bekannten Luft-Sauerstoffstrom aufweist wird die Strömungsgeschwindigkeit um etwa 10 % bis 20 % gegenüber dem bekannten Luft-Sauerstoffstrom reduziert.

[0069] Gemäß einer alternativen Ausführungsform des ersten Ausführungsbeispiels kann auch nur eine Brennstofflanze 20 vorgesehen sein, die axial fluchtend in der Injektorlanze 19 derart angeordnet ist, dass die Injektorlanze 19 die Brennstofflanze 20 konzentrisch umgibt. Weiterhin ist auch denkbar, dass mehrere beispielsweise drei oder vier Brennstofflanzen 20 gleich beabstandet voneinander die Injektorlanze 19 konzentrisch umgebend angeordnet sind.

[0070] Gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung (nicht dargestellt) ist eine Kombination des ersten und des zweiten Ausführungsbeispiels vorgesehen.

[0071] Eine derartige Düseneinrichtung weist eine Brennstofflanze zum Zuführen eines festen Brennstoffes wie z. B. Petrolkoks auf, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel in die Injektorwindleitung im Bereich der Treibdüse 10 integriert ist. Zudem sind beispielsweise zwei Brennstofflanzen 20 vorgesehen, die gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel parallel zur Injektorlanze 19 sich in axialer Richtung erstreckend in der Austrittsdüse 4 angeordnet sind.

[0072] Eine derartige Düseneinrichtung 2 ermöglicht eine Zuführung von festem Brennstoff und/oder gasförmigem Kohlenwasserstoff. Hierbei können die jeweiligen bereits in der Beschreibungseinleitung beschriebenen Vorteile der beiden Vorrichtungen kombiniert werden.

[0073] Wenn bei einer Düseneinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel eine höhere Heißwindtemperatur als etwa 300°C vorgesehen werden soll, dann kann die Petrolkokslanze 20 auch axial fluchtend in der Injektorlanze 19 derart angeordnet werden, dass die Injektorlanze 19 die Brennstofflanze 20 konzentrisch umgibt. Auf diese Weise sind auch höhere Heißwindtemperaturen von in etwa 300°C bis 500°C möglich.

[0074] Die in den Ausführungsbeispielen beschriebenen Anordnungen der Brennstofflanzen 13, 20 sind beliebig miteinander kombinierbar. Somit können auch Düseneinrichtungen 2 ausbildet werden, die im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht explizit beschrieben wurden.

Bezugszeichenliste

[0075]

2 Düseneinrichtung
3 Windringleitung
4 Austrittsdüse
5 Seitenwandung
6 Restwindleitung
7 Injektorwindleitung
8 Treibdüse
9 Treidüsenkammer
10 Lavalldüse
11 Ventil
12 Mengenmessgerät
13 Brennstofflanze
14 Austrittsende
15 stromabwärtiges Ende
16 stromabwärtiges Ende

17 Sauerstoffleitung
18 Austrittsende
19 Injektorlanze
20 Brennstofflanze
21 stromabwärtiges Ende
22 Brennstoffleitung

Patentansprüche

1. Schachtofen, insbesondere ein Kupolofen, zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes mit zumindest einer Düseneinrichtung (2),
wobei die Düseneinrichtung (2) umfasst,
eine Austrittsdüse (4) zum Ausgeben eines Restwindes, die an ihrem stromabwärtigen Ende mit einer Restwindleitung (6) verbunden ist,
eine Treibdüse (8) zum Zuführen eines sauerstoffhaltigen Fördermediums, die an ihrem stromabwärtigen Ende mit einer Fördermediumleitung (17) verbunden ist,
eine mit der Fördermediumleitung (17) oder der Treibdüse (8) verbundene Injektorwindleitung (7),
wobei ein Austrittsende (18) der Treibdüse (8) mit einer Injektorlanze (19) versehen ist und die Injektorlanze (19) derart in der Austrittsdüse (4) angeordnet ist, dass die Austrittsdüse (4) die Injektorlanze (19) konzentrisch umgibt,
wobei die Treibdüse (8) derart ausgebildet ist, dass in der Treibdüse (8) das Fördermedium beschleunigt wird und ein Injektorwind mittels des bei der Beschleunigung des Fördermediums entstehenden Unterdrucks angesaugt und mit dem Fördermedium zu einem Treibdüsenstrom zusammengeführt wird, und dass der Treibdüsenstrom und ein Restwind in den Schachtofen geleitet werden,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Düseneinrichtung (2) zumindest eine Brennstofflanze (13, 20) umfasst, die integraler Bestandteil der Düseneinrichtung (2) ist und deren stromabwärtiges Ende (21) mit einer Brennstoffleitung (22) verbunden ist,
wobei die Düseneinrichtung derart ausgebildet ist, dass der Treibdüsenstrom Brennstoff mitreißt, so dass sich der Treibdüsenstrom mit dem Restwind und mit dem Brennstoff vermischt und der daraus entstehende Treibdüsenstrom über die Düseneinrichtung (2) in den Schachtofen eingedüst wird.

2. Schachtofen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstofflanze (13, 20) als Brennstofflanze zum Zuführen eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes, wie z.B. Erdgas, Butan oder Methan, ausgebildet ist.

3. Schachtofen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstofflanze (13, 20) als Brennstofflanze zum Zuführen eines festen Brennstoffes, insbesondere Petrolkoks, ausgebildet ist.

4. Schachtofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennstofflanze (13, 20) derart in der Injektorlanze (19) angeordnet ist, dass die Injektorlanze (19) die Brennstofflanze (20) konzentrisch umgibt.

5. Schachtofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Austrittsende der Injektorlanze (19) und/oder der Brennstofflanze (20) in axialer Richtung in etwa im Bereich des Austrittsendes der Austrittsdüse (4) oder in etwa mittig in der Austrittsdüse (4) oder am stromabwärtigen Ende der Austrittsdüse (4) angeordnet sind

6. Schachtofen nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Austrittsende der Brennstofflanze (13, 20) zum Zuführen eines festen Brennstoffes in die Sauerstoffleitung (17) oder in die Treibdüse (8) oder in die Injektorlanze (19) mündet.

7. Schachtofen nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehr Brennstofflanzen (13, 20) zum Zuführen eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes vorgesehen sind, die insbesondere auf gegenüberliegenden Seiten der Injektorlanze (19) vorzugsweise gleichbeabstandet voneinander angeordnet sind.

8. Schachtofen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düseneinrichtung (20) zumindest eine Brennstofflanze (13, 20) zum Zuführen eines flüssigen oder gasförmigen Brennstoffes und eine Brennstofflanze (13, 20) zum Zuführen eines festen Brennstoffes aufweist.

9. Verfahren zum Betreiben eines Schachtofens, insbesondere eines Kupolofens, zum Schmelzen eines metallhaltigen Einsatzes, wobei der Schachtofen durch Verbrennung eines Brennstoffs beheizt wird, und ein sauerstoffhaltiges Fördermedium in einer Treibdüse (8) beschleunigt wird, wobei Injektorwind mittels des bei der Beschleunigung des sauerstoffhaltigen Mediums entstehenden Unterdrucks angesaugt wird und sich mit dem sauerstoffhaltigen Medium vermischt und zu einem Treibdüsenstrom zusammengeführt wird, wobei der Treibdüsenstrom über eine Austrittsdüse (4) zusammen mit Restwind in den Schachtofen geleitet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Treibdüsenstrom und der Restwind mit einem Brennstoff vermischt und dem Schachtofen zugeführt werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Treibdüsenstrom mit einem festen Brennstoff, insbesondere Petrolkoks, im Bereich der Treibdüse (8) vermischt wird, wobei das daraus

resultierende Gemisch über eine Injektorlanze (19) abgegeben wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Treibdüsenstrom mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff im Bereich des Austrittsendes der Injektorlanze (19) vermischt wird, wobei als Brennstoff bspw. Erdgas, Butan oder Methan vorgesehen ist.

Claims

1. Shaft furnace, in particular a cupola furnace, for melting a metal-containing feedstock, with at least one nozzle device (2),
the nozzle device (2) comprising
an outlet nozzle (4) for discharging a residual blast, which is connected at its downstream end to a residual blast pipe (6),
a driving nozzle (8) for supplying an oxygen-containing conveying medium, which is connected at its downstream end to a conveying medium pipe (17);
an injector blast pipe (7) connected to the conveying medium pipe (17) or the driving nozzle (8),
wherein the outlet end (18) of the driving nozzle (8) is provided with an injector lance (19) and the injector lance (19) is arranged in the outlet nozzle (4) in such a way that the outlet nozzle (4) concentrically surrounds the injector lance (19), wherein the driving nozzle (8) is formed in such a way that, in the driving nozzle (8), the conveying medium is accelerated and an injector blast is sucked in by means of the negative pressure produced during the acceleration of the conveying medium and is brought together with the conveying medium to form a driving nozzle flow and that the driving nozzle flow and a residual blast are directed into the shaft furnace,
characterized
in that the nozzle device (2) comprises at least one fuel lance (13, 20), which is an integral part of the nozzle device (2) and the downstream end (21) of which is connected to a fuel pipe (22), wherein the nozzle device is formed in such a way that the driving nozzle flow entrains fuel, so that the driving nozzle flow mixes with the residual blast and with the fuel, and the resulting driving nozzle flow is injected into the shaft furnace via the nozzle device (2).

2. Shaft furnace according to Claim 1, **characterized in that** the fuel lance (13, 20) is formed as a fuel lance for supplying a liquid or gaseous fuel, such as for example natural gas, butane or methane.

3. Shaft furnace according to Claim 1, **characterized in that** the fuel lance (13, 20) is formed as a fuel lance for supplying a solid fuel, in particular petroleum coke.

4. Shaft furnace according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the fuel lance (13, 20) is arranged in the injector lance (19) in such a way that the injector lance (19) concentrically surrounds the fuel lance (20).

5. Shaft furnace according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the outlet end of the injector lance (19) and/or of the fuel lance (20) are arranged in the axial direction approximately in the region of the outlet end of the outlet nozzle (4) or approximately in the middle of the outlet nozzle (4) or at the downstream end of the outlet nozzle (4).

6. Shaft furnace according to Claim 3, **characterized in that** the outlet end of the fuel lance (13, 20) for supplying a solid fuel opens out into the oxygen pipe (17) or into the driving nozzle (8) or into the injector lance (19).

7. Shaft furnace according to Claim 2, **characterized in that** two or more fuel lances (13, 20) are provided for feeding a liquid or gaseous fuel, arranged in particular on opposite sides of the injector lance (19), preferably at an equal distance from one another.

8. Shaft furnace according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the nozzle device (20) has at least one fuel lance (13, 20) for supplying a liquid or gaseous fuel and a fuel lance (13, 20) for supplying a solid fuel.

9. Method for operating a shaft furnace, in particular a cupola furnace, for melting a metal-containing feedstock, wherein the shaft furnace is heated by burning a fuel, and an oxygen-containing conveying medium is accelerated in a driving nozzle (8), wherein an injector blast is sucked in by means of the negative pressure produced during the acceleration of the oxygen-containing medium and mixes with the oxygen-containing medium and is brought together to form a driving nozzle flow, wherein the driving nozzle flow is directed via an outlet nozzle (4) together with a residual blast into the shaft furnace, **characterized in that** the driving nozzle flow and the residual blast are mixed with a fuel and supplied to the shaft furnace.

10. Method according to Claim 9, **characterized in that** the driving nozzle flow is mixed with a solid fuel, in particular petroleum coke, in the region of the driving nozzle (8), wherein the resultant mixture is discharged via an injector lance (19).

11. Method according to Claim 9, **characterized in that** the driving nozzle flow is mixed with a liquid or gaseous fuel in the region of the outlet end of the injector lance (19), wherein natural gas, butane or methane

is provided for example as the fuel.

Revendications

1. Four à cuve, en particulier cubilot, pour la fusion d'une charge métallifère avec au moins un agencement de tuyère (2), dans lequel l'agencement de tuyère (2) comprend
une tuyère de sortie (4) pour expulser un vent résiduel, qui est raccordée à son extrémité aval à une conduite de vent résiduel (6),
un éjecteur (8) pour ajouter un fluide de transport contenant de l'oxygène, qui est raccordé à son extrémité aval à une conduite de fluide de transport (17),
une conduite de vent d'injecteur (7) raccordée à la conduite de fluide de transport (17) ou à l'éjecteur (8), dans lequel une extrémité de sortie (18) de l'éjecteur (8) est munie d'une lance d'injecteur (19) et la lance d'injecteur (19) est disposée dans la tuyère de sortie (4) de telle manière que la tuyère de sortie (4) entoure de façon concentrique la lance d'injecteur (19), dans lequel l'éjecteur (8) est configuré de telle manière que le fluide de transport soit accéléré dans l'éjecteur (8) et qu'un vent d'injecteur soit aspiré au moyen de la dépression causée par l'accélération du fluide de transport et soit réuni au fluide de transport en un courant d'éjecteur, et que le courant d'éjecteur et un vent résiduel soient conduits dans le four à cuve,
caractérisé en ce que
l'agencement de tuyère (2) comprend au moins une lance à combustible (13, 20), qui fait intégralement partie de l'agencement de tuyère (2) et dont l'extrémité aval (21) est raccordée à une conduite de combustible (22), dans lequel l'agencement de tuyère est configuré de telle façon que le courant d'éjecteur entraîne du combustible, de telle manière que le courant d'éjecteur se mélange avec le vent résiduel et avec le combustible et que le courant d'éjecteur ainsi formé soit injecté dans le four à cuve par l'agencement de tuyère (2).

2. Four à cuve selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la lance à combustible (13, 20) est constituée par une lance à combustible pour la fourniture d'un combustible liquide ou gazeux, comme par exemple du gaz naturel, du butane ou du méthane.

3. Four à cuve selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la lance à combustible (13, 20) est constituée par une lance à combustible pour la fourniture d'un combustible solide, en particulier du coke de pétrole.

4. Four à cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la lance à combustible (13, 20) est disposée dans la lance d'injecteur (19) de telle manière que la lance d'injecteur (19) entoure la lance à combustible (20) de façon concentrique.

5. Four à cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'extrémité de sortie de la lance d'injecteur (19) et/ou de la lance à combustible (20) sont disposées en direction axiale environ dans la région de l'extrémité de sortie de la tuyère de sortie (4) ou environ au centre dans la tuyère de sortie (4) ou à l'extrémité aval de la tuyère de sortie (4).

6. Four à cuve selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'extrémité de sortie de la lance à combustible (13, 20) pour la fourniture d'un combustible solide débouche dans la conduite d'oxygène (17) ou dans l'éjecteur (8) ou dans la lance d'injecteur (19).

7. Four à cuve selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**il est prévu deux ou plusieurs lances à combustible (13, 20) pour la fourniture d'un combustible liquide ou gazeux, qui sont disposées en particulier sur des côtés opposés de la lance d'injecteur (19) de préférence à équidistance l'une de l'autre.

8. Four à cuve selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'agencement de tuyère (20) présente au moins une lance à combustible (13, 20) pour la fourniture d'un combustible liquide ou gazeux et une lance à combustible (13, 20) pour la fourniture d'un combustible solide.

9. Procédé de conduite d'un four à cuve, en particulier d'un cubilot, pour la fusion d'une charge métallifère, dans lequel on chauffe le four à cuve par combustion d'un combustible, et on accélère un fluide de transport contenant de l'oxygène dans un éjecteur (8), dans lequel on aspire un vent d'injecteur au moyen de la dépression causée par l'accélération du fluide contenant de l'oxygène et on le mélange avec le fluide contenant de l'oxygène et on le réunit en un courant d'éjecteur, dans lequel on conduit le courant d'éjecteur dans le four à cuve en même temps que le vent résiduel par une tuyère de sortie (4), **caractérisé en ce que** l'on mélange le courant d'éjecteur et le vent résiduel avec un combustible et on les injecte dans le four à cuve.

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'on mélange le courant d'éjecteur avec un combustible solide, en particulier du coke de pétrole, dans la région de l'éjecteur (8), dans lequel on décharge le mélange ainsi obtenu au moyen d'une lance d'injecteur (19).

11. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce**

que l'on mélange le courant d'éjecteur avec un combustible liquide ou gazeux dans la région de l'extrémité de sortie de la lance d'injecteur (19), dans lequel il est prévu comme combustible par exemple du gaz naturel, du butane ou du méthane.

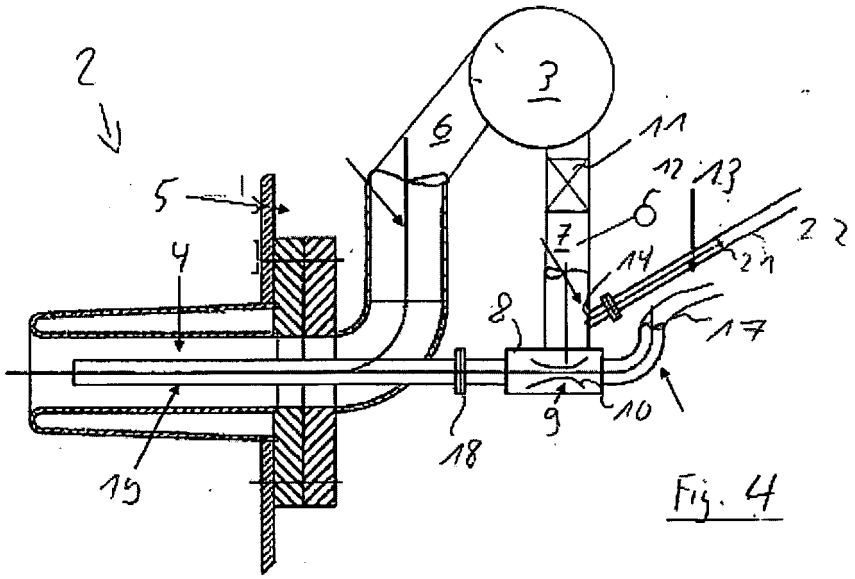


Fig. 4

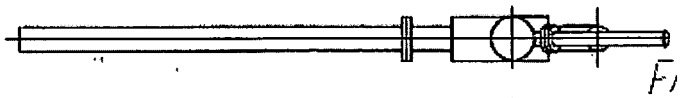


Fig. 5

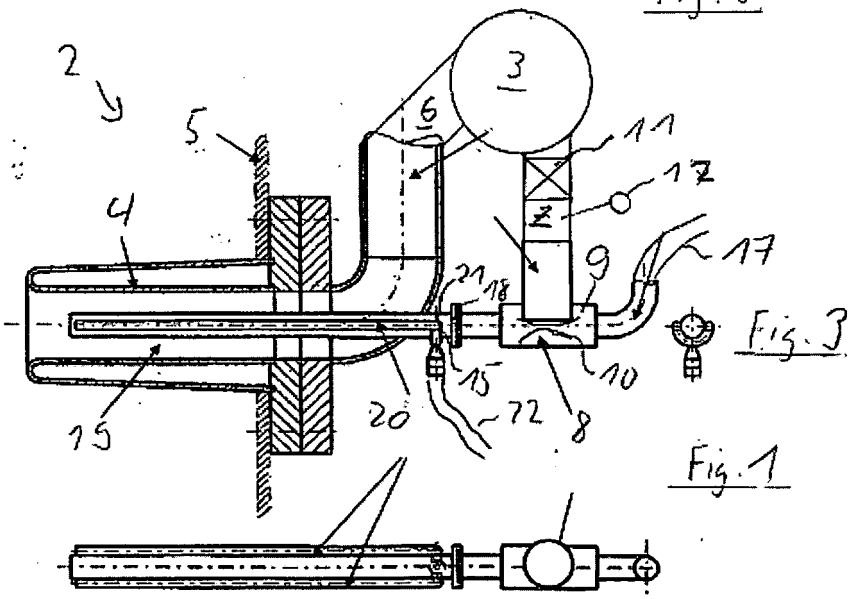


Fig. 3

Fig. 1

Fig. 2

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

- DE 102007025663 A1 **[0003]**
- DE 102005032444 A1 **[0003]**
- DE 102009006573 A1 **[0004] [0020]**