

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 931 609 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

(51) Int Cl.7: **B22D 11/04**

(21) Anmeldenummer: **99100854.1**

(22) Anmeldetag: **19.01.1999**

(54) **Flüssigkeitsgekühlte Kokille**

Fluid cooled mould

Moule refroidi par liquide

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorität: **27.01.1998 DE 19802809**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.07.1999 Patentblatt 1999/30

(73) Patentinhaber: **KM Europa Metal AG
49074 Osnabrück (DE)**

(72) Erfinder:
• **Hörnschemeyer, Wolfgang
49082 Osnabrück (DE)**
• **Hugenschütt, Gerhard
49191 Belm (DE)**
• **Villanueva, Hector
49086 Osnabrück (DE)**

• **Rode, Dirk Dr.
49088 Osnabrück (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 730 923 WO-A-98/41342
DE-A- 4 127 333 GB-A- 2 156 252
GB-A- 2 177 331 GB-A- 2 212 084
US-A- 3 595 302

• **DATABASE WPI Section Ch, Week 8830 Derwent
Publications Ltd., London, GB; Class M22, AN
88-212272 XP002100951 & SU 1 366 282 A
(KRAMA MECH ENG RES INST) , 15. Januar 1988**
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no.
262 (M-341), 30. November 1984 & JP 59 133940
A (MISHIMA KOUSAN KK), 1. August 1984 -& JP
59 133940 A (MISHIMA KOUSAN KK)**

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 0 931 609 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Kokille für eine Stranggießanlage mit einem formgebenden Kokillenkörper aus einem Material hoher Wärmeleitfähigkeit, wie Kupfer oder einer Kupferlegierung.

[0002] Kokillen sollen dem schmelzflüssigen Metall Wärme entziehen und über die anfangs erfolgende Strangschalenbildung eine Durcherstarrung des Strangs ermöglichen.

[0003] Es sind abhängig vom Anwendungszweck verschiedene Kokillengeometrien in Gebrauch, wie Kokillenrohre in runder, rechteckiger oder komplexer Form. Kokillenplatten werden für quadratische/rechteckige Vorblöcke oder für Brammen mit größerem Seitenverhältnis verwendet. Daneben gibt es spezielle Geometrien, wie Vorprofile für Doppel-T-Träger und Dünnbrammenkokillen mit Trichtererweiterung im oberen Plattenbereich zur Aufnahme der Gießdüse. Allen diesen Kokillen ist zu eigen, daß eine homogene Kühlung der Flächen angestrebt wird. Die Eckenbereiche stellen Sonderfälle dar, da z. B. konstruktionsbedingt bei Plattenkokillen Stoßkanten mit gestörter Kühlung vorhanden sind. Darüber hinaus sind zum Teil Bereiche mit größeren Materialvolumina für die rückseitigen Befestigungselemente gegeben, die mit speziell gestalteten nutenartigen Kühlmittelkanälen ansatzweise in Bezug auf gleiche Kühlung wieder angeglichen werden.

[0004] Ferner ist bekannt, thermisch besonders hoch beanspruchte Kokillen besser zu kühlen, um eine frühzeitige Schädigung der Kokille zu vermeiden. Das heißt für Dünnbrammenkokillen zum einen, daß der Widerstand der Kokillenwand nicht zu groß sein darf, weshalb dann geringere Wanddicken gewählt werden. Zum anderen werden bei den angestrebten höheren Gießgeschwindigkeiten besondere Ansprüche an die Kühlwasserqualität und die Kühlwassergeschwindigkeit gestellt.

[0005] Mit allen genannten Maßnahmen verfolgt man dasselbe Ziel, eine möglichst gute, homogene Kühlung der Gießseite des Kokillenkörpers einzustellen. Mögliche bauartbedingte Störbereiche - wie an rückseitigen Kühlflächen - werden gegebenenfalls beseitigt, um wieder eine gleichmäßige Kühlung zu erhalten.

[0006] Die lokalen Beanspruchungsbedingungen beim Einsatz von Trichterkokillenplatten sind zum einen betriebsbedingt. Sie werden gießseitig wesentlich bestimmt durch die Stahlsorte/Gießtemperatur, die Geschwindigkeit, die Schmier-/Kühlbedingungen des Gießpulvers, die Geometrie der Gießdüse und die zugehörige Strömung der Schmelze. Auf der anderen Seite bestimmen wasserseitig Kühlwasserqualität, Kühlwassermenge und Wassergeschwindigkeit die Kokillentemperaturen. Diese Größen sind teilweise bereits durch die Kokillenkonstruktion - wie mit der Geometrie der Kühlmittelkanäle - bestimmt.

[0007] Durch zerstörende Prüfung zahlreicher Kokillenplatten aus dem Einsatz in verschiedenen Stahlwer-

ken ist jedoch die tatsächliche Beanspruchung und auch die daraus resultierende Schädigung des Kokillenwerkstoffs eindeutig festzustellen. Auf Basis dieser Untersuchungen ist eine über der Breite des Meniskus' unterschiedliche Erweichung der Oberfläche bzw. des oberflächennahen Bereichs festzustellen.

[0008] So fällt die Härte von 100 % des Ausgangswerts im kritischen Bereich auf etwa 60 % ab, während auf derselben Höhe neben dem kritischen Bereich nur ein Abfall auf etwa 70 % der Ausgangshärte gemessen wird; der Randbereich der Kokillenplatte ist hierbei nicht betrachtet. Eine ähnliche Aussage zeigen Messungen in der Wanddicke nach Einsatz der Kokillenplatten; gleiche Materialerweichungen erstrecken sich im kritischen Bereich des Badspiegels auf etwa ein Drittel größere Tiefen im Vergleich zu unkritischen Bereichen.

[0009] Dünnbrammen-Kokillen werden infolge verschiedener Einflüsse auf den Breitseitenwänden unterschiedlich stark beansprucht. Zu diesen Einflüssen zählen im wesentlichen:

- eine hohe Strömungsgeschwindigkeit der Stahlschmelze; Turbulenzen der Schmelze beanspruchen insbesondere die Übergangsbereiche des Trichters in die planparallelen Seiten des Gießquerschnittes.
- eine höhere mechanische Beanspruchung der im Trichterauslauf gebogenen Wand der Kupferplatte infolge thermischer Ausdehnung. Die resultierenden Spannungen sind hier an der Gießseite besonders hoch.

[0010] Das führt zu besonders ausgeprägter Erweichung des Kokillenwerkstoffes in diesem Übergangsbereich des Trichters. Aufgrund der lokal relativ höheren Temperaturen und der auf die jeweilige Warmfestigkeit eines Werkstoff-Volumenelements bezogenen höheren Werkstoffbelastung erfolgt in diesem Oberflächenbereich frühzeitig Reißbildung. Diese Reißbildung kann dann aufgrund eines hier temperaturbedingt ausgeprägter ablaufenden Diffusionsvorgangs von Zn-Atomen aus dem Stahl in die Cu-Matrix eher stattfinden, weil die sich bildenden CuZn-Phasen eine harte und spröde Oberflächenschicht bilden, die eine höhere Reißfortschrittsgeschwindigkeit ermöglicht.

[0011] DE-A-4 127 333 offenbart eine flüssigkeitsgekühlte Kokille gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0012] Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kokillenkörper zu schaffen, bei dem der Wärmestrom im Badspiegelbereich erhöht ist und die Gefahr von Reißbildungen in den thermisch und mechanisch höher beanspruchten Bereichen vermieden werden kann.

[0013] Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen

angegeben.

[0014] Kernpunkt der Erfindung bildet somit die Maßnahme, in den überkritisch beanspruchten Bereichen beidseitig des Trichters eine deutlich stärkere Kühlung des Kokillenkörpers einzustellen. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, die Kühlleistung in diesen kritischen Bereichen vorzugsweise um 10 bis 20 % gegenüber den horizontalen Nachbarbereichen zu erhöhen. Kühlmittelkanäle werden hier enger gesetzt, so daß sich die gekühlte Fläche vergrößert. Alternativ lassen sich die Kühlmittelkanäle lokal auch näher an die Oberfläche bringen; in diesem Fall arbeitet man ungewöhnlicherweise mit unterschiedlichen - effektiv wirksamen - Kühlwanddicken über dem Kühlwasser. Ähnliches gilt für Kühlbohrungen. Außerdem lassen sich mit nutenartigen Kühlmittelkanälen ausgebildete Breitseitenplatten in den kritischen Bereichen des Trichterübergangs zusätzlich mit Kühlbohrungen versehen; auch hier erhöht sich überraschenderweise trotz geringer Wanddicke der Rißwiderstand des Kokillenwerkstoffs und damit die Gesamtlebensdauer der Kokillenplatte.

[0015] Darüber hinaus erreicht man mit rückseitig verschiedenen Kühlintensitäten einen deutlich besser ausgeglichenen Temperaturverlauf an der Gießseite der Plattenoberfläche. Dieser Effekt ermöglicht ein kleineres Temperaturintervall für einen sinnvollen, engeren Arbeitstemperaturbereich des Gießpulvers. Damit kann die Abstimmung des Gießpulvers auf einen kälteren oder heißeren Temperaturbereich vermieden werden.

[0016] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen noch näher erläutert.

[0017] Die in Figur 1 dargestellte Trichterkokillenplatte 1 weist am horizontalen Auslauf (vertikale Linie C) des Trichters 2 gießseitig die höchste thermische Beanspruchung auf. Als direkte Folge ergibt sich ein bei C in Gießrichtung GR direkt unterhalb des Badspiegels 3 liegender maximaler flächenbezogener Wärmestrom von 4,7 bis 5,2 MW/m². Es liegen rechnerisch ermittelte maximale Temperaturen von etwa 400 °C an der Gießseite 4 der Kokillenplatte 1 vor. Die effektiv wirksame Wanddicke d der Kokillenplatte 1 aus Kupfer wird nun im kritischen Bereich 5 zwischen den Linien B, C, D auf den oberen 200 mm der Kokillenplatte von d₁ = 20 mm auf d₂ = 18 mm verringert (Fig. 2).

[0018] Damit wird eine um 28 °C verringerte maximale Oberflächentemperatur eingestellt; diese bevorzugte Kühlung bleibt bei entsprechender Nacharbeit der Kokillenplatte 1 erhalten. Obwohl die Wanddicke d₂ im kritisch beanspruchten Bereich 5 um 2 mm geringer ist, kommt es einschließlich Nacharbeiten überraschenderweise dennoch zu einer insgesamt höheren Lebensdauer der Kokillenplatten 1. Der mit tiefer eingebrachten Kühlnuten 6 (Wanddicke zwischen Gieß- und Kühlfläche 18 mm statt 20 mm) intensiver gekühlte Bereich 5 erstreckt sich im vorliegenden Fall über folgende Flächen (siehe Fig. 1): Länge horizontal ab dem Wendepunkt B des Trichters 2 über 370 mm bis zum Endpunkt

D. Die intensivere Kühlfläche erstreckt sich von der Plattenoberkante 7 bis 200 mm in Gießrichtung GR; es schließt sich eine Übergangszone 8 von 50 mm an, in der die Tiefe d der Kühlnuten 6 angeglichen wird.

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlte Kokille für eine Stranggießanlage, die einen Formhohlraum aufweist, der durch zwei einander gegenüber liegende Breitseitenwände (1) und zwei die Strangbreite begrenzende Schmalseitenwände gebildet ist, wobei am eingießseitigen Ende des Formhohlraums in den Breitseitenwänden (1) im Querschnitt erweiterte, einen sich in Gießrichtung (GR) verkleinernden Trichter (2) bildende Eingießbereiche und neben dem Formhohlraum parallel zur Gießrichtung (GR) verlaufende Kühlbohrungen in den Breitseitenwänden (1) vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Eingießbereiche über zum Formhohlraum hin konvex gekrümmte Übergangsbereiche mit planparallelen Bereichen der Breitseitenwände (1) verbunden sind, wobei der Abstand benachbarter Kühlbohrungen und/oder der Abstand der Kühlbohrungen von der Gießseite (4) in den konvex gekrümmten Übergangsbereichen kleiner als in den Eingießbereichen und in den planparallelen Bereichen bemessen ist.
2. Kokille nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abstand der Kühlbohrungen in den konvex gekrümmten Übergangsbereichen um mindestens 20 % geringer als in den horizontalen Nachbarbereichen des Badspiegels bemessen ist.
3. Kokille nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kühlbohrungen in den Übergangsbereichen stufenweise enger angeordnet sind.

Claims

1. Fluid-cooled mould for a continuous casting system which has a mould cavity which is formed by two mutually opposing broadside walls (1) and two narrow-side walls limiting the billet width, wherein provided on the pour-in end of the mould cavity in the broadside walls (1) are pour-in regions which are widened in cross-section and form a funnel which reduces in the casting direction (GR) and provided next to the mould cavity are cooling holes in the broadside walls (1) extending parallel to the casting direction (GR), **characterised in that** the pour-in regions are connected to plane-parallel regions of the broadside walls (1) via transition regions which are convexly curved towards the mould cavity, the

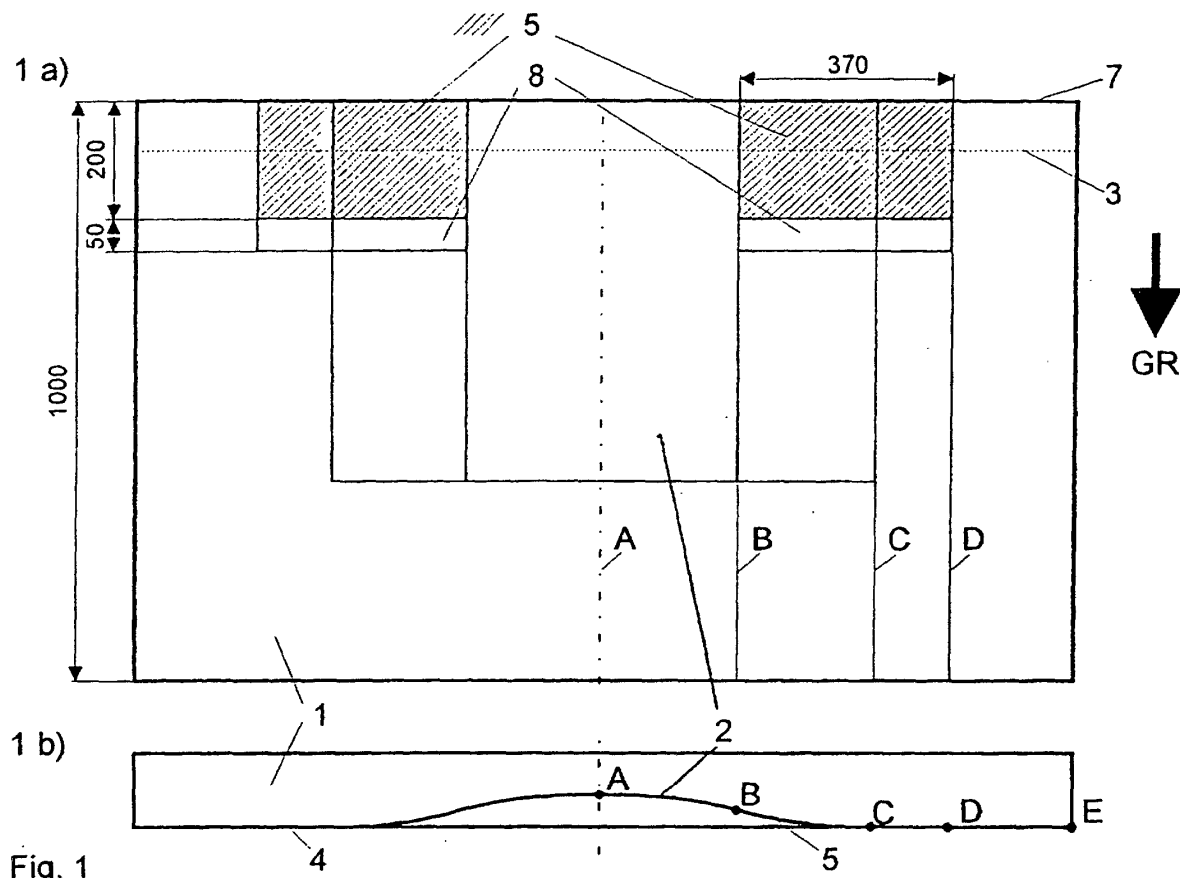
spacing between adjacent cooling holes and/or the spacing of the cooling holes from the pouring side (4) in the convexly curved transition regions being smaller than in the pour-in regions and in the plane-parallel regions.

5

2. Mould according to claim 1, **characterised in that** the spacing of the cooling holes in the convexly curved transition regions is at least 20% smaller than in the horizontal neighbouring regions of the bath level. 10
3. Mould according to claim 1 or 2, **characterised in that** the cooling holes in the transition regions are arranged closer together in a stepwise manner. 15

Revendications

1. Moule refroidi par liquide destinée à une installation de coulée continue, qui présente une empreinte formée par deux parois de côté large (1) situées en face l'une de l'autre et par deux parois de côté étroit qui délimitent la largeur de coulée, avec à l'extrémité côté injection de l'empreinte dans les parois de côté large (1) des zones d'injection, élargies en section transversale, qui forment un entonnoir se rétrécissant en direction de coulée (GR) ainsi que des perçages de refroidissement, situés dans les parois de côté large (1), qui s'étendent à côté de l'empreinte parallèlement à la direction de coulée (GR), **caractérisé en ce que** sur des zones de transition dont la courbure est convexe vers l'empreinte, les zones d'injection sont liées à des zones planes et parallèles des parois de côté large (1), la distance entre des perçages de refroidissement voisins et/ou la distance des perçages de refroidissement par rapport au côté coulée (4) étant plus petite dans les zones de transition à courbure convexe que dans les zones d'injection et dans les zones planes et parallèles. 20 25 30 35 40
2. Moule selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans les zones de transition à courbure convexe, la distance entre les perçages de refroidissement est plus petite d'au moins 20 % que dans les zones horizontales voisines de la surface du bain. 45
3. Moule selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** dans les zones de transition les perçages de refroidissement sont graduellement plus rapprochés. 50 55



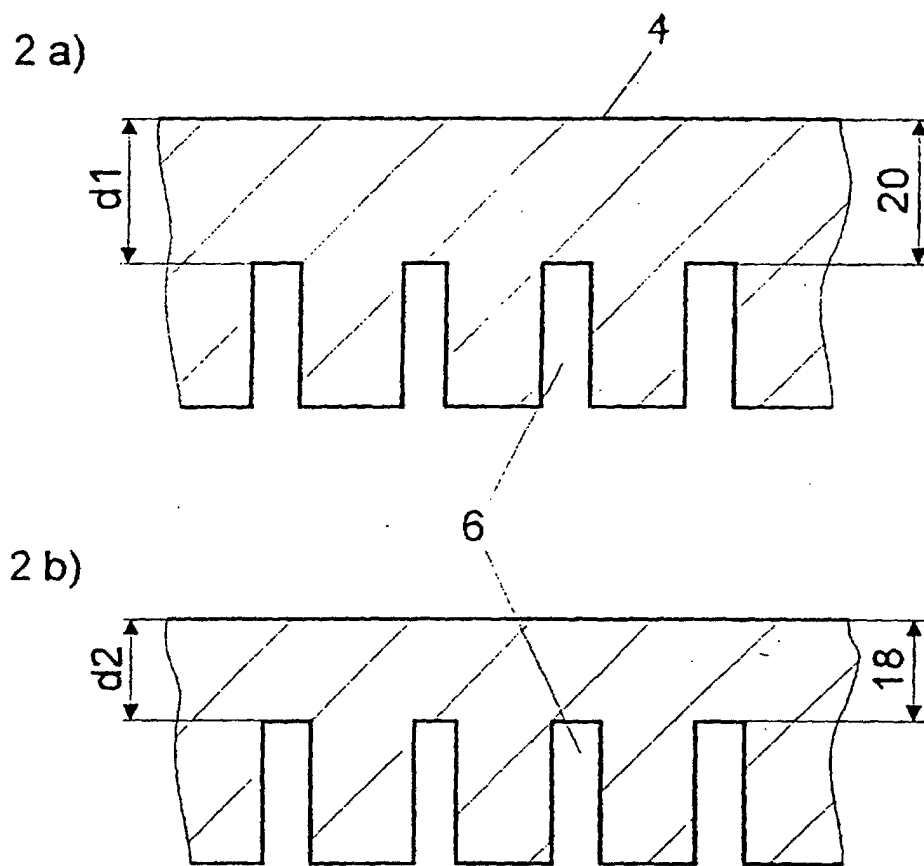


Fig. 2