

(19)



(11)

EP 3 113 895 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.07.2019 Patentblatt 2019/27

(51) Int Cl.:
B22D 7/06 ^(2006.01) **B22D 11/055** ^(2006.01)
B22D 23/10 ^(2006.01) **C22B 9/18** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15710448.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/054369

(22) Anmeldetag: **03.03.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/132237 (11.09.2015 Gazette 2015/36)

(54) VERFAHREN UND ANLAGE ZUR KÜHLUNG VON FLÜSSIGKEITSGEKÜHLTEN KOKILLEN FÜR METALLURGISCHE PROZESSE

METHOD AND PLANT FOR COOLING LIQUID-COOLED MOULDS FOR METALLURGICAL PROCESSES

PROCÉDÉ ET INSTALLATION SERVANT À REFROIDIR DES COQUILLES REFROIDIES PAR UN FLUIDE POUR DES PROCESSUS EN MÉTALLURGIE

(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

- **KUBIN, Michael**
A-8700 Leoben (AT)
- **FILZWIESER, Andreas**
A-8712 Proleb (AT)

(30) Priorität: **06.03.2014 AT 1612014**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Behrmann Wagner PartG mbB**
Maggistraße 5
Hegau-Tower (10. OG)
78224 Singen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.01.2017 Patentblatt 2017/02

(73) Patentinhaber: **INTECO special melting technologies GmbH**
8600 Bruck a.d. Mur (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2013/013788 DE-A1- 19 728 098
DE-A1-102006 002 355 JP-A- H06 277 804
JP-A- S57 187 151 JP-A- 2000 210 758
US-A- 3 157 919 US-A- 3 783 937

(72) Erfinder:

- **HOLZGRUBER, Harald**
A-8600 Bruck a.d. Mur (AT)
- **SCHERIAU, Alexander**
A-8600 Bruck (AT)

EP 3 113 895 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 ein verbessertes Verfahren zur Kühlung flüssigkeitsgekühlter Kokillen, welche in Anlagen zum Stranggießen und Umschmelzen Anwendung finden und zur Herstellung von Strängen oder Blöcken aus Stählen und Metallen wie z. B. Aluminium, Kupfer, Nickel und Kobalt und deren Legierungen verwendet werden.

[0002] Die dafür verwendeten Kokillen bestehen üblicherweise aus einem legierten oder unlegierten Kupfereinsatz, der in einen sogenannten, meist aus einer Stahl-Schweißkonstruktion bestehenden "Wassermantel" eingebaut ist, wobei die Wärmeabfuhr durch das durch den Spalt zwischen Kokilleneinsatz und Wassermantel durchlaufende Kühlwasser bewirkt wird. Die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlwassers muss dabei so groß sein, dass eine Dampfblasenbildung auf der Wasserseite des Kokilleneinsatzes vermieden wird.

[0003] Außer den oben beschriebenen, aus Kokilleneinsatz und Kühlmantel bestehenden Kokillen, werden auch sogenannte Plattenkokillen aus Kupfer eingesetzt, welche entweder über Bohrungen verfügen, durch welche die Kühlflüssigkeit geleitet wird oder aber an der Kühlwasserseite über ausgefräste Nuten verfügen, die als Kühlkanäle dienen und die durch eine aufgeschraubte Stahlplatte abgedichtet werden.

[0004] Bei allen diesen dem Stand der Technik entsprechenden Kokillenarten erfolgt die Erstarrung des flüssigen Metalls im Kontakt mit der Innenwand und die Abfuhr der Wärme von der mit dem Kühlmittel in Kontakt stehenden Außenwand des Kokilleneinsatzes.

[0005] Derartige Kokillen sind in Verwendung in Stranggießanlagen, wie auch in Anlagen zum Umschmelzen selbstverzehrender Elektroden entweder in einem heißen Schlackenbad - dem Elektroschlacke-Umschmelzverfahren - oder durch einen Lichtbogen unter Vakuum - dem Vakuum-Lichtbogen Umschmelzverfahren.

[0006] Beim Stranggießen wird das zu vergießende flüssige Metall von einem Verteilergefäß (Tundish) in eine oder mehrere wassergekühlte oszillierende Kupferkokillen vergossen. Die verwendeten Kokillen sind nach unten offen und können auch eine gewisse Konizität haben. In der Kokille entsteht eine erste tragfähige Strangschale welche kontinuierlich aus der Kokille abgezogen wird. Um die Reibung zwischen Strang und Kokillinnenwand gering zu halten und den flüssigen Stahl gegen den Atmosphäreneinfluss zu schützen, werden Gießpulverschlacken verwendet.

[0007] Bei den Umschmelzverfahren wird ein bereits erstarrter Metallblock (selbstverzehrende Elektrode) in einer elektrisch leitenden Schlacke oder unter Vakuum durch einen Lichtbogen abgeschmolzen. Der flüssige Stahl sammelt sich in einem flüssigen Metallsumpf, der sich in einer wassergekühlten Kokille befindet, und erstarrt in dieser zu einem Umschmelzblock. Beim Umschmelzen können einerseits nach unten offene Kokillen

(Gleitkokillen) und andererseits nach unten geschlossene Kokillen (Standkokillen) verwendet werden. Je nach Ausführungsart können die Kokillen eine gewisse Konizität aufweisen. Bei Verwendung einer Gleitkokille wird der Umschmelzblock nach unten aus der Kokille mit Hilfe einer verfahrbaren Bodenplatte abgezogen. Es sind auch Anlagen in Betrieb welche mit einer nach oben verfahrbaren Kokille und einer fixen Bodenplatte ausgerüstet sind.

[0008] Bei den oben genannten Verfahren erfolgt die Erstarrung des flüssigen Metalls in direktem Kontakt mit der Kupferkokille oder in Kontakt mit einer erstarrten Schlackenschicht, welche sich zwischen Strang- bzw. Umschmelzblock und Kokille bilden kann. Die Ausbildung einer festen Schlackenschicht ist hauptsächlich von den Gieß- bzw. Umschmelzparametern sowie vom Schrumpfverhalten der Stahlqualität abhängig. Dem Stand der Technik entsprechend werden die Kokillen für das Stranggießen und das Umschmelzen durch umlaufendes Wasser eines konventionellen Wasserkreislaufs gekühlt, der meist aus einem Kühlwasservorratstank, einem Pumpensatz sowie einem Wärmetauscher besteht und Schieber, Ventile, Meß- und Regelgeräte zum Zweck der Kontrolle und Steuerung des Wasserdurchlaufs aufweist.

[0009] Wasser hat üblicherweise eine vergleichsweise geringe Betriebstemperatur. Beispielfhaft kann hier eine maximale Vorlauftemperatur von 50 - 60 °C bei einer Temperaturdifferenz zwischen der Kühlwasservorlauf- und - Rücklauftemperatur (T) von etwa 10 °C genannt werden. Diese geringe Temperatur des Wassers führt zu einem starken Kühleffekt aufgrund des sich einstellenden hohen Temperaturgradienten zwischen Stahl und Kokillinnenwand. Diese starke Kühlwirkung kann zu einer Erstarrung des Meniskus des flüssigen Stahls an der Grenzlinie flüssiges Metall und Atmosphäre oder Schlacke führen. Wird der bereits erstarrte Meniskus durch lokale Strömungsturbulenzen im flüssigen Stahl oder durch einen Anstieg des flüssigen Metallspiegels in der Kokille von flüssigem Metall überflossen, kommt es zu Oberflächenfehlern, welche in der Strangguss-Literatur als sogenannte "Haken" bezeichnet werden. Beim Umschmelzen in Gleitkokillen kann es zudem beim Blockabzug zu einem Aufreißen der festen Schlackenschicht kommen. Dies ermöglicht dem flüssigen Metall ebenfalls den bereits erstarrten Meniskus zu überfließen und es kommt zu sogenannten "Tränen" oder "Metallfinnen". Dieses "Überfließen" kann auch durch eine über den Meniskus vorseilende Erstarrungsfront auftreten, welche sich aus der starken Kühlwirkung des Wassers ergibt. Diese Oberflächenfehler am fertigen Strang bzw. Umschmelzblock erschweren eine nachfolgende Weiterverarbeitung der Gussprodukte.

[0010] Aus den oben erwähnten Gründen ist es daher wünschenswert, dass die Erstarrung des flüssigen Metalls erst unterhalb des Meniskus einsetzt und dass sich flüssiges Metall vor der Erstarrungszone befindet. In diesem Fall kann eine glatte Oberflächenbildung er-

zielt werden.

[0011] Um das zu erreichen ist es erforderlich, den Temperaturgradienten im Meniskusbereich zu verringern was durch eine verringerte Wärmeabfuhr bewirkt werden kann und so eine Erstarrung des Metalls im Bereich des Meniskus verhindert.

[0012] In der Vergangenheit sind einige Versuche gemacht worden, die Wärmeabfuhr zu senken. Es ist bekannt, dass eine definierte Rauigkeit auf der Oberfläche der Kokille aufgebracht werden kann. Die in den Rillen eingeschlossene Luft wirkt isolierend auf die Wärmeabfuhr und verringert diese dadurch. In der Literatur wird auch eine Möglichkeit beschrieben, den oberen Teil der Kokille im Bereich der Grenzschicht Schlacke - Stahl durch einen Feuerfesteinsatz oder einen Keramikeinsatz zu isolieren. Es gibt auch den Vorschlag, die Kokille auf der Innenwand mit einem anderen Material als Kupfer zu beschichten.

[0013] Alle diese Verfahren waren aber nur bedingt erfolgreich bzw. haben keine reproduzierbaren Ergebnisse erbracht.

[0014] Aus der WO 2013/013788 A1 ist ein gattungsgemäßes Verfahren bekannt, bei dem die beim Abkühlen von flüssigem Metall einer Gießanlage entstehende Wärme zur Energierückgewinnung und somit zu einer Erhöhung des Wirkungsgrads der Gießanlage genutzt wird. Eine Verbesserung der Qualität von Gussblöcken durch eine entsprechende Parameterwahl bei der Eintritts- und Austrittstemperatur von Kühlmedium sowie einer bestimmten Temperaturdifferenz zwischen dem Eintritt und dem Austritt sind der genannten Schrift nicht entnehmbar.

[0015] Weiterhin sind der US 3,783,937, der DE 197 98 098 A1 und der JP H06 277804 A1 gattungsgemäße Verfahren, insbesondere unter Verwendung von Kühlwasser als Kühlmedium bekannt, bei denen es ebenfalls nicht offenbart ist, durch eine geeignete Parameterwahl des Kühlmediums eine Verbesserung der Qualität von Gussblöcken zu erzielen.

[0016] In keiner der dem heutigen Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen wurde versucht, über eine Erhöhung der Kühlmitteltemperatur die Wärmeabfuhr zu beeinflussen, da dies bei Verwendung von Wasser als Kühlflüssigkeit nur bedingt möglich ist.

[0017] Es ist das Ziel der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Anlage bereitzustellen, bei dem die Kokilleninnenwandtemperatur erhöht und dadurch die Wärmeabfuhr gesenkt wird unter Verwendung von Flüssigkeiten, welche mit höheren Betriebstemperaturen als Wasser bei Atmosphärendruck zum Einsatz kommen.

[0018] Eine Möglichkeit, auf die das erfindungsgemäße Verfahren abzielt, ist es beispielsweise den Kühlwasserkreislauf der Kokille als Druckkreislauf auszuführen. Dadurch kann die Wassertemperatur auf bis zu 180 °C gesteigert werden, was einem Wasserdruck von ca. 11 - 14 bar entspricht. Dieser Lösungsansatz erfordert eine anlagentechnische Beherrschung des Druckkreislaufes, wobei auch sicherheitstechnische Aspekte mit berück-

sichtigt werden müssen.

[0019] Eine andere, im Vergleich zu einem Druckwasserkreislauf einfachere Lösung ist es, die Kokille mit Flüssigmetall oder Salzschnmelzen zu kühlen, welche in einem dem üblichen Wasserkreislauf vergleichbaren Druckbereich betrieben werden können. Die einzige Modifikation betrifft hier die Dichtringe der bestehenden Kokillen, welche für eine Verwendung bei höheren Temperaturen geeignet sein müssen.

[0020] Für diesen Zweck geeigneten Salzschnmelzen werden in der Literatur auch als ionische Flüssigkeiten bezeichnet. Ionische Flüssigkeiten zeichnen sich dadurch aus, dass sie in einem Temperaturbereich zwischen Raumtemperatur und 600 °C, vorzugsweise zwischen Raumtemperatur und 300 °C, flüssig sind, ohne dass dafür eine Druckerhöhung notwendig ist. Im Prinzip können alle an sich bekannten ionischen Flüssigkeiten verwendet werden. Arten und Herstellungsverfahren von ionischen Flüssigkeiten sind der WO 2005/021484,

[0021] WO 2008/052860, WO 2008/052863 und WO 2013/113461 zu entnehmen. An dieser Stelle wird angemerkt, dass die Kühlung der Kokille wie bei der dem Stand der Technik entsprechenden Wasserkühlung indirekt ausgeführt ist, das heißt, das Kühlmedium kommt nicht in direkten Kontakt mit dem flüssigen zu vergießenden Metall.

[0022] Eine Anwendung von Flüssigmetallen und Salzschnmelzen für die direkte Kühlung unterhalb der Kokille eines Strangs als Alternative zu einer Sekundärkühlung mit Sprühwasser beim Stranggießen wird in der WO 2004/076096 beschrieben.

[0023] Um die Bedingungen für die Primärerstarrung während des Prozesses konstant zu halten, ist es erforderlich, eine kontrollierte und definierte Wärmeabfuhr aus der Kokille zu gewährleisten. Zu diesem Zweck wird gleich wie bei der Verwendung von Wasser als Kühlmittel entweder der Durchfluss des verwendeten Kühlmediums geregelt (durchflussgeregelt) oder andererseits eine bestimmte Temperaturdifferenz zwischen Kokillenvorlauf und -rücklauf eingestellt (T-geregelt), wobei hier höhere Temperaturdifferenzen als bei konventioneller Wasserkühlung möglich sind.

[0024] Die abgeführte Wärme wird über einen Wärmetauscher abgeführt bzw. rückgewonnen, so dass eine konstante Einlauftemperatur des Kühlmittels sichergestellt werden kann.

[0025] Durch die sehr hohe Differenz zwischen Eintritts- und Austrittstemperatur des Kühlmediums wird eine sehr große Menge an Abwärme frei, welche ganz oder teilweise in die Atmosphäre entweichen würde. Durch die Verwendung eines Wärmetauschers kann diese rückgewonnene Wärme in einen Heizkreislauf eingespeist werden. Desweiteren kann durch ein dem Wärmetauscher nachfolgendes geeignetes Aggregat ebenfalls diese Abwärme zur Dampf- und in weiterer Folge zur Stromerzeugung genutzt werden.

[0026] Ein weiterer Vorteil bei der Verwendung von Flüssigmetall oder Salzschnmelzen ist, dass bei Schäden

an der Kokille keine Reaktion des Kühlmittels mit dem zu vergießenden oder umgeschmolzenen flüssigen Metall auftritt.

[0027] Der wesentliche Effekt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass durch die Verwendung von unter erhöhtem Druck stehendem Wasser bzw. von flüssigen Metallschmelzen oder ionischen Flüssigkeiten ein positiver Effekt auf die Qualität des Stranges bzw. Umschmelzblockes erreicht wird. Durch die höhere Temperatur dieser Kühlmedien wird die Ersterstarrung des Metalls so verzögert, dass diese erst unterhalb des Meniskusbereiches einsetzt.

[0028] Bei der vorliegenden Erfindung handelt es sich um ein Verfahren zur Kühlung flüssigkeitsgekühlter, meist aus Kupfer bestehender Kokillen, zum Stranggießen oder Umschmelzen selbstverzehrender Elektroden aus Stählen bzw. Metallen, bei welchem die Kühlwirkung des verwendeten Kühlmittels im Vergleich zu Wasser dadurch stark reduziert wird, sodass die primäre Erstarrung des flüssigen Metalls verzögert wird und erst unterhalb des Meniskus im Kontakt mit der Kokillenwand erfolgt.

[0029] Die Temperaturdifferenz zwischen Kühlmiteleintritt und -austritt zur Erzielung des erfindungsgemäßen Zwecks bei Verwendung von flüssiger Metallschmelze oder ionischer Flüssigkeit als Kühlmittel beträgt dabei zwischen 5 °C und maximal 150 °C.

[0030] Für die Erzielung guter Bedingungen wird vorzugsweise eine Eintrittstemperatur des Kühlmittels bei Verwendung von Wasser als Kühlmittel zwischen 60 °C und 100 °C gewählt und die Austrittstemperatur bei Temperaturdifferenzen zwischen 40 °C und 100 °C auf 100 °C bis 200 °C eingestellt.

[0031] Um die erfindungsgemäß geforderten Temperaturen des Kühlmittels zu erreichen, kann grundsätzlich unter Druck stehendes Wasser verwendet werden. Dabei ist es erforderlich, den Druck im Kreislauf so einzustellen, dass eine Bildung von Dampfblasen im Kontakt mit der Kokillenwand verhindert wird.

[0032] Vorteilhaft ist auch die Verwendung von Metallschmelzen, die unter 100 °C flüssig sind.

[0033] Eine besonders günstige Lösung stellt die Verwendung ionischer Flüssigkeiten mit und ohne Wasseranteil dar, die über Raumtemperatur und bis mindestens 200 °C flüssig sind.

[0034] Für eine effektive Steuerung und Kontrolle der Erstarrungsvorgänge des flüssigen Metalls in der Kokille ist eine definierte Steuerung der Temperaturdifferenz zwischen Eintritt und Austritt des Kühlmittels im Bereich von mindestens 5 °C und maximal 150 °C erforderlich. Wesentlich ist dabei die Einhaltung der jeweils gewählten bzw. gewünschten Temperaturdifferenz bei einer definierten Kühlmiteleintrittstemperatur, die durch Rückkühlung des Kühlmittels in einem Wärmetauscher eingehalten werden kann.

[0035] Ein für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneter Kühlkreislauf verfügt über einen Vorratstank als Ausgleichsbehälter für das Kühlmittel und eine Umwälzpumpe, mittels welcher das Kühlmittel

durch die Stranggieß- bzw. Umschmelzkokille und einen Wärmetauscher gefördert wird, sowie entsprechende Ventile und Messgeräte zur Überwachung und Steuerung.

[0036] Der Kühlkreislauf kann sowohl offen ausgeführt sein, sodass der Vorratstank auf Atmosphärendruck liegt oder auch geschlossen mit einem unter Druck stehenden Vorratstank.

[0037] In der einzigen Figur ist schematisch ein geschlossener Kühlkreislauf für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt mit einer Kokille 1, welche als Gleit- bzw. Standkokille für den Stranggieß- bzw. Umschmelzprozess ausgeführt sein kann.

[0038] Das Kühlmittel tritt über den Zulauf 2 mit einer Temperatur T1, welche im Bereich zwischen Raumtemperatur und 300 °C liegt, in die Kokille 1 ein. Nach dem Durchströmen der Kokille 1 tritt das Kühlmittel mit einer erhöhten Temperatur T2 wieder aus dem Ablauf 3 der Kokille 1 aus ($T_2 = T_1 + \Delta T$).

[0039] Die über einen Wärmetauscher 4 abgegebene Wärmemenge kann in weiterer Folge für eine Rückgewinnung der thermischen Energie genutzt werden. Über einen Sammelbehälter 5 und eine Pumpe 6 wird das Kühlmittel wieder in die Kokille 1 geleitet.

Patentansprüche

- Verfahren zur Kühlung flüssigkeitsgekühlter, aus unlegiertem oder legiertem Kupfer bestehender Kokillen (1) zur Herstellung von Blöcken oder Strängen aus Metallen, vorzugsweise aus unlegierten oder legierten Stählen und Nickelbasislegierungen, in Anlagen zum Stranggießen oder zum Umschmelzen selbstverzehrender Elektroden unter Schlacke oder durch Lichtbogen unter Vakuum, wobei die Kühlung durch ein Kühlmittel erfolgt,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Erhöhung der Kokilleninnenwandtemperatur zur Senkung der Wärmeabfuhr bei Verwendung von unter Druck stehendem Wasser als Kühlmittel die Durchflussmenge des Wassers so eingestellt wird, dass die Eintrittstemperatur des Wassers in die Kokille (1) zwischen 60°C und 100°C und die Austrittstemperatur aus der Kokille (1) zwischen 100°C und 200°C bei einer Temperaturdifferenz zwischen 40°C und 100°C gewählt wird, wobei der Druck des Wassers so eingestellt wird, dass eine Bildung von Dampfblasen an der Kokillenwand verhindert wird, dass bei der Verwendung von flüssiger Metallschmelze als Kühlmittel eine unter 100°C flüssige Metallschmelze verwendet wird, wobei die Temperaturdifferenz zwischen dem Eintritt in die Kokille (1) und dem Austritt aus der Kokille (1) zwischen 5°C und 150°C beträgt, und dass bei der Verwendung einer ionischen Flüssigkeit als Kühlmittel eine ionische Flüssigkeit verwendet wird, die über der Raumtemperatur und bis mindestens 200°C flüssig ist, wobei die Temperaturdiffe-

renz zwischen dem Eintritt in die Kokille (1) und dem Austritt aus der Kokille (1) zwischen 5°C und 150°C beträgt, und wobei die Austrittstemperatur des Kühlmittels bei Verwendung von flüssiger Metallschmelze und ionischer Flüssigkeit mehr als 80°C beträgt.

2. Verfahren nach den Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Verwendung von Wasser als Kühlmittel das Wasser in einem geschlossenen Druckkreislauf geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmittel in einem Wärmetauscher (4) auf die gewünschte Kühlmittelseintrittstemperatur (T1) rückgekühlt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die rückgewonnene Wärme thermisch genutzt wird.

Claims

1. A method for cooling liquid-cooled molds (1) consisting of unalloyed or alloyed copper for producing blocks or strands of metals, preferably of unalloyed or alloyed steels and nickel-base alloys, in plants for strand casting or for remelting consumable electrodes under slag or by electric arc under vacuum, cooling being achieved through a coolant, **characterized in that** to increase the temperature of the inner wall of the mold in order to lower heat dissipation, when pressurized water is used as a coolant, the flow rate of the water is set in such a manner that the entry temperature of the water into the mold (1) is selected between 60 °C and 100 °C and the exit temperature from the mold (1) is selected between 100 °C and 200 °C with a temperature difference between 40 °C and 100 °C, the pressure of the water being set in such a manner that a formation of steam bubbles at the mold wall is prevented, that when liquid molten metal is used as a coolant, a molten metal that is liquid below 100 °C is used, the temperature difference between the entry into the mold (1) and the exit from the mold (1) being between 5 °C and 150 °C, and that when an ionic liquid is used as a coolant, an ionic liquid that is liquid above room temperature and up to at least 200 °C is used, the temperature difference between the entry into the mold (1) and the exit from the mold (1) being between 5 °C and 150 °C, and the exit temperature of the coolant being greater than 80 °C when liquid molten metal and ionic liquid are used.
2. The method according to claim 1, **characterized in that** when water is used as a coolant, the water is circulated in a closed pressure circuit.

3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the coolant is re-cooled to the desired coolant entry temperature (T1) in a heat exchanger (4).

- 5 4. The method according to claim 3, **characterized in that** the recovered heat is used thermally.

Revendications

1. Procédé de refroidissement de lingotières (1) en cuivre non allié ou allié refroidies par liquide pour fabriquer des blocs ou bandes métalliques, de préférence en aciers non alliés ou alliés et en alliages à base de nickel, dans des installations pour la coulée continue ou pour la refonte des électrodes consommables sous scorie ou par arc électrique sous vide, le refroidissement étant effectué par un liquide de refroidissement, **caractérisé en ce qu'**afin d'augmenter la température de la paroi intérieure de la lingotière afin d'abaisser la dissipation de chaleur, quand de l'eau pressurisée est utilisée comme liquide de refroidissement, le débit de l'eau est réglé de sorte que la température d'entrée de l'eau dans la lingotière (1) est sélectionnée entre 60 °C et 100 °C et la température de sortie de la lingotière (1) est sélectionnée entre 100 °C et 200 °C à une différence de température entre 40 °C et 100 °C, la pression de l'eau étant réglée de sorte qu'une formation des bulles de vapeur sur la paroi de la lingotière est empêchée, **en ce que** quand du métal en fusion liquide est utilisé comme liquide de refroidissement, un métal en fusion qui est liquide au-dessous de 100 °C est utilisé, la différence de température entre l'entrée dans la lingotière (1) et la sortie de la lingotière (1) étant entre 5 °C et 150 °C, et **en ce que** quand un liquide ionique est utilisé comme liquide de refroidissement, un liquide de refroidissement qui est liquide au-dessus de la température ambiante et au moins jusqu'à 200 °C est utilisé, la différence de température entre l'entrée dans la lingotière (1) et la sortie de la lingotière (1) étant entre 5 °C et 150 °C, et la température de sortie du liquide de refroidissement étant supérieure à 80 °C quand du métal en fusion et du liquide ionique sont utilisés.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** quand de l'eau est utilisée comme liquide de refroidissement, l'eau est circulée dans un circuit de pression fermé.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le liquide de refroidissement est refroidi à la température d'entrée (T1) désirée du liquide de refroidissement dans un échangeur de chaleur (4).
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce**

que la chaleur récupérée est utilisée de manière thermique.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

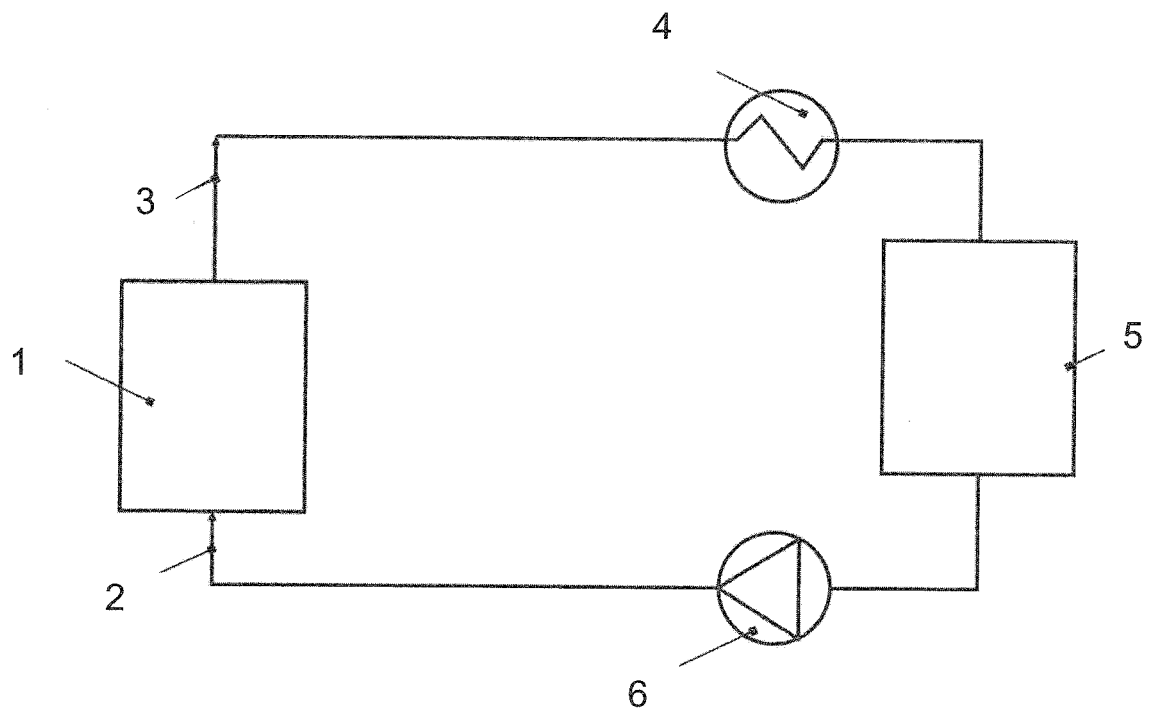


Fig. 1

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

- WO 2013013788 A1 **[0014]**
- US 3783937 A **[0015]**
- DE 19798098 A1 **[0015]**
- JP H06277804 A **[0015]**
- WO 2005021484 A **[0020]**
- WO 2008052860 A **[0021]**
- WO 2008052863 A **[0021]**
- WO 2013113461 A **[0021]**
- WO 2004076096 A **[0022]**