

(19)



(11)

EP 2 346 631 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.2015 Patentblatt 2015/30

(51) Int Cl.:
B22D 11/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09748050.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/007903

(22) Anmeldetag: **04.11.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/051981 (14.05.2010 Gazette 2010/19)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DER ERSTARRUNG EINES GIESSSTRANGES IN EINER STRANGGIESSANLAGE BEIM ANFAHREN DES GIESSPROZESSES

METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE SOLIDIFICATION OF A CAST STRAND IN A CONTINUOUS CASTING PLANT AT STARTUP OF THE CASTING PROCESS

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE COMMANDE DE LA SOLIDIFICATION D'UNE BARRE DE COULÉE DANS UNE INSTALLATION DE COULÉE CONTINUE LORS DE LA MISE EN MARCHÉ DU PROCESSUS DE COULÉE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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

(72) Erfinder: **PLOCIENNIK, Uwe**
40882 Ratingen (DE)

(30) Priorität: **04.11.2008 DE 102008055783**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.07.2011 Patentblatt 2011/30

(73) Patentinhaber: **SMS Siemag Aktiengesellschaft**
40237 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-00/05014 WO-A1-96/28772
WO-A1-2004/080628 WO-A1-2005/120747
WO-A2-2004/048016 US-B1- 6 564 119

EP 2 346 631 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 Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Gießen eines Gießstrangs in einer mit einem Prozessrechner ausgestatteten Stranggießanlage mit mindestens einer Gießmaschine, wobei der Prozessrechner eine erste Software umfasst, die in Echtzeit rechnet und den Gießprozess regelt.

[0002] Aus der WO 2000 05014 A1 ist eine Gießwalzanlage mit einem Rechenggerät bekannt, mit der verschiedene Produktionsaufträge abgewickelt werden sollen. Hierzu wird die Abfolge der von den Produktionsaufträgen zugehörigen Brammen innerhalb der Sequenzen mit dem Rechenggerät durch einen "genetischen" Algorithmus ermittelt und die Gießwalzanlage entsprechend der ermittelten Abfolge von dem Rechenggerät gesteuert. Der "genetische" Algorithmus soll in der Lage sein, "die technischen und die auftragsbedingten Restriktionen auf eine optimierte Weise zu berücksichtigen, um eine optimierte Betriebsweise der Gießwalzanlage zu ermöglichen.

[0003] Die WO 2004 048016 A2 offenbart ein Verfahren und eine Einrichtung zum Stranggießen von Brammen-, Dünnbrammen-, Vorkblock-, Vorprofil-, Knüppelsträngen und dgl. aus flüssigem Metall, insbesondere aus Stahlwerkstoff. Es ist eine Anlagensteuerung mit einem Computer vorhanden, dem die jeweils örtlichen Messwerte des Kühlmediums, der Kühlmediummenge, des Kühlmediumdrucks der Sekundärkühlzone und die Messwerte der Anstellkräfte des Stützrollengerüsts und der Oberflächentemperatur an der Sumpfspitze der metallurgischen Stranglänge online eingangsseitig zugeführt werden.

[0004] Die WO 1996 28772 A1 betrifft ein Leitsystem für eine Anlage der Grundstoff- oder der verarbeitenden Industrie, insbesondere für eine hüttentechnische Anlage. Bei einem derartigen Leitsystem soll insbesondere beim Bandgießen von Metallbändern ein besserer Produktionserfolg erreicht werden. Hierzu wird ein Leitsystem eingesetzt, das aufbauend auf eingegebenen eingegebenem Vorwissen, selbsttätig situationsgerechte Anweisungen für eine sichere und möglichst gute (optimale) Prozeßführung gibt.

[0005] Gemäß einer Ausgestaltung des Leitsystems ist vorgesehen, dass das Leitsystem ein Basis-Funktionssystem für die Anlagenkomponenten aufweist, welche die Anweisungen aus dem rechentechnisch, z. B. aus einem Prozeßmodell, vorzugsweise einem Prozeßgesamtmodell, gewonnenen Wissen, sicher in die Anlagenführung umsetzt.

[0006] Aus der US 6 564 119 B1 geht ein Verfahren zur Überwachung des Betriebs eines kontinuierlichen Gießprozesses hervor, bei dem ein multivariates statistisches Modell zum Einsatz kommt, das auch außerhalb des Produktionsprozesses gemessene Prozeßparameter verwendet, die die normale Betriebsweise der Gießanlage repräsentieren sollen. Damit sollen auch Durchbrüche in einer Gießkokille vorhergesagt werden können. Das Vorkommen einer unerwünschten Verfes-

tigung des Stahls in der Gießkokille auf der Basis eines multivariaten statistischen Modells der normalen Funktion wird vorhergesagt.

[0007] In der WO 2005 120747 A1 wird ein Verfahren zum Stranggießen eines Metallstrangs mit einer Durchlaufkokille und einer dieser nachgeordneten Strangstützeinrichtung offenbart. Zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Strang wird das Stranggießen unter Zugrundelegung eines die Belastung des Metalls während des Gießens und während des dabei stattfindenden Erstarrungsprozesses beschreibenden thermomechanischen Rechenmodells durchgeführt, mit dem online der Belastungszustand des Stranges berechnet wird. Die die Werkstoffbelastung beeinflussende Variable, wie zum Beispiel die zur Kühlung des Stranges vorgesehene spezifische Kühlmenge wird während des laufenden Gießprozesses eingestellt. Hierbei wird zur Ausbildung des gewünschten rissfreien Gefüges ein die Rissempfindlichkeit des Gefüges und die in der Struktur des Gefüges gespeicherte Rissbildungsenergie beschreibendes Rechenmodell eingesetzt.

[0008] In der WO 2004 080628 A1 wird eine Gießwalzanlage zum Erzeugen eines Stahlbandes beschrieben, bei der alle Komponenten der Anlage über technologische Regelkreise geführt werden. Zur integrierten Einstellung der technologischen Regelkreise umfasst die Anlage ein auf der Basis von mathematischen Modellen arbeitendes Leitsystem, das die Flüssigstahl-Vorrichtung, die Flüssigstahl-Zugabevorrichtung, die Gießeinrichtung, die Reduktionseinrichtung, die Umlenkeinrichtung, das Walzwerk und die Haspeleinrichtung der Gießwalzanlage miteinander verbindet. Die einzelnen Anlagenteile werden in Bezug auf ihr Zusammenwirken in Abstimmung aufeinander derart geführt, dass die Auswirkungen der Regelschritte eines Anlagenteils auf in Massenflussrichtung folgende Anlagenteile berücksichtigen.

[0009] Beim Stranggießen von Stahl wird die Erstarrung durch die Primärkühlung des Stahls in der Kokille und die Sekundärkühlung im Bereich der Strangführung erreicht. Innerhalb der Strangführung wird Wasser oder ein Wasser-Luft-Gemisch unter Druck in den zwischen den Strangführungsrollen freibleibenden Bereichen direkt auf die Strangschale gespritzt; dadurch wird dem Strang Wärme entzogen. Der Verlauf der Erstarrung lässt sich in verschiedene Phasen einteilen. In der Kokille erstarrt zunächst eine dünne Strangschale mit einer Stärke von einigen Millimetern, die sich durch ein feinkörniges Gefüge auszeichnet. Wegen der hohen Erstarrungsgeschwindigkeit können Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung durch Diffusion praktisch nicht ausgeglichen werden. Deshalb weicht die Zusammensetzung der Legierungselemente in der Strangschale von den Anteilen der jeweiligen Elemente in der Schmelze ab. Beispielsweise reichern sich einige Elemente in der Schmelze an.

[0010] Mit zunehmender Dicke der Strangschale verschlechtert sich der Wärmetransport vom flüssigen Stahl

im Strangkern durch die Strangschale nach außen. Es beginnt eine Phase der gerichteten dendritischen Erstarrung, wobei die Hauptachsen der Dendriten entlang der Wärmeflussrichtung ausgerichtet sind. Auch hier ist die Erstarrungsgeschwindigkeit noch so hoch, dass sich einige Legierungselemente in der Restschmelze weiter anreichern. Ein Teil der angereicherten Schmelze bleibt zwischen den Dendritenarmen zurück, so dass sich die chemische Zusammensetzung der erstarrten Strangschale innerhalb kurzer Abstände ändern kann. In Abhängigkeit von der Fließfähigkeit der erstarrenden Restschmelze verhindern die geometrischen Verhältnisse zwischen den wachsenden Strangschalen ab einem bestimmten Zeitpunkt, d. h. bei Erreichen des sogenannten kritischen Sumpfdurchmessers, den weiteren Austausch der Schmelze. Mit dem Verfahren der Weichreduktion, der sogenannten "Soft Reduction", wie sie beispielsweise bereits aus der EP 0 450 391 B1 bekannt ist, steht jedoch eine Methode zur Verminderung unerwünschter Seigerungseffekte zur Verfügung. Hierbei wird die Strangdicke im Bereich der Enderstarrung durch äußere Kräfte zusätzlich zur thermischen Schrumpfung reduziert, um so die verstärkte Volumenreduktion des flüssigen Strangkerns auszugleichen und das Ansaugen angereicherter Restschmelze zu verhindern.

[0011] Aus dem Aufsatz "Soft Reduction von Knüppeln auf der Stranggießanlage S0 der Saarstahl AG" (stahl und eisen 127 (2007) Nr. 2, Seiten 43 - 50, ist ein Verfahren bekannt, durch das mit geringem Aufwand die Wirkung der Soft Reduction, d. h. der Weichreduktion, auf die Innenqualität des Gießstrangs beurteilt werden kann. Dazu werden im Bereich der Sekundärkühlung alle diejenigen Rollen angehoben, die an der Soft Reduction beteiligt sind oder sich hinter dem Bereich der Soft Reduction befinden. Aus diesem Aufsatz ist es ferner bekannt, mit Hilfe mathematisch-physikalischer Modelle die Temperatur, die Sumpfspitze oder die Position des kritischen Sumpfdurchmessers zu regeln. Stellgrößen für die Regelvorgänge sind die Wassermenge der Sekundärkühlung und die Gießgeschwindigkeit.

[0012] Es ist die Aufgabe der Erfindung, die Produktivität bei der Herstellung eines Gießstrangs zu verbessern, indem schon, nachdem erst wenige Meter einer Brammen, eines Vorblocks oder Knüppels eines Metallstrangs gegossen worden sind, die gewünschten Materialbedingungen eingehalten werden.

[0013] Erfindungsgemäß wird dieser Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass eine zweite zusätzliche, schnell rechnende Software in dem Prozessrechner den Gießprozess während der Anfangsphase eines neu einsetzenden Gießprozesses oder bei einer Parameteränderung des zu gießenden Gießstrangs während des laufenden Prozesses beeinflusst, indem die zweite Software aktuell gewonnene Daten aus dem laufenden Gießprozess und/oder gespeicherte Daten aus einer Datenbank verarbeitet und Korrekturfaktoren erzeugt, mit deren Hilfe die zweite Software korrigierte Solldaten für den Gieß-

prozess erzeugt, bis zu dem Zeitpunkt, ab dem der Gießprozess mit den in Echtzeit errechneten Daten vollständig dargestellt wird und die erste Software ausschließlich mit diesen Daten den Gießprozess regelt.

[0014] Auf diese Weise gelingt es, die Länge des üblicherweise als nicht verwertbar verworfenen Strangmaterials zu reduzieren, insbesondere in der Anfahrphase des Gießprozesses. Herkömmlich ist oft eine Stranglänge von bis zu 25 m einer Bramme oder eines Vorblocks nicht verwertbar. Berücksichtigt man, dass vielfach bis zu sechs Stränge von Vorblöcken oder zwei Stränge von Brammen parallel gegossen und gerichtet werden, ergibt sich daraus nach dem Stand der Technik ein Verlust einer gesamten Vorblocklänge von 150 m, der durch die Erfindung vermieden wird..

[0015] Da man jedoch in der Anfahrphase mindestens die Länge des Bereichs der Sekundärkühlung des Gießstrangs benötigt, bis die für die reguläre Ermittlung der Solldaten, wie beispielsweise der Menge des Kühlwassers, eingesetzte, in Echtzeit rechnende erste Software des Anlagenrechners die Regelgröße überprüfen kann, und da weitere Zeit vergeht, bis die Regelgröße eingehalten werden kann, wird gemäß der Erfindung eine zweite Software in demselben Anlagenrechner eingesetzt, um auf diese Weise die erforderlichen Regelparameter von außen zuführen zu können, so dass im Unterschied zum Stand der Technik nahezu ab Beginn des Gießprozesses, d. h. ab dem Entstehen eines Gießstrangs unterhalb der Gießkokille, kein nicht verwertbares Strangmaterial mehr anfällt. Durch die Erfindung wird die Produktivität gesteigert, indem schon in den ersten gegossenen Metern die für den laufenden Betrieb vorgegebenen Werte oder Wertbereiche des gegossenen Strangs eingehalten werden können. Dies wird dadurch erreicht, dass parallel zu der in Echtzeit rechnenden ersten Software eine weitere Software installiert wird, die schnell rechnende zweite Software zur Erzeugung der Solldaten zu Prozessbeginn oder beim Wechsel von Prozessparametern, wie der Dicke und Breite des Gießstrangs.

[0016] Die Aufgabe der zweiten Software besteht darin, mit den Prozessparametern und den Sollgrößen (Soll-Temperatur, Soll-Position des kritischen Sumpfdurchmessers oder der Soll-Sumpfspitze) beim Gießstart oder beim Einschalten der Regelung schon die notwendigen Kühlmittelmengen (Wassermengen) zu ermitteln. Dies ist besonders wichtig, da die Sollgrößen stark von den aktuellen Prozessparametern wie der Ist-Analyse, der Überhitzung der Schmelze, der aktuellen Kühlmitteltemperatur des Kühlmittels (Wasser) der Sekundärkühlung und der Wärmeabfuhr in der Kokille beeinflusst werden.

[0017] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und der einzigen Figur.

[0018] Vorzugsweise verwendet die zweite Software sowohl Prozessparameter als auch Sollgrößen des Gießprozesses.

[0019] In vorteilhafter Weise werden als Sollgrößen die Soll-Gießgeschwindigkeit, insbesondere bei größeren Strangquerschnitten des Gießstrangs, die Soll-Temperatur des Gießstrangs an einer vorgegebenen Position oder die Solltemperaturen an mehreren vorgegebenen Positionen, insbesondere an der Oberfläche, die Soll-Position des kritischen Sumpfdurchmessers (CMD) (CMD = critical mushy diameter) und/oder die Soll-Sumpfspitze des Gießstrangs im Bereich des Ausgangs der Gießmaschine eingesetzt. Unter größeren Strangquerschnitten sind insbesondere solche von mehr als 200 mm zu verstehen. Vorzugsweise werden als Prozessparameter das Ergebnis einer Stahlanalyse, Temperaturen der Metallschmelze im Tundish, in der Gießkokille, Kühlwassermengen zur Kühlung der Kokille und des Sekundärkühlbereichs sowie Kühlwassertemperaturen des Kühlwassers zur Kühlung der Kokille und im Sekundärkühlbereich verwendet.

[0020] Mit Vorteil lässt sich auch vorsehen, dass, wenn entweder die erste Software und/oder die zweite Software ausgeschaltet sind, eine dritte Software für den Datentransfer zwischen der Stranggießanlage und der ersten und der zweiten Software bewirkt, dass nach dem Einschalten der ersten und der zweiten Software für einen festgelegten Zeitraum die Solldaten für den Stranggießprozess ausschließlich unter Verwendung von in der Datenbank gespeicherten Daten erzeugt werden.

[0021] Ebenso ist es vorteilhaft, wenn die zweite Software eine Datenbank mit hinterlegten Prozessdaten umfasst, die mittels einer Simulations- oder Replay-Funktion den Ablauf eines durchgeführten Gießprozesses nachträglich simuliert.

[0022] Von Vorteil ist es ebenfalls, wenn die zweite Software eine modifizierte Simulations- oder Replay-Funktion nutzt, um die Totzeit bis zum Einsatz der ersten Software zu reduzieren.

[0023] Zusätzlich wird in vorteilhafter Weise vorgesehen, dass eine Vorrichtung zum Messen der Stranglänge des Gießstrangs misst und dass bei Überschreiten einer vorgegebenen Stranglänge die Replay-Funktion einschaltbar ist.

[0024] In der Regel wird die Erfindung als Softwarelösung zur Verbesserung der Funktionen eines an sich bekannten Rechners einer Stranggießanlage mit wenigstens einer Stranggießkokille realisiert. Die Erfindung kann jedoch alternativ auch in Form eines zusätzlichen Rechners oder eines mit zusätzlichen Arbeitsspeichern ausgestatteten Rechners verwirklicht werden.

[0025] In diesem Fall bezieht sich die Erfindung auch auf eine Vorrichtung zur Steuerung des Gießprozesses in einer Stranggießanlage mit einer in Echtzeit rechnenden Regeleinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens, wie es oben beschrieben wurde.

[0026] Die Vorrichtung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Schnellrechner zur Bereitstellung von Solldaten und Prozessdaten in der Anfangsphase des Gießprozesses oder beim Wechsel des zu gießenden Metalls oder der Metallegierung während

des laufenden Gießprozesses aufweist und dass die Regeleinrichtung anstelle der in Echtzeit errechneten Daten die von dem Schnellrechner zur Verfügung gestellten Daten verwendet.

[0027] Vorzugsweise umfasst die Vorrichtung eine Datenbank mit hinterlegten Prozessdaten, wobei der Schnellrechner mittels einer Simulations-Funktion (Replay-Funktion) den Ablauf eines durchgeführten Gießprozesses nachträglich simuliert. Zusätzlich ist vorgesehen, dass die in der Datenbank hinterlegten Prozessdaten während der Anfangsphase des Gießprozesses oder bei einem Wechsel innerhalb des laufenden Gießprozesses durch die Regeleinrichtung verwendbar sind.

[0028] Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn der Schnellrechner eine modifizierte Simulations-Funktion nutzt, um die Totzeit bis zum Einsatz der regulären Regeleinrichtung zu reduzieren.

[0029] Nachstehend wird die Erfindung in einem Ausführungsbeispiel anhand der einzigen Figur näher erläutert. Diese zeigt in schematischer Weise den Datentransfer innerhalb der Stranggießanlage.

[0030] Um die Berechnung möglichst schnell durchführen zu können, werden zu Beginn eines Gießprozesses einer Software 1 (Figur) zur Erzeugung von Solldaten für den Prozess zum Gießen des Gießstrangs gleichzeitig mit der in Echtzeit rechnenden Software 2 alle Prozessdaten 3 von einem Gießstrang 4 über eine Datenschnittstelle 5 zugeführt. Jedoch erhält die Software 1 nicht die aktuelle Gießgeschwindigkeit, sondern die beispielsweise in einem Kühlprogramm, das die Daten zum Kühlen des Strangs erzeugt, abgespeicherte Soll-Gießgeschwindigkeit und die Sollgrößen. Mit diesen Informationen simuliert die Software 1 wesentlich schneller als in Echtzeit den Stranggießprozess und regelt innerhalb der Simulation durch Veränderung der Stellgrößen wie Wassermenge und Gießgeschwindigkeit die Sollgrößen. Hierdurch wird es möglich, die in dem Gießprozess notwendigen Kühlmittelmengen zum Erreichen der Sollgrößen schnellstmöglich bereitzustellen. Die Software 1 ermittelt einen aktuellen Korrekturfaktor 6 für die spezielle Kühlmittelbeaufschlagung während der Anfangsphase des Gießprozesses; der Korrekturfaktor 6 wird über die Schnittstelle 5 an den Schaltungsteil zum Rechnen mit der Software 2 weitergeleitet. Diese erzeugt daraufhin Solldaten 7 für die Kühlmittelmenge, insbesondere die Wassermenge, und sendet diese über die Schnittstelle 5 an den Gießstrang 4. Sämtliche Daten werden an eine Datenbank 8 übertragen.

[0031] Aus der Datenbank 8 entnimmt die Software 1 Daten 9 aus früheren Gießprozessen, die sich für die Regelung der Anfangsphase des gerade ablaufenden Gießprozesses verwerten lassen und die über die Datenschnittstelle 5 an die Software 1 abgegeben werden. Insbesondere ist dies dann möglich und erforderlich, wenn beispielsweise aufgrund eines Bedienungsversehens die Rechenanlage mit Ausnahme der Datenschnittstelle 5 und der zu der Datenschnittstelle 5 zugehörigen

Software für eine Weile nicht eingeschaltet war. Wenn dann die Rechenanlage eingeschaltet wird, übernimmt die Software 2 zunächst die erforderlichen Daten aus der Datenbank 8, die über die Datenschnittstelle 5 zur Verfügung gestellt werden.

[0032] Bei größeren Strangquerschnitten ist eine Regelung auf eine Soll-Position des kritischen Sumpfdurchmessers im Gießstrang mit Hilfe des Kühlmittels nicht geeignet, weil hierbei die Gefahr zu niedriger Oberflächentemperaturen besteht, die zu Oberflächenbeschädigungen des Strangs führen. In diesem Fall ist eine Regelung der Gießgeschwindigkeiten für die Regelung des kritischen Sumpfdurchmessers (CMD = critical mushy diameter) besser geeignet.

[0033] Modifizierte Replay-Funktionen ermöglichen dem Betreiber der Stranggießanlage, in der Vergangenheit durchgeführte Güsse nochmals zu simulieren. Dies erfolgt mittels der in der Datenbank 8 hinterlegten Prozessdaten.

[0034] Eine weitere Möglichkeit, den Ausschuss oder die Qualitäts-Abwertung von stranggegossenem Material zu verringern, besteht darin, eine modifizierte Replay-Funktion zu nutzen, wenn die Software 1 und/oder die Software 2 des Rechners zu spät eingeschaltet wurden. Die modifizierte Replay-Funktion ermöglicht, die Totzeit bis zum Einsetzen des Rechenprozesses mit der Software 1, 2 zu reduzieren, indem die Simulation nicht in Echtzeit, sondern mit maximaler Rechengeschwindigkeit erfolgt.

[0035] Dies wird erreicht, indem beim Einschalten der Software 1, 2 die aktuelle Gießlänge geprüft wird. Ist die Gießlänge größer als beispielsweise zehn Meter wird automatisch die Replay-Funktion eingeschaltet. Der Software werden jetzt nicht die aktuellen Prozessdaten zugeführt, sondern mit Hilfe der Replay-Funktion die in der Datenbank 8 abgespeicherten Prozessdaten übermittelt. Die Software 1, 2 rechnet dann so schnell wie möglich, und erst, wenn die simulierte Gießlänge mit der aktuellen Gießlänge übereinstimmt, schaltet die Software 1, 2 wieder in den normalen Regelmodus, bei dem die aktuellen Prozessdaten in Echtzeit verarbeitet werden.

Bezugszeichenliste

[0036]

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1 | Software |
| 2 | Software |
| 3 | Prozessdaten |
| 4 | Gießstrang |
| 5 | Datenschnittstelle |
| 6 | Korrekturfaktor |
| 7 | Solldaten |
| 8 | Datenbank |
| 9 | Daten aus früheren Gießprozessen |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Gießen eines Gießstrangs (4) in einer mit einem Prozessrechner ausgestatteten Stranggießanlage mit mindestens einer Gießmaschine, wobei der Prozessrechner eine erste Software (2) umfasst, die in Echtzeit rechnet und den Gießprozess regelt,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine zweite zusätzliche Software (1) in dem Prozessrechner den Gießprozess während der Anfangsphase eines neu einsetzenden Gießprozesses oder bei einer Parameteränderung des zu gießenden Gießstrangs während des laufenden Prozesses beeinflusst, indem die zweite Software (1) aktuell gewonnene Daten aus dem laufenden Gießprozess und/oder gespeicherte Daten aus einer Datenbank (8) verarbeitet und Korrekturfaktoren erzeugt, mit deren Hilfe die zweite Software (1) korrigierte Solldaten für den Gießprozess erzeugt, bis zu dem Zeitpunkt, ab dem der Gießprozess mit den in Echtzeit errechneten Daten vollständig dargestellt wird und die erste Software (2) ausschließlich mit diesen Daten den Gießprozess regelt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Software (1) sowohl Prozessparameter als auch Sollgrößen des Gießprozesses verwendet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Sollgrößen die Soll-Gießgeschwindigkeit, die Soll-Temperatur des Gießstrangs (4) an einer vorgegebenen Position oder die Solltemperaturen an mehreren vorgegebenen Positionen, die Soll-Position des kritischen Sumpfdurchmessers (CMD) (CMD = critical mushy diameter) und/oder die Soll-Position der Sumpfspitze des Gießstrangs (4) im Bereich des Ausgangs der Gießmaschine oder unterhalb des Ausgangs eingesetzt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Sollgröße die Soll-Gießgeschwindigkeit bei größeren Strangquerschnitten des Gießstrangs (4) eingesetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Sollgröße die Soll-Gießgeschwindigkeit bei Strangquerschnitten von mehr als 200 mm eingesetzt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Solltemperaturen an der Oberfläche ein-

gesetzt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Prozessparameter das Ergebnis einer Stahlanalyse, Temperaturen der Metallschmelze im Tundish, in der Gießkokille, Kühlwassermengen zur Kühlung der Kokille und des Sekundärkühlbereichs sowie Kühlwassertemperaturen des Kühlwassers zur Kühlung der Kokille und im Sekundärkühlbereich verwendet werden. 5
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn entweder die erste Software (2) oder die zweite Software (1) ausgeschaltet ist oder wenn sowohl die erste Software (2) als auch die zweite Software (1) ausgeschaltet sind, eine dritte Software (5) für den Datentransfer zwischen der Stranggießanlage und der ersten und der zweiten Software (2, 1) bewirkt, dass nach dem Einschalten der ersten und der zweiten Software (2, 1) für einen festgelegten Zeitraum die Solldaten für den Stranggießprozess ausschließlich unter Verwendung von in der Datenbank gespeicherten Daten erzeugt werden. 10 20 25
9. Verfahren zum Einsatz einer Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeleinrichtung während des laufenden Gießprozesses anstelle der in Echtzeit errechneten Daten die von dem Prozessrechner zur Verfügung gestellten Daten verwendet. 30
10. Verfahren zum Einsatz einer Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Prozessrechner mittels einer Simulationsfunktion (Replay-Funktion) den Ablauf eines durchgeführten Gießprozesses nachträglich simuliert und dass die in der Datenbank (8) hinterlegten Prozessdaten während der Anfangsphase des Gießprozesses oder bei einem Wechsel innerhalb des laufenden Gießprozesses durch die Regeleinrichtung verwendet werden. 35 40 45
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Prozessrechner eine modifizierte Simulationsfunktion nutzt, um die Totzeit bis zum Einsatz der regulären Regeleinrichtung zu reduzieren. 50
12. Vorrichtung zur Steuerung des Gießprozesses in einer Stranggießanlage Vorrichtung zur Steuerung des Gießprozesses in einer Stranggießanlage mit einer in Echtzeit rechnenden Regeleinrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-11 mit einer in Echtzeit rechnenden Re-

geleinrichtung zur Durchführung eines **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Prozessrechner zur Bereitstellung von Solldaten und Prozessdaten in der Anfangsphase des Gießprozesses oder beim Wechsel des zu gießende Metalls oder der Metallierung während des laufenden Gießprozesses aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12 **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Datenbank (8) mit hinterlegten Prozessdaten umfasst.

Claims

1. Method of casting a cast strip (4) in a continuous casting plant, which is equipped with a process computer, with at least one casting machine, wherein the process computer comprises first software (2) which computes in real time and regulates the casting process, **characterised in that** second, additional, software (1) in the process computer influences the casting process during the initial phase of a newly instituted casting process or in the case of parameter change of the cast strip, which is to be cast, during the current process in that the second software (1) processes instantaneous obtained data from the current casting process and/or stored data from a databank (8) and generates correction factors with the help of which the second software (1) produces corrected target data for the casting process up to a point in time from which the casting process is fully represented by the data computed in real time and the first software (2) regulates the casting process exclusively by these data. 15 20 25 30 35 40 45
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the second software (1) employs not only process parameters, but also target variables of the casting process.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the target casting speed, the target temperature of the cast strip (4) at a predetermined position or the target temperatures at a plurality of predetermined positions, the target position of the critical liquid-phase diameter (CMD) (CMD = critical mushy diameter) and/or the target position of the liquid-phase end of the cast strip (4) in the region of the outlet of the casting machine or below the outlet is or are used as target variables.
4. Method according to claim 3, **characterised in that** the target casting speed in the case of greater strip cross-sections of the cast strip (4) is used as target variable.
5. Method according to claim 3 or 4, **characterised in**

that the target casting speed in the case of strip cross-sections of more than 200 millimetres is used as target variable.

6. Method according to any one of claims 3 to 5, **characterised in that** the target temperatures at the surface are used. 5
7. Method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the result of a steel analysis, temperatures of the metal melt in the tundish, in the casting mould, cooling water quantities for cooling the mould and the secondary cooling region as well as cooling water temperatures of the cooling water for cooling the mould and in the secondary cooling region are used as process parameters. 10 15
8. Method according to any one of claims 1 to 7m, **characterised in that** if either the first software (2) or the second software (1) is switched off or if both the first software (2) and the second software (1) are switched off a third software (5) for data transfer between the continuous casting plant and the first and second software (2, 1) has the effect that after switching-on of the first and second software (2, 1) the target data for the continuous casting process are for a fixed period of time generated exclusively with use of data stored in the databank. 20 25
9. Method for using a device according to claim 12 or 13, **characterised in that** the regulating device during the current casting process uses, instead of the data computed in real time, data made available by the process computer. 30
10. Method of using a device according to claim 13, **characterised in that** the process computer subsequently simulates the course of a casting process, which is carried out, by means of a simulation function (replay function) and that the process data filed in the databank (8) are used by the regulating device during the initial phase of the casting process or in the case of a change within the current casting process. 35 40
11. Method according to claim 10, **characterised in that** the process computer uses a modified simulation function in order to reduce the dead time until use of the normal regulating device. 45
12. Device for controlling the casting process in a continuous casting plant with a regulating device, which computes in real time, for carrying out a method according to any one of claims 1 to 11, **characterised in that** it comprises a high-speed computer for providing target data and process data in the initial phase of the casting process or in the case of change of the metal to be cast or the metal alloy during the 50 55

current casting process.

13. Device according to claim 12, **characterised in that** it comprises a databank (8) with filed process data.

Revendications

1. Procédé pour la coulée continue d'une barre de coulée continue (4) dans une installation de coulée continue équipée d'un calculateur de processus, comprenant au moins une machine à couler en continu, le calculateur de processus comprenant un premier logiciel (2) qui calcule en temps réel et qui règle le processus de coulée continue, **caractérisé en ce qu'un deuxième logiciel supplémentaire (1) dans le calculateur de processus influence le processus de coulée continue au cours de la phase de démarrage d'un nouveau processus de coulée continue à mettre en oeuvre ou lors d'une modification d'un ou de plusieurs paramètres de la barre de coulée continue qui doit faire l'objet d'une coulée en continu pendant le processus en cours, par le fait que le deuxième logiciel (1) traite des données récupérées en temps réel à partir du processus de coulée continue en cours et/ou des données enregistrées à partir d'une banque de données (8) et génère des facteurs de correction, à l'aide desquels le deuxième logiciel (1) génère des données de consigne corrigées pour le processus de coulée continue, jusqu'au moment où le processus de coulée continue est représenté complètement avec les données calculées en temps réel, et où le premier logiciel (2) règle le processus de coulée continue à titre exclusif avec ces données.** 10 15 20 25 30 35
2. Procédé selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le deuxième logiciel (1) utilise aussi bien des paramètres opératoires que des valeurs de consigne du processus de coulée continue. 40
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'on met en oeuvre à titre de valeurs de consigne, la vitesse de consigne de coulée continue, la température de consigne de la barre de coulée continue (4) à un endroit prédéfini ou les températures de consigne à plusieurs endroits prédéfinis, la position de consigne du diamètre critique du cône liquide (CMD) (CMD = critical mushy diameter) et/ou la position de consigne de la pointe du cône de la barre de coulée continue (4) dans la zone de sortie de la machine à couler en continu ou en dessous de la sortie. 45 50
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'on met en oeuvre, à titre de valeur de consigne, la vitesse de consigne de coulée continue dans le cas de sections transversales plus importantes de la barre de coulée continue (4). 55

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'on met en oeuvre, à titre de valeur de consigne, la vitesse de consigne de coulée continue dans le cas de sections transversales de la barre de coulée continue supérieures à 200 mm. 5
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce qu'**on met en oeuvre les températures de consigne à la surface. 10
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**on utilise, à titre de paramètres opératoires, le résultat d'une analyse de l'acier, des températures du métal liquide dans le panier de coulée, dans la lingotière, des quantités d'eau de refroidissement pour le refroidissement de la lingotière et de la zone de refroidissement secondaire, ainsi que des températures de l'eau de refroidissement pour le refroidissement de la lingotière et dans la zone de refroidissement secondaire. 15 20
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que**, lorsque soit le premier logiciel (2), soit le deuxième logiciel (1) est mis hors circuit ou bien lorsqu'aussi bien le premier logiciel (2) que le deuxième logiciel (1) sont mis hors circuit, un troisième logiciel (5) pour le transfert de données entre l'installation de coulée continue et le premier et le deuxième logiciel (2, 1) fait en sorte que, après la mise en circuit du premier et du deuxième logiciel (2, 1), dans un laps de temps déterminé, les données de consigne pour le processus de coulée continue sont générées exclusivement en utilisant des données mémorisées dans la banque de données. 25 30 35
9. Procédé pour l'utilisation d'un dispositif selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage, pendant le processus de coulée continue en cours, utilise, à la place des données calculées en temps réel, les données qui sont mises à disposition par le calculateur de processus. 40
10. Procédé pour l'utilisation d'un dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le calculateur de processus simule ultérieurement au moyen d'une fonction de simulation (fonction de réexécution) le déroulement d'un processus de coulée continue qui a été mis en oeuvre, et **en ce que** le dispositif de réglage utilise les données opératoires enregistrées dans la banque de données (8), au cours de la phase de démarrage du processus de coulée continue ou lors d'un échange au sein du processus de coulée continue en cours. 45 50
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** le calculateur de processus utilise une fonction de simulation modifiée afin de réduire le temps mort jusqu'à l'activation du dispositif de réglage ré- 55
- gulier.
12. Dispositif pour la commande du processus de coulée continue dans une installation de coulée continue comprenant un dispositif de réglage qui calcule en temps réel pour la mise en oeuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'**il présente un calculateur rapide pour la mise à disposition de données de consigne et de données opératoires dans la phase de démarrage du processus de coulée continue ou lors d'un échange du métal ou de l'alliage métallique qui doit être soumis à une coulée continue pendant le processus de coulée continue en cours.
13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**il comprend une banque de données (8) comprenant des données opératoires enregistrées.

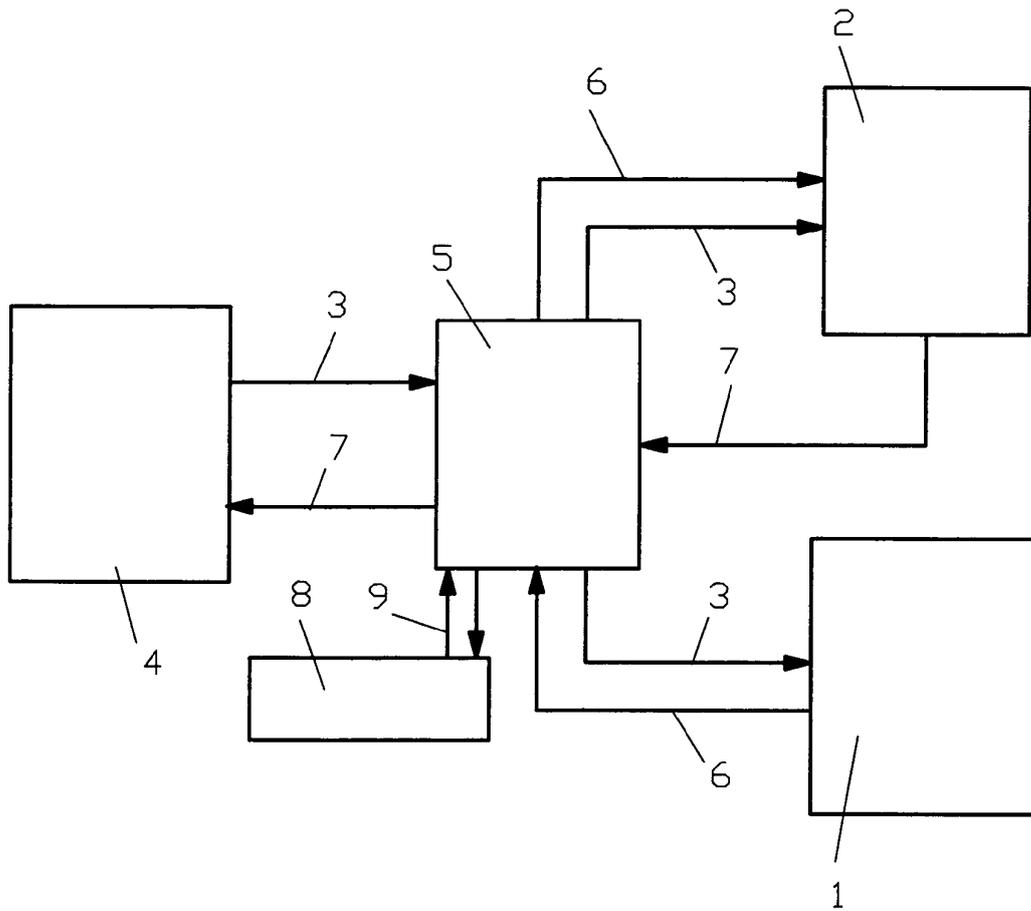


FIG.1

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 200005014 A1 **[0002]**
- WO 2004048016 A2 **[0003]**
- WO 199628772 A1 **[0004]**
- US 6564119 B1 **[0006]**
- WO 2005120747 A1 **[0007]**
- WO 2004080628 A1 **[0008]**
- EP 0450391 B1 **[0010]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *Soft Reduction von Knüppeln auf der Stranggießanlage S0 der Saarstahl AG, 2007, vol. 127 (2), 43-50*
[0011]