



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 286 799 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.11.2006 Patentblatt 2006/46

(51) Int Cl.:
B22D 41/50 ^(2006.01) **B22D 11/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01933740.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/003304

(22) Anmeldetag: **23.03.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/091951 (06.12.2001 Gazette 2001/49)

(54) **VERFAHREN UND ANLAGE ZUM HERSTELLEN EINES STRANGGEGOSSENEN VORPRODUKTES**

METHOD AND MACHINE FOR THE PRODUCTION OF A CONTINUOUSLY-CAST PRECURSOR
PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LA PRODUCTION D'UNE EBAUCHE COULEE EN CONTINU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT SE

• **GITTLER, Philipp**
A-4060 Leonding (AT)

(30) Priorität: **31.05.2000 AT 9562000**

(74) Vertreter: **Berg, Peter et al**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.03.2003 Patentblatt 2003/10

(73) Patentinhaber: **Voest-Alpine Industrieanlagenbau
GmbH & Co**
4020 Linz (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 352 346 **DE-A- 19 724 232**

(72) Erfinder:
• **WATZINGER, Josef**
A-4204 Reichenau 93 (AT)
• **BRUMMAYER, Markus**
A-4082 Aschach (AT)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 013, no. 588
(M-912), 25. Dezember 1989 (1989-12-25) & JP 01
245951 A (NKK CORP), 2. Oktober 1989
(1989-10-02)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 286 799 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, mit einer Dicke des Vorproduktes $D > 100$ mm und einer Breite des Vorproduktes $B = 2700$ mm bis 3500 mm bei einer Gießgeschwindigkeit $v_c < 2$ m/min in einer Stranggießanlage, wobei Schmelze, vorzugsweise Stahlschmelze, aus einem Vorratsbehälter über einen Tauchausguss durch einander gegenüberliegende Austrittsöffnungen in eine von Breitseitenwänden und Schmalseitenwänden gebildete Kokille eingebracht und das in der Kokille teilerstarnte, einen flüssigen Kern und eine erstarrte Strangschale aufweisende Vorprodukt kontinuierlich aus der Kokille abgezogen und gekühlt wird und eine Stranggießanlage zur Herstellung eines stranggegossenen Vorproduktes, siehe z.B. EP-0 352 346-A.

[0002] Bei Anwendung des Tauchgießverfahrens beim Stranggießen ist es üblich, die Schmelze von einem Vorratsbehälter, zumeist einem Zwischengefäß, durch einen an diesen gekoppelten Tauchausguss in eine oszillierende Kokille unterhalb eines mit Gießpulver bedeckten Badspiegels einzuleiten. Dieser Vorgang ist bei kleinen Kokillenquerschnitten problemlos durchführbar, führt jedoch insbesondere bei Kokillen mit großem Breiten-Dicken-Verhältnis zu Schwierigkeiten bei der Ausbildung einer optimalen Kokillenströmung und damit zur Beeinträchtigung eines gleichmäßigen Strangschalenwachstums bei der allmählichen Erstarrung der Schmelze an der gekühlten Kokillenwand.

[0003] Aus der DE-C 197 24 232 ist bereits ein Verfahren zur Erzeugung von Vorprodukten in Form von Brammen in einer Stranggießanlage nach dem zuvor beschriebenen Prinzip bekannt. In diesem Fall wird die Schmelze durch einen nach unten in Gießrichtung offenen und sich zu den Schmalseitenwänden der Kokille trichterförmig erweiternden Tauchausguss unterhalb des Badspiegels in die Kokille eingebracht. Wendet man die im Anspruch 2 der DE-C 197 24 232 angegebene Dimensionierungsvorschrift für den Tauchausguss hinsichtlich seiner Breite (b) auf die erfindungsgemäß vorgesehenen Breiten (B) des Vorproduktes beziehungsweise der Kokille von 2700mm bis 3500mm an, so ergeben sich daraus Tauchausgussbreiten (b) von etwa 385mm bis 2250mm, welche aus feuerfesten Materialien mit der für den Dauerbetrieb geforderten Haltbarkeit im Hochtemperatureinsatz nicht herstellbar sind. Zusätzlich verstärken derartig breite Tauchausgüsse die bekannten Probleme mit der Spaltströmung zwischen Tauchausgusswand und Breitseitenwand der Kokille.

[0004] Aus der DE-C 196 47 363 ist ein Tauchausguss bekannt, welcher für die Anwendung beim Stranggießen von Brammen geeignet ist und bei dem die Schmelze durch seitlich einander gegenüberliegenden Austrittsöffnungen zu den Schmalseitenwänden der Kokille gerichtet unterhalb des Badspiegels austritt. Wesentliches Merkmal dieses Tauchausgusses ist sein konstanter Außenwandabstand zur sich entlang der Breitseitenwand bildenden Strangschale. Dadurch ist dieser Tauchausguss für ein Breiten-Dicken-Verhältnis des Gussstranges beziehungsweise des Kokillenquerschnittes von maximal 8 geeignet. Bei größeren Breiten-Dicken-Verhältnissen gewährleistet dieser Tauchausguss jedoch keine gleichmäßige Erstarrungsbedingungen schaffende Kokillenströmung.

[0005] Beim Stranggießen von Vorprodukten mit großen Breiten werden trotz üblicher Gießgeschwindigkeiten von 1,0 m/min bis 1,2 m/min sehr hohe Stahldurchsätze von bis zu 4 t/min und mehr erreicht. In der Praxis hat sich bei diesen hohen Stahldurchsätzen gezeigt, dass die entstehenden wirbelbildenden Strömungen in der Kokille sehr labil sind. Die Führungseigenschaft des Kokillenraumes für diese Strömung wird mit zunehmendem Abstand der Tauchausguss-Austrittsöffnung zur Schmalseitenwand schlechter. Zusätzlich wird der Austrittsstrahl infolge seiner hohen lokalen Strömungsgeschwindigkeit im Tauchausguss, sowie unmittelbar nach seinem Austritt aus der Tauchausguss-Austrittsöffnung, infolge des Widerstands der Schmelze und der großen Wandreibung entlang der Kokillenwände stark abgebremst und wegen des Unterdrucks zwischen Gießspiegel und Austrittsstrahl nach oben zum Gießspiegel hin abgelenkt. Visuell wird eine schwankende, oszillierende Badbewegung beobachtet, die sich ungünstig auf die Produktqualität auswirkt.

Diese ungünstige Ausbildung der Strömungsverhältnisse ist in Fig. 1 anhand eines Strömungsfadens dargestellt. Der Austrittsstrahl trifft im Bereich zwischen Tauchausguss und Kokillenschmalseitenwand auf die Badoberfläche und teilt sich dort in zwei Teilstrahlen. Diese Erscheinung führt zu ungleichmäßigem Aufschmelzen des Gießpulvers an der Badoberfläche und zu einer lokalen Beeinträchtigung des Gleitverhaltens zwischen Strang und Kokillenwand. Bei Einsatz von herkömmlichen Tauchausgüssen zum Gießen breiter Brammen ist es aus oben erwähnten Gründen schwierig, eine günstige und stabile Kokillenströmung zu erzeugen.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es daher, diese beschriebenen Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, sowie die dazu notwendige Stranggießanlage vorzuschlagen, wobei auch bei großen Gießbreiten gleichmäßige Erstarrungsbedingungen für den Strang und gleichmäßige Aufschmelz- und Verteilungsbedingungen für das Gießpulver sichergestellt sind. Weiters soll durch eine definierte Stahlfuhr durch den Tauchausguss ein stabiles Wirbelsystem in der Kokille entstehen, welches von zwei großen und runden aufwärtsgerichteten Wirbeln gebildet wird. Weiters ist es Aufgabe der Erfindung keine starke seitliche Ablenkung der Austrittsstrahlen zuzulassen, insbesondere ein vorzeitiges Auftreffen des Austrittsstrahles auf den Badspiegel zu vermeiden.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass die Schmelze den Tauchausguss mit zu den Schmalseitenwänden der Kokille gerichteten Bewegungsimpuls verlässt

und für ein bestimmtes Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes, in Abhängigkeit vom Verhältnis der Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c), Auslegungswerte für die Breite (b) des Tauchrohres und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses so gewählt werden, dass sich eine gleichmäßige Strangschalenbildung in Gießrichtung und Umfangsrichtung entlang der Breitseitenwände und Schmalseitenwände der Kokille einstellt.

[0008] Optimale Verhältnisse für die Strangschalenbildung stellen sich ein, wenn der Tauchausguss in Relation zur Kokille den Bedingungen

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

und

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

genügt und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach der Bedingung $\psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{-0,7}$ bestimmt wird.

[0009] Es bedeuten: B = Breite des Vorproduktes (mm)

D = Dicke des Vorproduktes (mm)

b = Breite des Tauchausgusses (mm)

h = Höhe der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses (mm)

ψ = Verhältniszahl (dimensionslos)

[0010] Für die gewählten Breiten-Dicken-Verhältnisse ergeben sich aus obiger Bedingung ψ -Werte von 0,011 bis 0,015. Diese Werte drücken aus, dass für optimale Strömungsbedingungen geringe Strömungsgeschwindigkeiten im Tauchausguss notwendig sind, die erfindungsgemäß durch große Kern- und Austrittsquerschnitte am Tauchausguss erreicht werden. Durch die Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit werden starke seitliche Ablenkungen des Austrittsstrahles vermieden, die durch den Unterdruck zwischen Austrittsstrahl und Gießspiegel hervorgerufen werden.

[0011] Durch diese Maßnahmen ist es möglich, ein stabiles Wirbelsystem mit großen und im wesentlichen runden aufwärts drehenden Wirbeln auszubilden, wie dies in Fig. 2 für die links des Tauchausgusses liegende Hälfte des Kokillenraumes anhand eines Strömungsfadens schematisch dargestellt ist. Der Wirbeldurchmesser entspricht etwa der halben Strangbreite. Der dazu notwendige Strahlaustrittswinkel von etwa 40 bis 45 ° wird durch die große Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses erzielt. Damit wird das bei starker Strömungsumlenkung im Tauchausguss (kleiner Austrittswinkel) bekannte Phänomen reduziert, dass der Austrittsstrahl nach kurzer Laufstrecke bereits zum Gießspiegel gelenkt wird. Durch die große Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung stellt sich eine nicht bzw. nur gering rotationsbehaftete Strömung ein.

[0012] Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen wird weiters sichergestellt, dass sich ein System mit großen ausgeprägten Wirbeln aufbauen kann. Dazu darf der den Tauchausguss verlassende Austrittsstrahl zwischen den beiden Kokillenbreitseiten nicht zu stark abgebremst werden. Die Bremswirkung auf den Austrittsstrahl wird durch Wandreibung bestimmt, die durch den Kontakt des bewegten Austrittsstrahles mit der Strangschale entsteht. Da die bremsende Reibungskraft etwa mit dem Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit wächst, wird die Austrittsgeschwindigkeit erfindungsgemäß niedrig gehalten.

[0013] Ein vorteilhafter Anwendungsbereich für das Verfahren ist gegeben, wenn das Vorprodukt ein Breiten-Dicken-

Verhältnis $\frac{B}{D} = 15 - 25$, vorzugsweise ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D}$ von etwa 20, aufweist.

[0014] Vorzugsweise wird bei den vorgeschlagenen Vorprodukt-Querschnitten die Gießgeschwindigkeit v_c auf einen Wert zwischen 0,5 m/min und 1,5 m/min eingestellt.

[0015] Eine erfindungsgemäße Stranggießanlage zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, mit einer Dicke des Vorproduktes $D > 100$ mm und einer Breite des Vorproduktes $B = 2700$ mm bis 3500 mm bei einer Gießgeschwindigkeit von $v_c < 2$ m/min, bestehend aus einer von Breitseitenwänden und

Schmalseitenwänden gebildeten Kokille, wobei die Innenabmessungen der Kokille auf dem Niveau der seitlichen Austrittsöffnungen des Tauchausgusses im Wesentlichen den Abmessungen des Vorproduktes entsprechen einem ein-
gangsseitig in die Kokille ragenden Tauchausguss mit einander gegenüberliegenden Austrittsöffnungen und einem
Vorratsbehälter für die Schmelze, sowie ausgangseitig der Kokille angeordneten Einrichtungen zum Abziehen, Führen
und Kühlen des in der Kokille teilerstarren, einen flüssigen Kern und eine erstarrte Strangschale aufweisenden Vor-
produktes ist dadurch gekennzeichnet, dass der Tauchausguss einander gegenüberliegende, in der Betriebsstellung
zu den Schmalseitenwänden der Kokille hin orientierte Austrittsöffnungen enthält, und die Breite (b) des Tauchausgusses
und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses in Relation zu einem bestimmten Breiten-Dicken-
Verhältnis des Vorproduktes bzw der Kokille so festgelegt sind, dass die Bedingungen

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

und

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

erfüllt sind und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwin-

digkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach der Bedingung $\psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D} \right)^{-0,7}$ bestimmt ist.

[0016] Eine Stranggießanlage dieser Art ist besonders geeignet, wenn das Vorprodukt ein Breiten-Dicken-Verhältnis

$\frac{B}{D} = 15 - 25$, vorzugsweise ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D}$ von etwa 20, aufweist.

[0017] Zur Erzielung eines optimalen Strahlaustrittswinkels ist der Innenboden des Tauchausgusses von der Tauch-
ausgussmitte zur Austrittsöffnung in Gießrichtung geneigt ausgebildet. Besonders günstige Verhältnisse ergeben sich,
wenn die Neigung des Innenbodens des Tauchausgusses 10° bis 20° , vorzugsweise etwa 15° , beträgt.

[0018] Damit wird die Tendenz zur Bildung eines drallfreien Austrittsstrahles wesentlich verstärkt. Am Tauchausguss
sind ausschließlich zwei, im wesentlichen rechteckförmig ausgebildete Austrittsöffnungen angeordnet.

[0019] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung
zweier nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf folgende Figuren Bezug genommen wird, die folgendes
zeigen:

Fig. 1 schematische Darstellung der Kokillenströmung bei Verwendung eines Tauchausgusses in der Kokille einer
Stranggießanlage nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 schematische Darstellung der Kokillenströmung bei Verwendung eines Tauchausgusses in der Kokille einer
Stranggießanlage gemäß der Erfindung

Fig. 3a Teil eines Längsschnitt durch den erfindungsgemäßen Tauchausguss,

Fig. 3b schematischer Grundriss mit Kokille und Tauchausguss entlang der Schnittlinie A - A durch den Tauchausguss
in Fig. 3a.

[0020] Stahlstrang-Stranggießanlagen zur Herstellung von Breitenbrammen sind allgemein bekannt, in der Literatur
beschrieben und bestehen im wesentlichen aus einem Zwischengefäß zur Aufnahme der Stahlschmelze, von dem aus
die Schmelze über einen Tauchausguß in eine oszillierende Kokille übergeleitet wird. Aus der Kokille wird ein teilerstarter
Stahlgussstrang vertikal nach unten ausgefördert und in einer nachfolgenden Strangführung gekühlt und in eine hori-
zontale Richtung umgelenkt. Anschließend wird der durchgestartete Gussstrang mit einer Brennschneidmaschine in
Brammen zerteilt, die dann einer Weiterbehandlung zugeführt werden.

[0021] Die Formung des Gussstranges erfolgt in einer oszillierenden Stranggießkokille 1, die, wie in Fig. 3b sche-

matisch dargestellt, von einander gegenüberliegenden Breitseitenwänden 2, 3 und zwischen diesen klemmbar angeordneten Schmalseitenwänden 4, 5 gebildet ist, wobei die Schmalseitenwände 4, 5 zur Einstellung verschiedener Strangbreiten (B) quer zur Gießrichtung verschiebbar sind. Die Innenflächen dieser Wände bilden einen formatbestimmenden Raum für die Bildung eines teilerstarten Gussstranges, der als Vorprodukt aus der Kokille ausgefördert wird.

[0022] Die Erfindung ist beschränkt auf ein Verfahren zur Herstellung eines Vorproduktes mit einer Breite B von 2700 bis 3500 mm und einer Dicke D > 100 mm und auf eine Stranggießanlage mit einer Kokille, die diese Querschnittsabmessungen aufweist. In der Kokille selbst erfährt der Gussstrang keine wesentliche Verformung.

[0023] Die zu vergießende Schmelze wird von einem nicht dargestellten, jedoch bei derartigen Gießanlagen notorisch bekannten Vorratsbehälter über einen Tauchausguss 6 unterhalb des von der Schmelze in der Kokille gebildeten Badspiegels 7 durch seitliche, zu den Schmalseitenwänden 4, 5 gerichteten Austrittsöffnungen 8, in die Stranggießkokille 1 eingebracht. Die Schmelze durchströmt den Tauchausguss 6 in vertikaler Richtung, die der Gießrichtung in der Kokille entspricht, mit der Geschwindigkeit v_k und wird im Bereich des geschlossenen Innenbodens 9 des Tauchausgusses 6 zu den seitlichen Austrittsöffnungen 8 umgelenkt und tritt durch diese in den Kokillenraum aus. Der Innenboden 9 ist ausgehend von seiner Mitte zur Austrittsöffnung 8 in Gießrichtung geneigt ausgebildet. Diese Neigung und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung 8 bestimmen die Richtung (den Winkel) der austretenden Schmelze und beeinflussen damit die Strömungsbildung. Die Tauchausgussdicke (d) ist im wesentlichen von der Dicke des Vorproduktes (D) bestimmt. Die Breite (B) und die Dicke (D) des Vorproduktes sind durch die Produktionsvorgaben festgelegt. Daraus ergibt sich, dass die Breite (b) des Tauchausgusses, die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses und die dimensionslose Zahl ψ , die im wesentlichen das Verhältnis von Gießgeschwindigkeit v_c und der Geschwindigkeit v_k des flüssigen Stahls im Tauchausguss (Kernquerschnitt) beschreibt, frei wählbar sind.

[0024] Der Wert ψ im Zusammenhang mit der Tauchausgussgeometrie bestimmt die Schmelzengeschwindigkeit im Tauchausguss-Austrittsquerschnitt und ist somit für die Güte der Kokillenströmung ausschlaggebend. Beim Gießen von mitteldicken und breiten Brammen (Breiten-Dicken-Verhältnis von etwa 20) werden mit konventionellen Tauchausgüssen ψ -Werte von 0,006 bis 0,008 erreicht. Untersuchungen haben ergeben, dass zum Gießen von überbreiten Gusssträngen bei gleichem Breiten-Dicken-Verhältnis ψ -Werte von 0,011 bis 0,015 erreicht werden müssen. Dafür sind geringere Geschwindigkeiten im Tauchausguss notwendig, die durch große Kern- und Austrittsquerschnitte erreicht werden.

[0025] Die nachfolgende Tabelle 1 veranschaulicht diese Verhältnisse für eine beispielhaft gewählte Vorproduktdicke D = 157 mm bei Vorproduktbreiten von B = 2500 mm und B = 3000 mm. Die erfindungsgemäßen Tauchausgüsse zeichnen sich durch die größere Höhe h der seitlichen Austrittsöffnungen 8 aus.

Tabelle 1

	konventioneller Tauchausguss	erfindungsgemäßer Tauchausguss
B = 2500 mm	$\psi = 0,006 - 0,008$	$\psi = 0,011 - 0,015$
$\frac{D}{B} = 0.0628$	$\frac{h}{B} = 0,023 - 0,026$	$\frac{h}{B} = 0,032 - 0,040$
$\frac{B}{D} = 16$	h = 58 – 67 mm	h = 81 – 99 mm
B = 3000 mm	$\psi = 0,006 - 0,008$	$\psi = 0,011 - 0,015$
$\frac{D}{B} = 0.052$	$\frac{h}{B} = 0,021 - 0,025$	$\frac{h}{B} = 0,030 - 0,037$
$\frac{B}{D} = 20$	h = 63 – 75 mm	h = 91 – 112 mm

[0026] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung die Ausbildung der Kokillenströmung anhand eines Strömungsfadens bei Anwendung eines konventionellen Tauchausgusses, wobei der Austrittsstrahl im Bereich zwischen Tauchausguss 6 und Kokillenschmalseitenwand 4 auf die Badoberfläche trifft und dort in zwei Teilstrahlen aufgeteilt wird. Fig. 2 zeigt demgegenüber das Strömungsbild mit einem erfindungsgemäßen Tauchausguss, bei dem die Strömung erst im Bereich der Schmalseitenwand 4 in zwei Teilströme aufgeteilt wird und zwei annähernd kreisförmige Wirbel bildet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, mit einer Dicke des Vorproduktes $D > 100$ mm und einer Breite des Vorproduktes $B = 2700$ mm bis 3500 mm bei einer Gießgeschwindigkeit $v_c < 2$ m/min in einer Stranggießanlage, wobei Schmelze, vorzugsweise Stahlschmelze, aus einem Vorratsbehälter über einen Tauchausguss durch einander gegenüberliegende Austrittsöffnungen in eine von Breitseitenwänden und Schmalseitenwänden gebildete Kokille eingebracht und das in der Kokille teilerstarnte, einen flüssigen Kern und eine erstarrte Strangschale aufweisende Vorprodukt kontinuierlich aus der Kokille abgezogen und gekühlt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelze den Tauchausguss mit zu den Schmalseitenwänden der Kokille gerichteten Bewegungsimpuls verlässt und für ein bestimmtes Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes, in Abhängigkeit vom Verhältnis der Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c), Auslegungswerte für die Breite (b) des Tauchrohres und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses so gewählt werden, dass sich eine gleichmäßige Strangschalenbildung in Gießrichtung und Umfangsrichtung entlang der Breitseitenwände und Schmalseitenwände der Kokille einstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tauchausguss in Relation zur Kokille den Bedingungen

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5}\psi + \frac{1}{5}\frac{D}{B}$$

und

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

genügt und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach der Bedingung $\psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{-0,7}$ bestimmt wird.

Es bedeuten: B = Breite des Vorproduktes (mm)

D = Dicke des Vorproduktes (mm)

b = Breite des Tauchausgusses (mm)

h = Höhe der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses (mm)

ψ = Verhältniszahl (dimensionslos)

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorprodukt ein Breiten-Dicken-Verhältnis

$$\frac{B}{D} = 15 - 25 \text{ aufweist.}$$

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorprodukt ein Breiten-Dicken-Verhältnis

$$\frac{B}{D} \text{ von etwa 20 aufweist.}$$

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießgeschwindigkeit v_c auf einen Wert zwischen 0,5 m/min und 1,5 m/min eingestellt wird.

6. Stranggießanlage zum Herstellen eines stranggegossenen Vorproduktes, insbesondere von breiten Brammen, mit einer Dicke des Vorproduktes $D > 100$ mm und einer Breite des Vorproduktes $B = 2700$ mm bis 3500 mm bei einer

Gießgeschwindigkeit von $v_c < 2$ m/min, bestehend aus einer von Breitseitenwänden (2, 3) und Schmalseitenwänden (4, 5) gebildeten Kokille (1), wobei die Innenabmessungen der Kokille auf dem Niveau der seitlichen Austrittsöffnungen des Tauchausgusses im Wesentlichen den Abmessungen des Vorproduktes entsprechen einem eingangsseitig in die Kokille ragenden Tauchausguss (6), mit einander gegenüberliegenden Austrittsöffnungen (8) und einem Vorratsbehälter für die einem Vorratsbehälter für die Schmelze, sowie ausgangseitig der Kokille angeordneten Einrichtungen zum Abziehen, Führen und Kühlen des in der Kokille teilerstarren, einen flüssigen Kern und eine erstarrte Strangschale aufweisenden Vorproduktes, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Tauchausguss einander gegenüberliegende, in der Betriebsstellung zu den Schmalseitenwänden (4, 5) der Kokille hin orientierte Austrittsöffnungen (8) enthält, und die Breite (b) des Tauchausgusses und die Höhe (h) der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses in Relation zu einem bestimmten Breiten-Dicken-Verhältnis des Vorproduktes bzw der Kokille so festgelegt sind, dass die Bedingungen

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5}\psi + \frac{1}{5}\frac{D}{B}$$

und

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

erfüllt sind und eine die Geschwindigkeit der Schmelze im Kernquerschnitt des Tauchausgusses (v_k) zur Gießgeschwindigkeit (v_c) in Beziehung setzende Verhältniszahl ψ nach der Bedingung $\psi = 0,1 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^{-0,7}$ bestimmt ist.

Es bedeuten: B = Breite des Vorproduktes bzw. der Kokille (mm)
 D = Dicke des Vorproduktes bzw. der Kokille (mm)
 b = Breite des Tauchausgusses (mm)
 h = Höhe der seitlichen Austrittsöffnung des Tauchausgusses (mm)
 ψ = Verhältniszahl (dimensionslos)

7. Stranggießanlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorprodukt bzw die Kokille ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D} = 15 - 25$ aufweist.
8. Stranggießanlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorprodukt bzw die Kokille ein Breiten-Dicken-Verhältnis $\frac{B}{D}$ von etwa 20 aufweist.
9. Stranggießanlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenboden (9) des Tauchausgusses von der Tauchausgussmitte zur Austrittsöffnung (8) in Gießrichtung geneigt ausgebildet ist.
10. Stranggießanlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Neigung des Innenbodens (9) des Tauchausgusses 10° bis 20° , vorzugsweise etwa 15° beträgt.

Claims

1. A process for producing a continuously cast primary product, in particular broad slabs, having a thickness of the primary product $D > 100$ mm and a width of the primary product $B = 2700$ mm to 3500 mm at a casting rate $v_c < 2$ m/min in a continuous-casting plant, in which molten material, preferably molten steel, from a reservoir is introduced

via a submerged nozzle through opposite outlet openings into a permanent mold, which is formed by wide side walls and narrow side walls, and the primary product, which has partially solidified in the permanent mold and has a liquid core and a solidified strand shell, is continuously withdrawn from the permanent mold and cooled, **characterized in that** the molten material leaves the submerged nozzle with a momentum which is directed toward the narrow side walls of the permanent mold, and for a defined width:thickness ratio of the primary product, as a function of the ratio of the velocity of the molten material in the core cross section of the submerged nozzle (v_k) to the casting rate (v_c), design values for the width (b) of the submerged nozzle and the height (h) of the lateral outlet opening of the submerged nozzle are selected in such a way that a uniform strand shell is formed in the casting direction and peripheral direction along the wide side walls and narrow side walls of the permanent mold.

2. The process as claimed in claim 1, **characterized in that** the submerged nozzle in relation to the permanent mold satisfies the following conditions

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

and

$$\frac{b}{h} = 1.9 - 2.0$$

and a numerical ratio ψ , which sets the relationship of the velocity of the molten material in the core cross section of the submerged nozzle (v_k) to the casting rate (v_c), is determined according to the following condition

$$\psi = 0.1 \left(\frac{B}{D} \right)^{-0.7}$$

in which: B = width of the primary product (mm)

D = thickness of the primary product (mm)

b = width of the submerged nozzle (mm)

h = height of the lateral outlet opening of the submerged nozzle (mm)

ψ = numerical ratio (no dimensions).

3. The process as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the primary product has a width:thickness ratio

$$\frac{B}{D} = 15 - 25.$$

4. The process as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the primary product has a width:thickness ratio $\frac{B}{D}$ of approximately 20.

5. The process as claimed in one of claims 1 to 4, **characterized in that** the casting rate v_c is set to between 0.5 m/min and 1.5 m/min.

6. A continuous-casting plant for producing a continuously cast primary product, in particular broad slabs, having a thickness of the primary product $D > 100$ mm and a width of the primary product $B = 2700$ mm to 3500 mm at a casting rate of $v_c < 2$ m/min, comprising a permanent mold (1), wherein the internal dimensions of the permanent mold at the level of the lateral outlet openings of the submerged nozzle substantially correspond to the dimensions of the primary product, which is formed by wide side walls (2, 3) and narrow side walls (4, 5), a submerged nozzle (6) which projects into the permanent mold on the entry side through opposite outlet openings (8) and a reservoir for the molten material, and also devices which are arranged on the exit side of the permanent mold for withdrawing, guiding and cooling the primary product, which has partially solidified in the permanent mold and has a liquid core and a solidified strand shell, **characterized in that** the submerged nozzle includes outlet openings (8) which lie

opposite one another and in the operating position are directed toward the narrow side walls (4, 5) of the permanent mold, and the width (b) of the submerged nozzle and the height (h) of the lateral outlet opening of the submerged nozzle are fixed in relation to a defined width:thickness ratio of the primary product or the permanent mold in such a way that the following conditions

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

and

$$\frac{b}{h} = 1.9-2.0$$

are fulfilled and a numerical ratio ψ which sets the relationship between the velocity of the molten material in the core cross section of the submerged nozzle (v_k) to the casting rate (v_c) is determined according to the following

$$\text{condition } \psi = 0.1 \left(\frac{B}{D} \right)^{-0.7}$$

in which: B = width of the primary product or of the permanent mold (mm)

D = thickness of the primary product or of the permanent mold (mm)

b = width of the submerged nozzle (mm)

h = height of the lateral outlet opening of the submerged nozzle (mm)

ψ = numerical ratio (no dimensions).

7. The continuous-casting plant as claimed in claim 6, **characterized in that** the primary product or the permanent mold has a width:thickness ratio $\frac{B}{D} = 15-25$.

8. The continuous-casting plant as claimed in claim 6, **characterized in that** the primary product or the permanent mold has a width:thickness ratio $\frac{B}{D}$ of approximately 20.

9. The continuous-casting plant as claimed in one of claims 6 to 8, **characterized in that** the inner base (9) of the submerged nozzle is designed to be inclined from the center of the submerged nozzle toward the outlet opening (8) in the casting direction.

10. The continuous-casting plant as claimed in claim 9, **characterized in that** the inclination of the inner base (9) of the submerged nozzle is from 10° to 20°, preferably approximately 15°.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un flan coulé en continu, notamment de brames larges, avec une épaisseur du flan $D > 100$ mm et une largeur du flan $B = 2700$ mm à 3500 mm, à une vitesse $v_c < 2$ m/min, dans une installation de coulée continue, la coulée, de préférence de la coulée d'acier, étant introduite depuis une cuve de réserve par une buse immergée, par des orifices de sortie placés à l'opposé l'un de l'autre, dans une lingotière constituée par des parois de côtés larges et des parois de côtés étroits, et le flan solidifié partiellement et présentant un noyau liquide et une croûte solidifiée étant extrait de la lingotière et refroidi en continu, **caractérisé en ce que** la coulée quitte la buse immergée avec une impulsion de mouvement dirigée vers les parois des côtés étroits de la lingotière et, pour un certain rapport largeur-épaisseur du flan, en fonction du rapport entre la vitesse de la coulée dans la section transversale de noyau de la buse immergée (v_k) et la vitesse de coulée (v_c), des valeurs de conception pour la largeur

(b) du tuyau immergé et la hauteur (h) de l'orifice latéral de sortie de la buse immergée sont choisies de manière à ce qu'il s'établisse une formation homogène de croûte solidifiée dans le sens de coulée et le sens circonférentiel le long des parois des côtés larges et des parois des côtés étroits de la lingotière.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la buse immergée, en relation avec la lingotière, satisfait aux conditions

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5} \psi + \frac{1}{5} \frac{D}{B}$$

et

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

et un indice de rapport ψ mettant en relation la vitesse de la coulée dans le sens transversal de noyau de la buse immergée (v_k) et la vitesse de coulée (v_c) est déterminé suivant la condition $\psi = 0,1 \left(\frac{B}{D} \right)^{-0,7}$.

Signification des lettres :

B = largeur du flan (mm)

D = épaisseur du flan (mm)

b = largeur de la buse immergée (mm)

h = hauteur de l'orifice latéral de sortie de la buse immergée (mm)

ψ = indice de rapport (hors dimension)

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le flan présente un rapport largeur-épaisseur

$$\frac{B}{D} = 15 - 25 .$$

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le flan présente un rapport largeur-épaisseur $\frac{B}{D}$ d'environ 20.

5. Procédé selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la vitesse de coulée v_c est réglée à une valeur allant de 0,5 m/min à 1,5 m/min.

6. Installation de coulée continue pour la fabrication d'un flan coulé en continu, notamment de brames larges, avec une épaisseur du flan $D > 100$ mm et une largeur du flan $B = 2700$ mm à 3500 mm, à une vitesse $v_c < 2$ m/min, composée d'une lingotière (1) formée de parois de côtés larges (2, 3) et de parois de côtés étroits (4, 5), dans laquelle les dimensions intérieures de la lingotière au niveau des orifices latéraux de sortie de la buse immergée équivalent sensiblement aux dimensions du flan, d'une buse immergée (6) débordant du côté entrée dans la lingotière comportant des orifices de sortie (8) placés à l'opposé l'un de l'autre et une cuve de réserve pour la coulée ainsi que des dispositifs disposés du côté sortie de la lingotière pour l'extraction, le guidage et le refroidissement du flan solidifié partiellement dans la lingotière et présentant un noyau liquide et une croûte solidifiée, **caractérisée en ce que** la buse immergée comporte des orifices de sortie (8) placés à l'opposé l'un de l'autre et orientés, en position de fonctionnement, vers les parois des côtés étroits (4, 5) et la largeur (b) de la buse immergée et la hauteur (h) des orifices latéraux de sortie de la buse immergée sont fixées, en relation avec un certain rapport largeur-épaisseur du flan ou de la lingotière, de manière à ce que les conditions

$$\frac{h}{B} = \frac{9}{5}\psi + \frac{1}{5}\frac{D}{B}$$

et

$$\frac{b}{h} = 1,9 - 2,0$$

soient remplies et qu'un indice de rapport ψ mettant en relation la vitesse de la coulée dans la section transversale de noyau de la buse immergée (v_k) et la vitesse de coulée (v_c) suivant la condition $\psi = 0,1\left(\frac{B}{D}\right)^{-0,7}$ soit défini.

Signification des lettres :

B = largeur du flan ou de la lingotière (mm)

D = épaisseur du flan ou de la lingotière (mm)

b = largeur de la buse immergée (mm)

h = hauteur de l'orifice latéral de sortie de la buse immergée (mm)

ψ = indice de rapport (hors dimension)

7. Installation de coulée continue selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le flan ou la lingotière présente un rapport largeur-épaisseur $\frac{B}{D} = 15 - 25$.

8. Installation de coulée continue selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le flan ou la lingotière présente un rapport largeur-épaisseur $\frac{B}{D}$ d'environ 20.

9. Installation de coulée continue selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisée en ce que** le fond intérieur (9) de la buse immergée est réalisé avec une inclinaison depuis le centre de la buse immergée vers l'orifice de sortie (8) dans le sens de coulée.

10. Installation de coulée continue selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** l'inclinaison du fond intérieur (9) de la buse immergée est de 10° à 20° , de préférence d'environ 15° .

Fig. 1

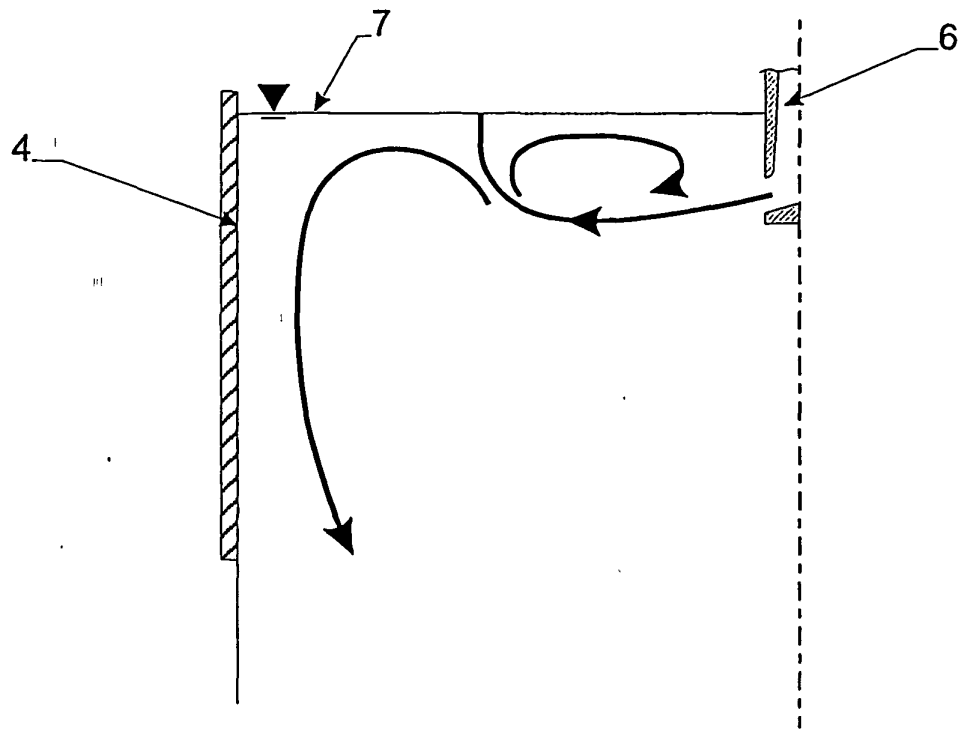


Fig. 2

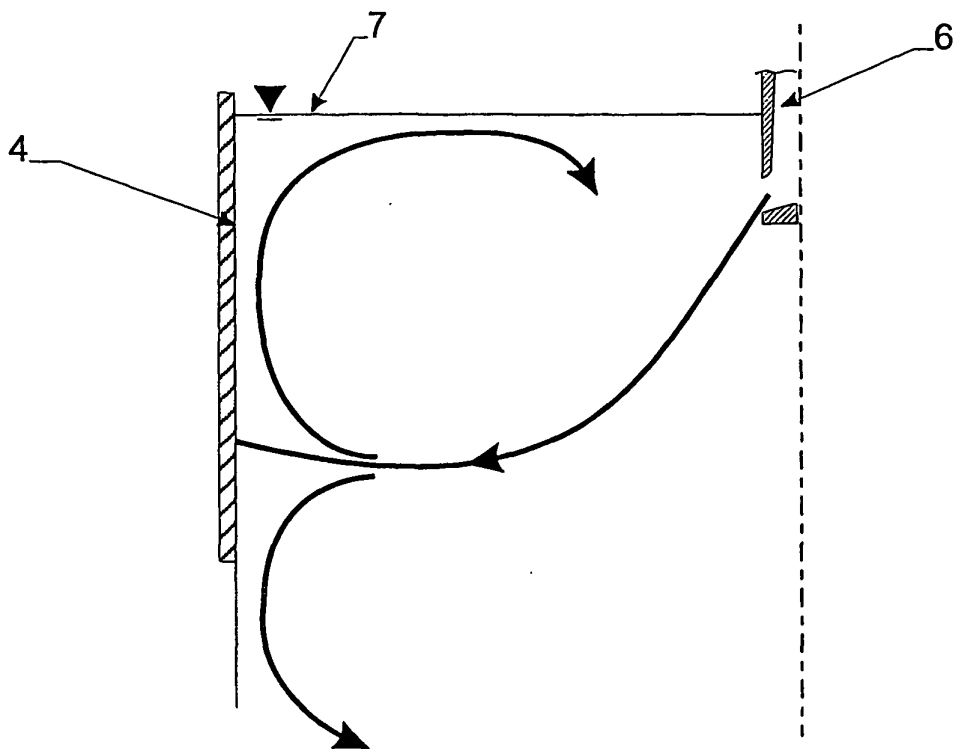


Fig. 3a

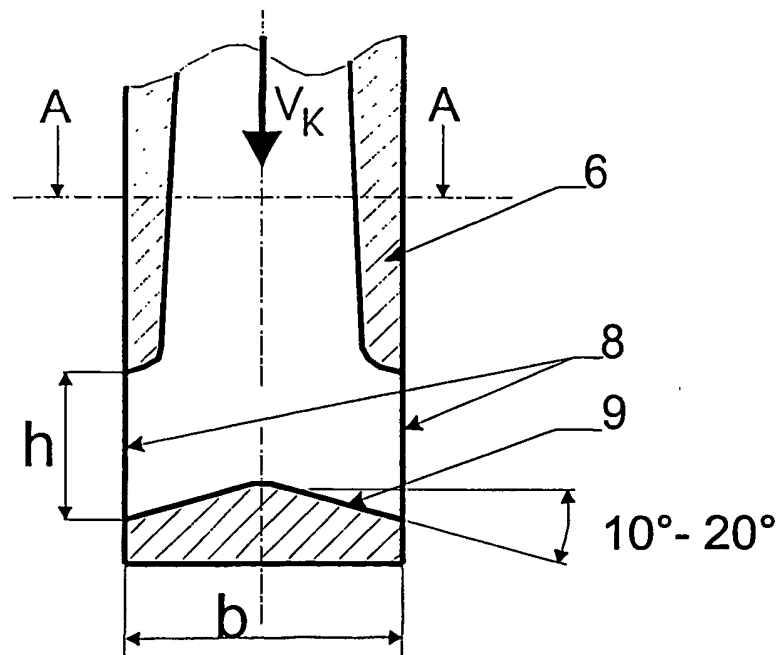


Fig. 3b

