



(11) **EP 2 470 678 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.10.2016 Patentblatt 2016/41

(51) Int Cl.:
C21C 7/10 (2006.01) C22B 9/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10759802.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/005124

(22) Anmeldetag: **20.08.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/023337 (03.03.2011 Gazette 2011/09)

(54) **VORRICHTUNG ZUR ENTGASUNG EINER STAHLSCHELZE MIT EINEM VERBESSERTEN AUSLAUFRÜSSEL**

DEVICE FOR DEGASSING MOLTEN STEEL WITH AN IMPROVED DISCHARGE NOZZLE

DISPOSITIF DE DÉGAZAGE D'UNE MASSE D'ACIER EN FUSION COMPRENANT UN TUBE DE SORTIE AMÉLIORÉ

(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 SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **28.08.2009 DE 102009039260**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.07.2012 Patentblatt 2012/27

(73) Patentinhaber: **SMS group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **ODENTHAL, Hans-Jürgen**
40822 Mettmann (DE)
• **TEMBERGEN, Dieter**
47189 Duisburg (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2007/021207 JP-A- 1 275 715
JP-A- 5 214 426

- **RATHNER R ET AL: "ENTWICKLUNG VON SPUELEMENTEN FUER ENTGASUNGSGEFAESSE. DEVELOPMENT OF PURGE ELEMENTS FOR DEGASSING UNITS", RADEX RUNDSCHAU, GRAEFELFING, DE, Nr. 4, 1. Dezember 1990 (1990-12-01), Seiten 365-376, XP002056363,**
- **TEMBERGEN D ET AL: "Verbesserte Stahllaufsimulation beim RH-Prozess = Advanced fluid flow simulation for the RH process", STAHL UND EISEN, VERLAG STAHL EISEN, DUSSELDORF, DE, Bd. 129, Nr. 10, 15. Oktober 2009 (2009-10-15), Seiten 41-52, XP001556565, ISSN: 0340-4803**

EP 2 470 678 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Entgasung einer Stahlschmelze mit einem verbesserten Auslaufrüssel. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere eine besondere Form eines Auslaufrüssels zur Vermeidung von lokalen Totwassergebieten (dead water region) in einer Stahlgießpfanne. Die vorliegende Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zur Entgasung vom flüssigen Stahl mit dem verbesserten Auslaufrüssel.

[0002] Bei dem Verfahren zur Entgasung vom flüssigen Stahl handelt es sich um ein RH-Verfahren (Ruhrstahl-Heraeus Verfahren). Beim RH-Verfahren wird der flüssige Stahl aus einer Gießpfanne in einem Steigrohr in ein Evakuierungsgefäß befördert. Ein Fördergas, insbesondere Argon, wird über dem Stahlbadspiegel in das Steigrohr eingeführt. Der in das Steigrohr über mehrere Düsen injizierte Argonstrom zerfällt in eine Vielzahl von Argonblasen, die in unmittelbarer Wandnähe aufsteigen. Die Beförderung des flüssigen Stahls wird durch die Volumenvergrößerung durch Argon im Steigrohr und durch den Druckunterschied zwischen dem äußeren Luftdruck und dem Unterdruck im Evakuierungsgefäß ermöglicht. Die Argonblasen reißen die Schmelze mit und sorgen für einen gleichmäßigen Schmelzulauf. Der Partialdruck wird gleichzeitig gesenkt und die Entkohlungsreaktion beschleunigt. Der in das Evakuierungsgefäß eingesaugte Stahl wird zersprüht. Dadurch treten eine starke Oberflächenvergrößerung und eine gute Entgasung des flüssigen Stahls ein.

[0003] Sauerstoff, der während der gesamten Behandlungszeit gleichzeitig eingeführt und unter anderem aus der Schlacke nachgeliefert wird, führt zur Bildung von Kohlenmonoxid (CO). CO gast im Vakuumgefäß aus, wodurch die gewünschte Entkohlung erreicht wird. Die Feinentkohlung kann auf möglichst niedrige Werte durch zusätzlich eingeblasenen Sauerstoff optimiert werden. Eine hohe Umlaufgeschwindigkeit der Schmelze und damit eine Erhöhung des Fördergasstromes sowie eine Vergrößerung des Rüsseldurchmessers der Vakuumanlage führen zu einem schnelleren Entkohlungsablauf.

[0004] Aus DE 19511640 C1 ist ein Rüssel für ein Entgasungsgefäß mit einer feuerfesten Auskleidung und einer darin angeordneten Gasspüleinrichtung mit mehreren Kanälen bekannt. Die Kanäle sind über den Umfang des Rüssels verteilt und verlaufen, bezogen auf die Mittenlängsachse des Rüssels, durch die feuerfeste Auskleidung in radialer Richtung. Die Kanäle sind an der Außenseite an mindestens eine Gaszuführleitung anschließbar.

[0005] Die Kanäle sind zur Ausbildung eines nahezu kontinuierlichen Gasschleiers entlang der Innenwand des Rüssels in dichter Folge umlaufend angeordnet. Ein gleichmäßiger Strom von flüssigem Stahl wird bis ins Vakuumgefäß erreicht. Die über den gesamten Umfang verteilte, vorzugsweise feinblasige Gaszuführung ermöglicht eine besonders feine Verteilung des Behandlungsgases bei einem gleichzeitig stark erhöhten Reaktionsvolumen zwischen Behandlungsgas und Stahlschmelze. Auf diese Art und Weise lässt sich eine höhere und schnellere Entkohlungsleistung erzielen, so dass geringere Mengen an Reduktionsmedien notwendig sind.

[0006] Aus JP 6299227 A ist ein Verfahren zur Herstellung von Stahl mit sehr geringem Kohlenstoffanteil mit einer Entgasungsvorrichtung bekannt, wobei der Einlaufrüssel so positioniert ist, dass die Distanz zwischen der Achse des Einlaufrüssels und der Achse des Metallbades mindestens 10% des inneren Durchmessers des Metallbades beträgt.

[0007] Aus JP 1198418 A ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Vakuumentgasung von geschmolzenem Stahl bekannt, wobei sowohl in den Einlauf- und Auslaufrüssel Gas eingeleitet und abwechselnd die Funktion der Rüssel geändert werden kann.

[0008] Aus JP 57200514 A ist ein Verfahren zur Entgasung vom geschmolzenen Stahl bekannt, wobei die Entgasungswirkung durch eine Entgasung in einer RH-Vakuum Apparatur verbessert wird, in dem ein Inertgas in einen Stahlschmelzgefäß vom Boden eingeblasen wird.

[0009] Aus JP 3271315 A ist ein RH-Vakuum Entkohlungsverfahren von Edelstahl bekannt, wobei die Entgasung und Entkohlung in kurzer Zeit erreicht und der Chromverlust reduziert wird. Das Ergebnis wird durch die Verwendung von Stahl mit geringem Siliziumgehalt und durch wiederholte Entgasung und Entkohlungs Vorgänge mit einem RH-Vakuumgefäß erreicht.

[0010] Aus JP 2173204 A ist ein Vakuumgefäß für eine RH-Entgasungsvorrichtung bekannt, wobei ein Ultraschall Oszillator an einer Kontaktstelle mit dem flüssigen Stahl im Vakuumgefäß eingebaut wird, um Blasen zu zerstören, die durch die Gaseinblasung erzeugt werden und um die Reaktionsoberfläche an der Phasenreaktion zu verbessern.

[0011] Aus JP 11158536 A ist ein Verfahren zum Schmelzen von Stahl mit sehr niedrigem Kohlenstoffgehalt bekannt, wobei Inertgas durch das Einlaufrohr unter das zugesetzte Aluminium in das Gefäß beim Auslaufrüssel zum Umlauf nach der Entkohlung eingeblasen wird.

[0012] Aus JP 3107412 A ist ein Verfahren zur Herstellung von Stahl mit sehr niedrigem Kohlenstoffgehalt bekannt, wobei während der Entkohlung sowohl in das Einlauf- wie das Auslaufrohr zur gleichen Zeit Argon eingeblasen wird.

[0013] Ferner ist aus der JP 05214426 ein weiterer Entgasungsbehälter bekannt, bei welchem seitlich in einem Steigrohr und in einem Auslaufrohr jeweils mindestens eine Bohrung für eine Treibgasleitung eingebracht ist.

[0014] In der JP 01275715 ist eine Entgasungseinrichtung beschrieben, in deren Auslaufrohr Gaszuführöffnungen vorgesehen sind, mittels welchen ein Inertgas in die Stahlschmelze eingeblasen werden kann, um das Eindringen von Schlacke in die Stahlschmelze zu verhindern.

[0015] Es hat sich gezeigt und wird durch numerische Simulationen belegt, dass sich in der Stahlgießpfanne einer

RH-Anlage lokale Strömungsgebiete, sogenannte Totwassergebiete bilden, die sich relativ spät, erst nach etwa zwei Minuten mit der übrigen Schmelze vermischen.

[0016] Die im Stand der Technik bekannten Vorrichtungen und Verfahren weisen den Nachteil auf, dass sich Totwassergebiete in der Stahlgießpfanne bilden durch die die Homogenisierungszeit der Schmelze erhöht wird.

[0017] Ein Totwassergebiet bildet sich üblicherweise zwischen dem Auslaufrüssel und der Feuerfestwand der Gießpfanne. Durch den nach unten gerichteten Schmelzenstrahl aus dem Auslaufrüssel wird wenig Material aus der direkten Umgebung um den Auslaufrüssel her angesaugt. Folglich bleibt die Kohlenstoffkonzentration dort aufgrund der verzögerten Homogenisierung insgesamt auf einem hohen Niveau. Das Totwassergebiet vermischt sich schlecht mit der übrigen Schmelze, da die mittlere Strömungsgeschwindigkeit niedrig ist. Aufgrund des geringen Massen-, Impuls- und Energieaustausches zwischen dem Totwassergebiet mit hoher Kohlenstoffkonzentration und der übrigen Schmelze mit niedriger Kohlenstoffkonzentration muss die Pfannenschmelze häufig umgewälzt werden bis der gewünschte Endkohlenstoffgehalt erreicht ist. Da die Pfannenschmelze häufig umlaufen muss, ist die Behandlungszeit hoch.

[0018] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Entgasung einer Stahlschmelze mit einem verbesserten Auslaufrüssel bereitzustellen, der die Bildung von Totwassergebieten reduziert.

[0019] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes und zuverlässiges Verfahren zur Entgasung und / oder Entkohlung einer Stahlschmelze bereitzustellen, wobei die Bildung von Totwassergebieten reduziert wird.

[0020] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst, durch eine Vorrichtung, die mindestens ein Entgasungsgefäß, eine Stahlgießpfanne, einen Einlaufrüssel und eine darin angeordnete Gasspüleinrichtung und einen Auslaufrüssel umfasst. Der Auslaufrüssel weist an der Unterkante in radialer Richtung, bezogen auf die Mittenlängsachse des Auslaufrüssels, mindestens eine Bohrung auf, um eine kohlenstoffhaltige Schmelze aus einem Totwassergebiet zwischen dem Auslaufrüssel und der Pfannenzustellung anzusaugen und in den Abwärtsstrom des Auslaufrüssels zu leiten.

[0021] Die Vorrichtung ist bevorzugt eine RH-Anlage.

[0022] Als Folge eines sich einstellenden Venturi-Effekts wird die kohlenstoffhaltige Schmelze aus dem Totwassergebiet zwischen dem Auslaufrüssel und der Pfannenzustellung angesaugt und in den Abwärtsstrom des Auslaufrüssels geleitet.

[0023] Die Größe und die Anzahl der Bohrungen an der Unterkante des Auslaufrüssels sind abhängig von dem jeweiligen RH-Verfahren und müssen daran angepasst werden. Wesentliche Parameter sind die Geometrie und Eintauchtiefe der Ein- und Auslaufrüssel sowie der Unterdruck im RH-Vakuumgefäß.

[0024] Es muss verhindert werden, dass nicht zu viel Schmelze von Außerhalb in den Auslaufrüssel transportiert wird und dadurch möglicherweise oben schwimmende Schlacke von der freien Oberfläche der Stahlgießpfanne mit eingesaugt wird.

[0025] Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung, insbesondere der neuen Form des Auslaufrüssels wird das lokale Totwassergebiet in seinen Abmessungen reduziert. Die Behandlungs- und Umlaufzeit der Schmelze kann vorteilhaft verkürzt werden. Das führt zur vorteilhaften Senkung des Argonverbrauchs und zur weiteren Kostenreduktion. Die Produktivität der RH-Anlage wird gesteigert.

[0026] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist ein Auslaufrüssel, der mehrere Bohrungen im Umkreis von 360° aufweist. Der Auslaufrüssel weist besonders bevorzugt mehrere Bohrungen im Umkreis von 180° in Richtung der Feuerfestwand der Gießpfanne auf. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Auslaufrüssels werden die lokalen Totwassergebiete wirksam reduziert.

[0027] Die Größe und die Anzahl der Bohrungen sind von der Geometrie und Eintauchtiefe des Auslaufrüssels sowie dem Unterdruck im Evakuierungsgefäß abhängig.

[0028] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist ein Auslaufrüssel, wobei die Bohrungen einen Durchmesser von 10 mm bis 50 mm, bevorzugt 25 mm bis 35 mm aufweisen. Bei diesen Durchmessern für die Bohrungen werden gute Ergebnisse bei der Totwasserreduzierung erzielt.

[0029] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist ein Auslaufrüssel, dessen Eintauchtiefe in der Stahlschmelze der Gießpfanne von 300 mm bis 1200 mm, bevorzugt 400 mm bis 1000 mm beträgt. In diesem Bereich für die Eintauchtiefe werden gute Ergebnisse bei der Totwasserreduzierung erzielt.

[0030] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist ein Auslaufrüssel, wobei eine oder mehrere Bohrungen 50 mm bis 900 mm, bevorzugt 100 mm bis 700 mm, oberhalb der Unterkante des Auslaufrüssels angeordnet sind. Dadurch wird der vertikale Abstand zwischen den Bohrungen und der Pfannenschlacke möglichst groß. Es wird verhindert, dass Pfannenschlacke in den Auslaufrüssel angesaugt wird.

[0031] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist ein Auslaufrüssel, wobei sich Bohrungen in einer Bohrungsreihe oder in mehreren übereinander liegenden Bohrungsreihen am Auslaufrüssel befinden. Bevorzugt sind eine oder zwei übereinander liegende Bohrungsreihen am Auslaufrüssel.

[0032] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird durch ein Verfahren zur Entgasung einer Stahlschmelze gelöst, wobei

- a) ein Fördergas, insbesondere Argon, über dem Stahlbadspiegel in einen Einlaufrüssel eingeleitet wird,

- b) flüssiger Stahl aus einer Gießpfanne in den Einlaufrüssel gesogen wird
- c) flüssiger Stahl aus dem Einlaufrüssel in ein darüber befindliches Evakuierungsgefäß befördert wird,
- d) flüssiger Stahl entgast und entkohlt wird und
- e) flüssiger Stahl über einen Auslaufrüssel in die Gießpfanne befördert wird,

5 wobei der Auslaufrüssel an der Unterkante in radialer Richtung, bezogen auf die Mittenlängsachse des Auslaufrüssels, mindestens eine Bohrung aufweist, durch welche eine kohlenstoffhaltige Schmelze aus einem Totwassergebiet zwischen dem Auslaufrüssel und der Pfannenzustellung angesaugt und in den Abwärtsstrom des Auslaufrüssels geleiten wird.

10 **[0033]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird weiter durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Auslaufrüssels in einer RH-Anlage zur Reduzierung von lokalen Totwassergebieten in einer Gießpfanne gelöst. Durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Auslaufrüssels werden lokale Totwassergebiete wirksam reduziert.

[0034] Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung weiter im Einzelnen erläutert. In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

15 **[0035]** Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine RH-Anlage nach dem Stand der Technik ohne Bohrungen im Auslaufrüssel und mit einem lokalen Totwassergebiet zwischen dem Auslaufrüssel und der Feuerfestwand der Gießpfanne,

20 Fig. 2 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße RH-Anlage mit Bohrungen im Auslaufrüssel und mit reduziertem lokalen Totwassergebiet zwischen dem Auslaufrüssel und der Feuerfestwand der Gießpfanne,

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße RH-Anlage im Ruhezustand und

25 Fig. 4 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße RH-Anlage im Betriebszustand.

30 **[0036]** Die in Fig. 1 dargestellte RH-Anlage I weist eine Stahlgießwanne 3 mit einem Volumen von 200 t auf. Die Eintauchtiefe des Auslaufrüssels 1 and des Einlaufrüssels 4 betrug jeweils 600 mm. Die Prozesszeit betrug 85 s. In der RH-Anlage wurden folgende Verfahrensschritte durchgeführt. Argon 5 wurde über dem Spiegel des Stahlbads 10 in den Einlaufrüssel 4 eingeführt. Der flüssige Stahl 10 wurde aus der Gießpfanne 3 in den Einlaufrüssel 4 gesogen. Der flüssige Stahl 10 wurde aus dem Einlaufrüssel 4 in das darüber befindliche Evakuierungsgefäß 2 befördert. Der flüssige Stahl 10 wurde im Evakuierungsgefäß 2 entgast. Der flüssige Stahl 10 wurde über den Auslaufrüssel 1 wieder in die Gießpfanne 3 befördert. Ein lokales Totwassergebiet 9 bildete sich zwischen dem Auslaufrüssel 4 und der Feuerfestwand 8 der Gießpfanne 3 aus. Durch den nach unten gerichteten Schmelzenstrahl aus dem Auslaufrüssel 4 wurde wenig Stahlschmelze 10 aus der direkten Umgebung um den Auslaufrüssel 1 her angesaugt. Folglich blieb die Kohlenstoffkonzentration im Totwassergebiet 9 aufgrund der verzögerten Homogenisierung insgesamt auf einem hohen Niveau. Das Totwassergebiet 9 vermischte sich schlecht mit der übrigen Schmelze 10, da die mittlere Strömungsgeschwindigkeit niedrig war. Die Verfahrensdauer war hoch.

35 **[0037]** Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße RH-Anlage I mit Bohrungen 7 im Auslaufrüssel 1 und mit stark reduzierten lokalen Totwassergebiet 9 zwischen dem Auslaufrüssel 1 und Feuerfestwand 8 der Gießpfanne 3. Der Verfahrensablauf war wie im Beispiel in Fig. 1 mit den folgenden Unterschieden. Der Auslaufrüssel 1 wies mehrere Bohrungen 7 in radialer Richtung auf, bezogen auf die Mittenlängsachse 6 des Auslaufrüssels 1 auf der Seite hin zur Feuerfestwand 8 der Gießpfanne 3. Die Bohrungen 7 waren 150 mm oberhalb der Unterkante des Auslaufrüssels 1 angeordnet. Die Eintauchtiefe des Auslaufrüssels $H_{snorkel}$ betrug 400 mm. Stahlschmelze 10 wurde aus der direkten Umgebung um den Auslaufrüssel 1 her angesaugt. Die Homogenisierung in der Stahlschmelze 10 erfolgte schneller. Folglich sank die Kohlenstoffkonzentration im Totwassergebiet 9. Die Verfahrensdauer wurde dadurch stark verringert.

40 **[0038]** Figures 3 und 4 verdeutlichen das folgende Beispiel. Zunächst werden die Geometrie einer RH-Anlage in Tabelle 1 und die physikalischen Größen in Tabelle 2 erläutert.

Tabelle 1

50

Geometrie der RH-Anlage		Messung	Einheit
H_{melt}	Abstand von der Unterkante des Entgasungsgefäßes bis zum Gaseinlauf	1.350	Meter
D_1	Durchmesser des Entgasungsgefäßes	2.200	Meter
D_{2a}	Aussendurchmesser des Einlaufrüssels und des Auslaufrüssels	1.294	Meter
D_{2i}	Innendurchmesser des Einlaufrüssels und des Auslaufrüssels	0.650	Meter
D_3	Durchmesser der Gießpfanne	3.396	Meter

55

EP 2 470 678 B1

(fortgesetzt)

Geometrie der RH-Anlage		Messung	Einheit
H_{snorkel}	Eintauchtiefe des Auslauf­rüssels	0.6	Meter
h_{nozzel}	Abstand der Bohrung von der Unter­kante des Auslauf­rüssels	0.275	Meter

Tabelle 2

Physikalische Größen		Messung	Einheit
P_0	Druck in der Gieß­pfanne im Ruhe­zustand	100.000	Pa
P_{RH}	Druck im Entgasungs­gefäß	200	Pa
r_{ho}	Dichte der Schmelze	6930 - 7050	Kg/m ³
T	Temperatur der Schmelze	1600	°C

[0039] Der Unterdruck im RH-Gefäß wird allmählich reduziert, zum Beispiel von anfangs 250 mbar bis herunter auf 2 mbar innerhalb von etwa 6 min. Der Druck von 2 mbar ist dann auch der tiefste Druck im RH-Gefäß, insbesondere direkt oberhalb der Schmelzenoberfläche im RH-Gefäß.

[0040] Die Zykluszeit beträgt in einer RH-Anlage etwa 10 min bis 50 min. Die Homogenisierungszeit beträgt in der Schmelze bei einem Auslauf­rüssel ohne Bohrungen etwa 90 s bis 480 s. Die Homogenisierungszeit beträgt in der Schmelze bei einem Auslauf­rüssel mit Bohrungen etwa 85 s bis 456 s. Das bedeutet eine Reduzierung der Zykluszeit um etwa 5 %.

[0041] Die Anzahl n der Bohrungen beträgt bevorzugt 3 bis 9. Die Zahl ist bevorzugt ungerade, da zentrale Bohrung auf der Achse, daher im engsten Spalt zwischen Pfannenausmauerung und Rüssel liegen sollte.

[0042] Der Winkel α zwischen den Bohrungen ist abhängig von der Anzahl n der Bohrungen. Bei bis zu 3 Bohrungen beträgt $\alpha = 10^\circ$ bis 20° . Dadurch erfolgt eine gezielte Absaugung des Totwassers aus dem Bereich zwischen Pfannen­zustellung und Rüsselwand. Bei bis zu 9 Bohrungen beträgt $\alpha = 7.5^\circ - 11.25^\circ$. Dies entspricht dann einem abgedeckten Bereich von 60° bis 90° .

[0043] Der bevorzugte Bohrungsdurchmesser liegt bei 10 mm bis 50 mm.

[0044] Bei einer üblichen Eintauchtiefe des Auslauf­rüssels von $H_{\text{snorkel}} = 600$ m, sollte die Bohrungsreihe maximal 300 mm oberhalb der Austrittsöffnung des Auslauf­rüssels positioniert sein. Die Bohrungsreihe in vertikaler Richtung soll nicht näher als 300 mm unterhalb der Schmelzenoberfläche in der Stahlgieß­pfanne sein, sonst besteht die Gefahr, dass Schlacke von der Oberfläche mit angesaugt wird.

[0045] Bei Eintauchtiefen größer als 600 mm können alternativ auch zwei oder mehr Bohrungsreihen übereinander angeordnet werden, siehe Tabelle 2.

[0046] Vorteilhaft ist auch eine einzige, vertikale Bohrungsreihe im Raum zwischen Rüsselaußenwand und Feuer­festzustellung der Pfanne. Auf diese Weise wird das gesamte Totraummaterial, das sich hauptsächlich hier sammelt, sehr gezielt in den Rüssel angesaugt.

[0047] Weiterhin können die Bohrungen im Auslauf­rüssel auch zwischen den beiden Rüsseln angeordnet werden, da sich auch in diesem Bereich beruhigtes Schmelzenmaterial sammelt.

[0048] Charakteristische Parameter bei Variation der Eintauchtiefe des Auslauf­rüssels am Beispiel des Rüssel-Innen­durchmessers $D_1 = 650$ mm und dem Unterdruck im RH-Gefäß 2 mbar gehen aus Tabelle 3 hervor.

Tabelle 3

Eintauchtiefe ^{E)}	Anzahl ^{A)}	Abstand ^{V)}	Anzahl ^{B)}	Winkel ^{W)}	Bohrungsdurchmesser ^{D)}
H_{snorkel} in mm	m	H in mm	N	α in°	D in mm
400	1	100	3	10	30
600	1	300	5	15	30
800	2	200 500	3 5	10 15	30
1000	2	100 400	3 5	10 10	30

EP 2 470 678 B1

(fortgesetzt)

Eintauchtiefe ^{E)}	Anzahl ^{A)}	Abstand ^{V)}	Anzahl ^{B)}	Winkel ^{W)}	Bohrungsdurchmesser ^{D)}
		700	5	15	

E) Eintauchtiefe des Auslaufrüssels
 A) Anzahl der übereinander liegenden Bohrungsreihen am Auslaufrüssel
 V) Vertikaler Abstand zwischen der Rüssel-Unterkante und den Bohrungsreihen
 B) Anzahl der Bohrungen
 W) Winkel zwischen den Bohrungen
 D) Bohrungsdurchmesser

Bezugszeichenliste

15 **[0049]**

1	I	RH-Entgasungsanlage
	1	Auslaufrüssel
	2	Evakuierungsgefäß / Vakuumsgefäß
20	3	Gießpfanne / Stahlgießpfanne / Schmelzgefäß
	4	Einlaufrüssel / Steigrohr
	5	Gasspüleinrichtung / Inertgas / Argon
	6	Mittenlängsachse
	7	Bohrung
25	8	Feuerfestwand
	9	Totwassergebiet
	10	Stahlschmelze
	P_0	Druck in der Gießpfanne im Ruhezustand
	P_{RH}	Druck im Entgasungsgefäß
30	H_{melt}	Abstand von der Unterkante des Entgasungsgefäßes bis zum Gaseinlauf
	D_1	Durchmesser des Entgasungsgefäßes
	D_{2a}	Aussendurchmesser des Einlaufrüssels und des Auslaufrüssels
	D_{2i}	Innendurchmesser des Einlaufrüssels und des Auslaufrüssels
	D_3	Durchmesser der Gießpfanne
35	ρ	Dichte der Schmelze
	$H_{snorkel}$	Eintauchtiefe des Auslaufrüssels
	h_{nozzel}	Abstand der Bohrung von der Unterkante des Auslaufrüssels
	H	Abstand von der Unterkante des Entgasungsgefäßes und Schmelzspiegel
	Z_1	Anstieg der Schmelze
40	ΔZ	Abstand von der Unterkante des Entgasungsgefäßes und Gaseinlauf
	T	Temperatur der Schmelze

Patentansprüche

- 45
1. Vorrichtung zur Entgasung einer Stahlschmelze, umfassend ein Evakuierungsgefäß (2), eine Gießpfanne (3), einen Einlaufrüssel (4) mit einer darin angeordneten Gasspüleinrichtung (5) und einen Auslaufrüssel (1), wobei der Auslaufrüssel (1) an der Unterkante in radialer Richtung, bezogen auf die Mittenlängsachse (6) des Auslaufrüssels (1), mindestens eine Bohrung (7) aufweist, um eine kohlenstoffhaltige Schmelze aus einem Totwassergebiet (9) zwischen dem Auslaufrüssel (1) und der Pfannenzustellung anzusaugen und in den Abwärtsstrom des Auslaufrüssels (1) zu leiten.
 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Auslaufrüssel (1) mehrere Bohrungen (7) aufweist.
 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Auslaufrüssel (1) mehrere Bohrungen (7) im Umkreis von 360° aufweist.
 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Auslaufrüssel (1) mehrere Bohrungen (7) im Umkreis von
- 50
- 55

EP 2 470 678 B1

180° in Richtung der Feuerfestwand (9) der Gießpfanne (3) aufweist.

- 5
- 6
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Bohrungen (7) einen Durchmesser von 10 mm bis 50 mm aufweisen.
 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Bohrungen (7) einen Durchmesser von 25 mm bis 35 mm aufweisen.
 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Eintauchtiefe des Auslaufrüssels (7) in der Stahlschmelze (10) in der Gießpfanne (3) von 300 mm bis 1200 mm beträgt.
 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Eintauchtiefe des Auslaufrüssels (7) in der Stahlschmelze (10) in der Gießpfanne (3) von 400 mm bis 1000 mm beträgt.
 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei eine oder mehrere Bohrungen (7) 50 mm bis 900 mm oberhalb der Unterkante des Auslaufrüssels (1) angeordnet sind.
 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei eine oder mehrere Bohrungen (7) 100 mm bis 700 mm oberhalb der Unterkante des Auslaufrüssels (1) angeordnet sind.
 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei sich Bohrungen (7) in einer Bohrungsreihe oder in mehreren übereinander liegenden Bohrungsreihen am Auslaufrüssel (1) befinden.
 12. Verfahren zur Entgasung einer Stahlschmelze, wobei
 - a) ein Fördergas, insbesondere Argon, über dem Stahlbadspiegel in einen Einlaufrüssel (4) eingeleitet wird,
 - b) flüssiger Stahl (10) aus einer Gießpfanne (3) in den Einlaufrüssel (4) geleitet wird
 - c) flüssiger Stahl (10) aus dem Einlaufrüssel (4) in ein darüber befindliches Evakuierungsgefäß (2) befördert wird,
 - d) flüssiger Stahl (10) entgast wird und
 - e) flüssiger Stahl (10) über einen Auslaufrüssel (1) in die Gießpfanne (3) befördert wird, wobei der Auslaufrüssel (1) an der Unterkante in radialer Richtung, bezogen auf die Mittenlängsachse (6) des Auslaufrüssels (1), mindestens eine Bohrung (7) aufweist, durch welche eine kohlenstoffhaltige Schmelze aus einem Totwassergebiet (9) zwischen dem Auslaufrüssel (1) und der Pfannenzustellung angesaugt und in den Abwärtsstrom des Auslaufrüssels (1) geleitet wird.
 13. Verwendung eines Auslaufrüssels nach einem der Ansprüche 1 bis 11 in einer RH-Anlage zur Reduzierung von lokalen Totwassergebieten (9) in einer Gießpfanne (3).

Claims

- 40
- 45
- 50
- 55
1. Device for degassing a steel melt, comprising an evacuation vessel (2), a casting ladle (3), an inlet nozzle (4) with a gas flushing device (5) arranged therein and an outlet nozzle (1), wherein the outlet nozzle (1) has at the lower edge in radial direction referred to the centre longitudinal axis (6) of the outlet nozzle (1) at least one bore (7) so as to suck up melt with carbon content from a deadwater region (9) between the outlet nozzle (1) and the ladle infeed and to conduct it into the downward flow of the outlet nozzle (1).
 2. Device according to claim 1, wherein the outlet nozzle (1) has a plurality of bores (7).
 3. Device according to claim 1 or 2, wherein the outlet nozzle (1) has a plurality of bores (7) in the surrounding area of 360°.
 4. Device according to any one of claims 1 to 3, wherein the outlet nozzle (1) has a plurality of bores (7) in the surrounding area of 180° in the direction of the refractory wall (9) of the casting ladle (3).
 5. Device according to any one of claims 1 to 4, wherein the bores (7) have a diameter of 10 millimetres to 50 millimetres.
 6. Device according to claim 5, wherein the bores (7) have a diameter of 25 millimetres to 35 millimetres.

EP 2 470 678 B1

7. Device according to any one of claims 1 to 6, wherein the immersion depth of the outlet nozzle (7) in the steel melt (10) in the casting ladle (3) is from 300 millimetres to 1200 millimetres.
- 5 8. Device according to claim 7, wherein the immersion depth of the outlet nozzle (7) in the steel melt (10) in the casting ladle (3) is from 400 millimetres to 1000 millimetres.
9. Device according to any one of claims 1 to 8, wherein one or more bores (7) are arranged 50 millimetres to 900 millimetres above the lower edge of the outlet nozzle (1).
- 10 10. Device according to claim 9, wherein one or more bores (7) are arranged 100 millimetres to 700 millimetres above the lower edge of the outlet nozzle (1).
11. Device according to any one of claims 1 to 10, wherein bores (7) are disposed in a bore row or in a plurality of bore rows, which lie one above the other, at the outlet nozzle (1).
- 15 12. Method for degassing a steel melt, wherein
- a) a conveying gas, particularly argon, is introduced above the surface of the steel bath in an inlet nozzle (4),
b) liquid steel (10) is conducted from a casting ladle (3) into the inlet nozzle (4),
20 c) liquid steel (10) is conveyed from the inlet nozzle (4) into an evacuation vessel (2) disposed thereabove,
d) liquid steel (10) is degassed and
e) liquid steel (10) is conveyed by way of an outlet nozzle (1) into the casting ladle (3), wherein the outlet nozzle (1) has at the lower edge in radial direction referred to the centre longitudinal axis (6) of the outlet nozzle (1) at
25 least one bore (7) through which a melt with carbon content is sucked up from a deadwater region (9) between the outlet nozzle (1) and the ladle infeed and conducted into the downward flow of the outlet nozzle (1).
13. Use of an outlet nozzle according to any one of claims 1 to 11 in an RH plant for reduction of local deadwater regions (9) in a casting ladle (3).

30

Revendications

- 35 1. Dispositif pour le dégazage d'acier liquide, comprenant un récipient d'évacuation (2), une poche de coulée (3), une buse d'entrée (4) dans laquelle est disposé un mécanisme de balayage au gaz (5), et une buse de sortie (1), la buse de sortie (1) présentant, sur son bord inférieur en direction radiale, par rapport à l'axe longitudinal médian (6) de la buse de sortie (1), au moins un alésage (7) pour aspirer une masse fondue carbonée à partir d'une section morte de courant (9) entre la buse de sortie (1) et le revêtement de la poche et la guider dans le courant d'évacuation de la buse de sortie (1).
- 40 2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la buse de sortie (1) présente plusieurs alésages (7).
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la buse de sortie (1) présente plusieurs alésages (7) dans un rayon de 360°.
- 45 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la buse de sortie (1) présente plusieurs alésages (7) dans un rayon de 180° dans la direction de la paroi réfractaire (9) de la poche de coulée (3).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les alésages (7) présentent un diamètre de 10 mm à 50 mm.
- 50 6. Dispositif selon la revendication 5, dans lequel les alésages (7) présentent un diamètre de 25 mm à 35 mm.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la profondeur de pénétration de la buse de sortie (7) dans l'acier liquide (10) dans la poche de coulée (3) s'élève de 300 mm à 1200 mm.
- 55 8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel la profondeur de pénétration de la buse de sortie (7) dans l'acier liquide (10) dans la poche de coulée (3) s'élève de 400 mm à 1000 mm.

EP 2 470 678 B1

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel un ou plusieurs alésages (7) sont disposés à une distance de 50 mm à 900 mm au-dessus du bord inférieur de la buse de sortie (1).

5 10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel un ou plusieurs alésages (7) sont disposés à une distance de 100 mm à 700 mm au-dessus du bord inférieur de la buse de sortie (1).

10 11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel des alésages (7) sont disposés en une rangée d'alésages ou en plusieurs rangées d'alésages disposées les unes par dessus les autres, sur la buse de sortie (1).

12. Procédé pour le dégazage d'acier liquide, dans lequel :

a) on introduit un gaz de transport, en particulier de l'argon, au-dessus du niveau du bain d'acier dans une buse d'entrée (4);

15 b) on guide l'acier liquide (10) à partir d'une poche de coulée (3) jusque dans la buse d'entrée (4) ;

c) on transporte l'acier liquide (10) à partir de la buse d'entrée (4) dans un récipient d'évacuation (2) se trouvant par-dessus ;

d) on dégaze l'acier liquide (10) ; et

20 e) on transporte l'acier liquide (10) via une buse de sortie (1) jusque dans la poche de coulée (3), la buse de sortie (1) présentant, sur son bord inférieur en direction radiale, par rapport à l'axe longitudinal médian (6) de la buse de sortie (1), au moins un alésage (7) par lequel on aspire une masse fondue carbonée à partir d'une section morte de courant (9) entre la buse de sortie (1) et le revêtement de la poche et on la guide dans le courant d'évacuation de la buse de sortie (1).

25 13. Utilisation d'une buse de sortie selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans une installation RH pour la réduction de sections mortes locales de courant (9) dans une poche de coulée (3).

30

35

40

45

50

55

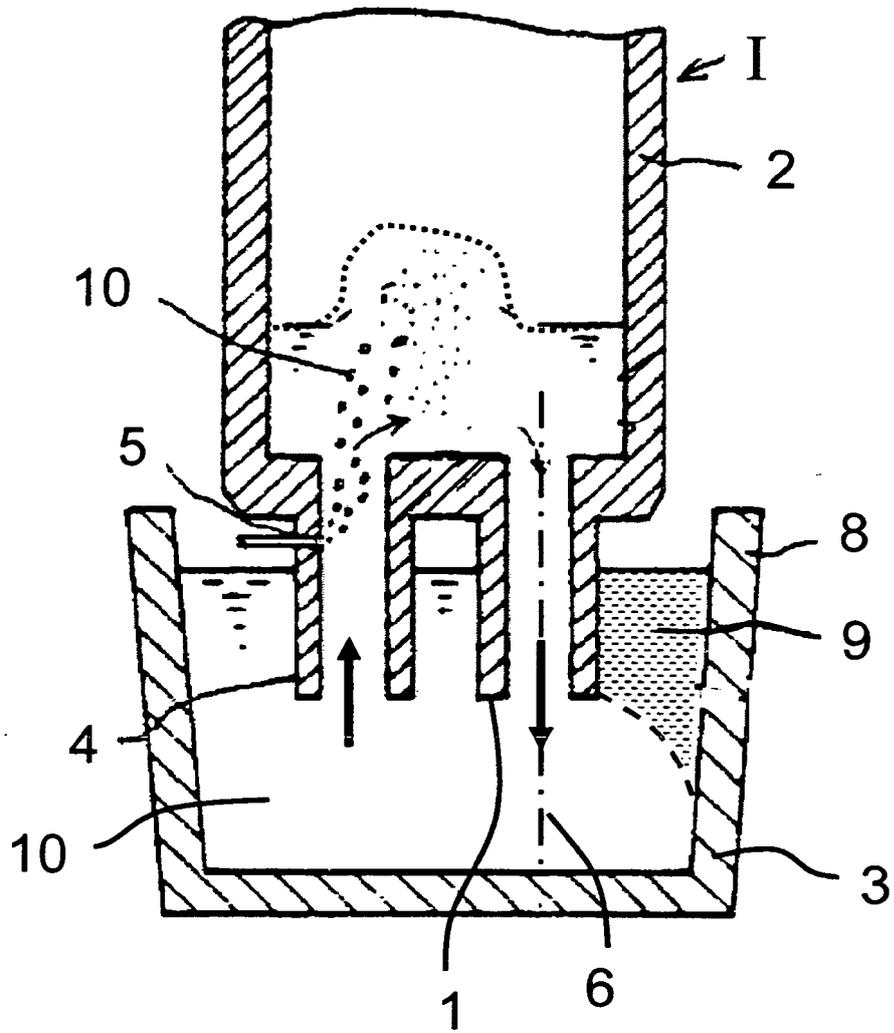


Fig. 1

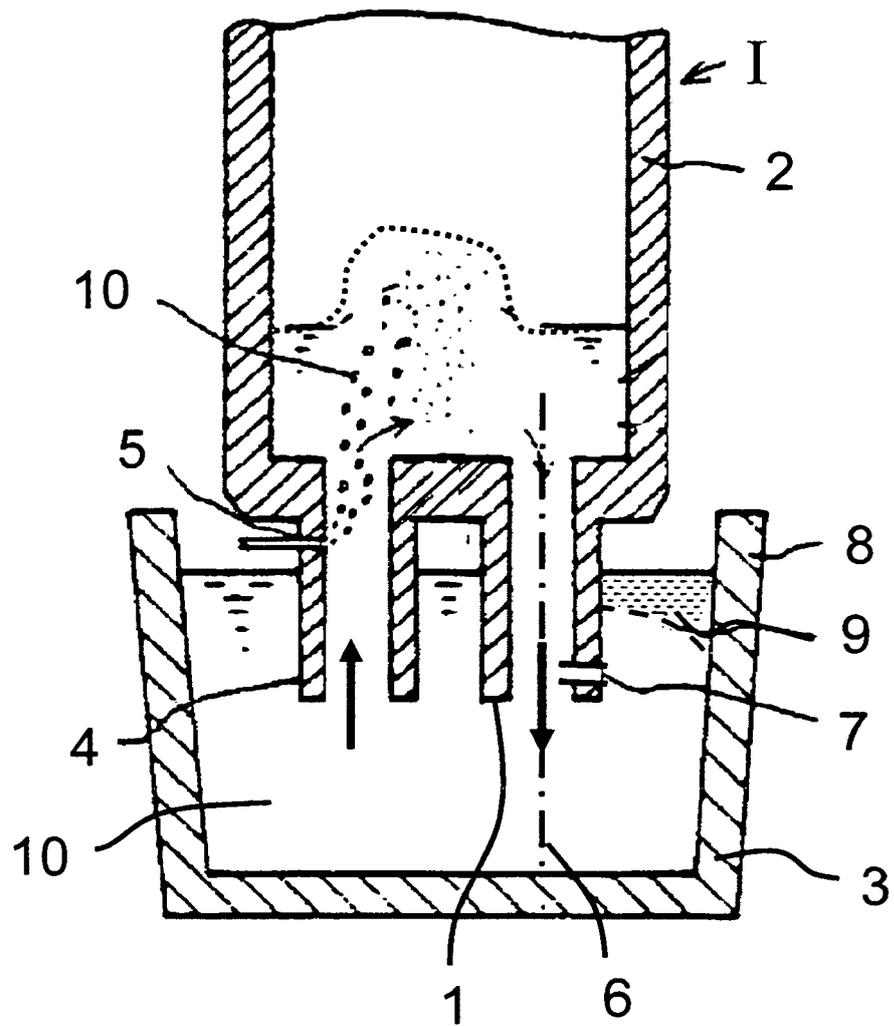


Fig. 2

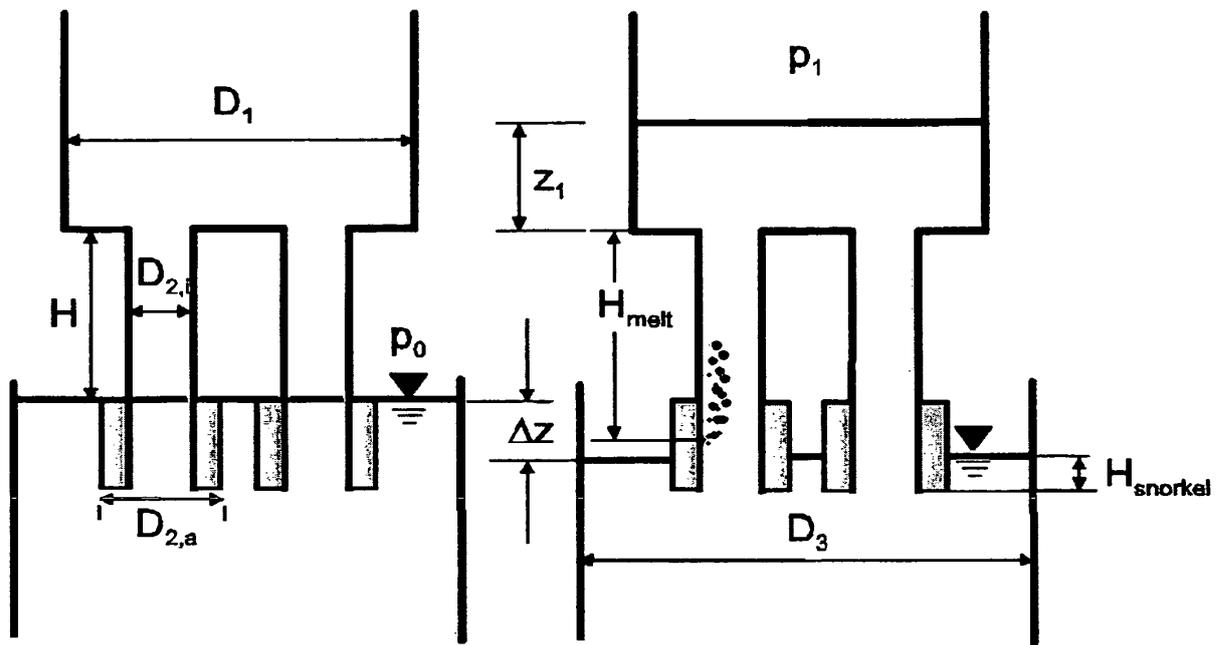


Fig. 3

Fig. 4

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 19511640 C1 [0004]
- JP 6299227 A [0006]
- JP 1198418 A [0007]
- JP 57200514 A [0008]
- JP 3271315 A [0009]
- JP 2173204 A [0010]
- JP 11158536 A [0011]
- JP 3107412 A [0012]
- JP 05214426 B [0013]
- JP 01275715 A [0014]