

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 885 675 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.10.2002 Patentblatt 2002/44

(51) Int Cl.7: **B22D 11/16**

(21) Anmeldenummer: **98110735.2**

(22) Anmeldetag: **12.06.1998**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Durchbruchfrüherkennung beim Stranggiessen von Stahl mit einer oszillierenden Kokille**

Method and apparatus for foreseeing a break-out during continuous casting of steel with an oscillating mould

Méthode et appareil de prédiction de rupture en coulée continu d'acier avec une lingotière oscillante

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

(30) Priorität: **16.06.1997 DE 19725433**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.12.1998 Patentblatt 1998/52

(73) Patentinhaber: **SMS Demag AG
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder: **Pleschiutchnigg, Fritz-Peter, Prof.
Dr.-Ing.
47269 Duisburg (DE)**

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte Hemmerich, Valentin, Gihlske,
Grosse,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 389 139 DE-A- 3 806 583
DE-A- 4 442 087**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 220 (M-169), 5. November 1982 & JP 57 124563 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK), 3. August 1982**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 193 (M-822), 9. Mai 1989 & JP 01 018553 A (KAWASAKI STEEL CORP), 23. Januar 1989**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 041 (M-194), 18. Februar 1983 & JP 57 190760 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 24. November 1982**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 097 (M-134), 5. Juni 1982 & JP 57 032866 A (KAWASAKI STEEL CORP), 22. Februar 1982**

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 0 885 675 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchbruchfrüherkennung beim Stranggießen von Stahl mit einer mit Kupferplatten ausgebildeten, oszillierenden Kokille, durch fortlaufende und vergleichende Messung von Betriebsparametern, wobei zur Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer zielgenauen Beurteilung von Anzeichen einer akuten Durchbruchs-Tendenz zwei zu vergleichende Meßdaten sowohl miteinander, als auch mit Meßdaten wenigstens einer dritten Meßreihe gekoppelt und online analysiert werden.

[0002] Verfahren zur Durchbruchfrüherkennung beim Stranggießen von Stahl mit einer mit Kupferplatten ausgebildeten oszillierenden Kokille sind bisher nur im Versuchsstadium bekannt und basieren bspw. auf Thermo-elementen mit Zungen in den Kupferplatten der Kokillen. Die Durchbruchfrüherkennung wird als wichtiges Betriebsmittel angesehen, um insbesondere beim Gießen von Dünnbrammen bspw. mit einer Geschwindigkeit bis zu 6 m/Minute und darüber hinaus die Risiken und Betriebsausfälle bei Durchbrüchen der noch äußerst empfindlichen Strangschale zu vermeiden. Dabei werden Ungleichmäßigkeiten der Temperaturverteilung in den Kupferplatten über die Gießzeit gemessen, analysiert und aus den Ergebnissen Signale abgeleitet, die als Kriterien für einen Durchbruch gelten sollen.

[0003] Wegen der relativ großen Wärmekapazität der Kupferplatten reagiert das bekannte Verfahren mit erheblicher Zeitverzögerung und kann daher nur mit erheblichen Einschränkungen als einigermaßen sicher gelten.

[0004] Bei einem anderen Verfahren wird mit Hilfe von Beschleunigungsmessern versucht, durchbruchrelevante Störungen in der Bewegungsform bezüglich dreier Raumachsen während der Kokillenoszillation zu erfassen. Mängel bei diesem System treten insofern auf, als diese Messungen nicht immer einen Durchbruch eindeutig mit hoher Wahrscheinlichkeit erfassen. Dies hat zur Folge, dass vom Meßsystem vor einem Durchbruch entweder Fehlalarme ausgelöst oder ein Alarm zu spät bzw. überhaupt nicht gegeben wird.

[0005] Aus der DE 24 15 224 C3 ist eine Plattenkokille für Brammen bekannt, deren Kokillenwände Kühlkammern besitzen, die begrenzte Kühlbereiche umfassen. an die Wasserzu- und -abflußleitungen der Breitseiten sind Meßglieder zur Bestimmung der abgeführten Wärmemenge bzw. der Kühlleistungen angeschlossen. Weiterhin wird in den Meßgliedern gleichzeitig ein Durchschnittswert der Kühlleistung der Kühlkammern gebildet, welcher einem Durchschnittsbildner zugeleitet wird, mit dem die Konizität der Schmalseiten gesteuert werden kann. Eine Durchbruchfrüherkennung mit zufriedenstellender Genauigkeit ist aufgrund der Messung der Wärmeströme in der Kokille nicht durchführbar.

[0006] Aus der DE 41 17 073 C2 ist es bekannt, mit Hilfe einer kalorimetrischen Messung an einer Bram-

menkokille den integralen und spezifischen Wärmetransport an jeder einzelnen Kupferplatte zu bestimmen. Ein Vergleich der spezifischen Wärmeströme von der dem Stahl zugewandten Kupferplattenseite zur wassergekühlten Seite speziell der Schmalseiten, mit denen der zwei Breitseiten ermöglicht die Regelung der Schmalseitenkonizität unabhängig von den im einzelnen gewählten Gießparametern. Auch diese bekannte Vorrichtung eignet sich nicht für eine einigermaßen sichere Früherkennung einer akuten Durchbruchgefahr.

[0007] Die DE 195 29 931 C1 beschreibt eine Plattenkokille zur Erzeugung von Strängen aus Stahl, insbesondere Dünnbrammen, deren Breitseitenwände mindestens drei nebeneinanderliegende und voneinander unabhängige Kühlsegmente aufweisen. In der dem Strang zugewandten Wandung der Kammern sind Temperaturfühler angeordnet, mit denen mindestens die Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Kammern bzw. Zonen erfaßt werden. Eine Anregung, diese Mittel zur bereichsweisen Temperaturerfassung bei einer Kokille weiter auszubauen und für eine Durchbruchfrüherkennung in Anspruch zu nehmen, ist diesem Dokument ebenfalls nicht zu entnehmen.

[0008] Außerdem sind Systeme bekannt, bei denen mittels in der Kokillenwand eingelassener Thermo-elemente die Temperaturänderung und Verteilung über die Gießzeit beobachtet und über Differenzwertbildung eine Durchbruchsicherung aufgebaut wird.

[0009] Auch ist eine Beschleunigungsmessung der Kokille mit Hilfe von mindestens drei Beschleunigungsmessgebern auf der Kokille bekannt, die Abweichungen in der Kokillenbewegung (Taumeln) als Durchbruchkriterium erfassen.

[0010] Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchbruchfrüherkennung anzugeben, mit der eine höchstmögliche Wahrscheinlichkeit für eine zielgenaue Beurteilung von Anzeichen einer akuten Durchbruchs-Tendenz beim Stranggießen von Stahl ermöglicht wird. Dabei soll das Verfahren und die Vorrichtung möglichst weitgehend mit bekannten Mitteln und Meßvorrichtungen durchführbar sein.

[0011] Die Lösung der Aufgabe gelingt bei einem Verfahren zur Durchbruchfrüherkennung beim Stranggießen von Stahl der im Oberbegriff von Anspruch 1 genannten Art mit der Erfindung dadurch, dass die örtliche und zeitliche Temperatur-Verteilung in den Kupferplatten gemessen und die erhaltenen Meßdaten analysiert, und dass als dritte Meßreihe der von der Wirksamkeit der Schmierung abhängige Reibungs-Teilkraftschluß zwischen Kokille und Gießstrang unterhalb der Kokille durch vergleichende Messung der Kokillenoszillation und der Strangoszillation gemessen und die dabei erhaltenen Meßdaten zusammen mit den Meßdaten aus der Temperatur-Verteilung sowie dem Weg-Zeit-Verhalten der Kokille gekoppelt und das Ergebnis rechnerisch analysiert wird.

[0012] Diesem Verfahren liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Wahrscheinlichkeit der Sicherheit einer eindeutigen Früherkennung eines Durchbruchs mit der Verknüpfung mehrerer Systeme untereinander signifikant steigt.

[0013] Hierbei ist berücksichtigt, dass die Strangoszillation als resultierende Bewegung aus der Kokillenoszillation und des Koeffizienten der Begleitreibung zwischen Strang und Kokille entsteht. Dabei wird die sich während einer Strangoszillation aufbauende Reibkraft zwischen Kokille und Strangschale bspw. durch folgende Parameter beeinflusst:

- Ölschmierung oder
- Gießschlackenschmierung und
- Art der Kupferplatte mit und ohne Beschichtung, z. B. Cr, Ni, etc.

[0014] Dieser Teil-Kraftschluß bzw. auch der Effekt der Schmierung zwischen Kokille und Strang kann bspw. mit Hilfe einer Zeilenkamera bestimmt werden. Durch vergleichende Messungen der Strangoszillation unterhalb der Kokille mit der Kokillenoszillation, die mit Hilfe von Beschleunigungsmessern an der Kokille durchgeführt werden, kann die Reibung

$$R = \mu \times N$$

zwischen Strangschale und Kokille sowie insbesondere Störungen in der Gleichförmigkeit der Reibung über den Strangumfang, z.B. die Strangbreite, insbesondere einer Dünnbramme, gemessen werden.

[0015] Infolgedessen sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, dass vergleichende Messungen von Kokillenoszillation und Strangoszillation an unterschiedlichen Umfangsbereichen von Kokille und Strang durchgeführt werden.

[0016] Eine entsprechende Ausgestaltung des Verfahrens sieht daher vor, dass die an unterschiedlichen Umfangsbereichen der Kokille bzw. des Stranges auftretenden Störungen in der Gleichförmigkeit der Reibung durch vergleichende Messungen über den Strangumfang bzw. über die Strangbreite lokalisiert werden.

[0017] Entsprechendenfalls sieht eine Ausgestaltung des Verfahrens vor, dass die Kokillenoszillation und die mit dieser zu vergleichende Strangoszillation bevorzugt an vier Eckpunkten der Kokille gemessen, und fortlaufend verglichen und dabei Störungen mittels Analyse der erhaltenen Meßdaten in einer Auswertelektronik erkannt und mit vorgegebenen, durchbruchsrelevanten Signalen verglichen und bei erkennbarer Durchbruchstendenz Maßnahmen zur Verhinderung eines Durchbruchs eingeleitet werden. Zu diesem Zweck kann eine Absenkung der Gießgeschwindigkeit und/oder eine Änderung von Zugabemenge oder Zusammensetzung des Schmiermittels vorgenommen werden. In besonders kritischen Fällen kann eine Kombination beider

Maßnahmen zur Durchführung gebracht werden.

[0018] Zweckmäßig kann die Beobachtung der Strangoszillation unter Verwendung einer Zeilenkamera durchgeführt werden. Dabei wird dann die Erscheinung genutzt, dass an der Außenseite der Strangschale oszillationsbedingte Markierungen sichtbar sind, die bei entsprechender Einstellung von der Zeilenkamera erkannt und ausgewertet werden. Wie bereits eingangs dargelegt, kann zur Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer zielgenauen Beurteilung von Anzeichen einer akuten Durchbruch-Tendenz eine Auswertung der Meßergebnisse der Kokillen- und Strangbewegung einerseits und des Temperaturfeldes in den Kokillenplatten oder des Weg-Zeit-Verhaltens der Kokillenbewegung andererseits gekoppelt werden.

[0019] Eine Vorrichtung zur Durchbruchfrüherkennung beim Stranggießen von Stahl mit einer mit Kupferplatten ausgebildeten, von einem Schwingungserreger in oszillierende Schwingungen erregbaren Plattenkokille, wobei diese eine Meß- und Auswerteinrichtung besitzt, umfaßt die folgenden Elemente

- wenigstens einen Beschleunigungsmesser für die Oszillation,
- eine Anzahl von Thermoelementen in den Kokillenplatten,
- eine Zeilenkamera zur Erkennung der Strangoszillation,
- einen Geschwindigkeitsmesser für Stranggießgeschwindigkeit,
- eine Auswertelektronik für die Oszillationsbeschleunigung,
- eine Auswertelektronik für Temperaturmessungen in den Kokillenplatten,
- eine Auswertelektronik für die Strangoszillation,
- eine zentrale Auswertungs-Recheneinheit,
- einen Frühwarnungssignalgeber.

[0020] Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Erläuterung eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen. Es zeigen

Figur 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung,

Figur 2 ein Diagramm der Oszillationsbewegungen von Kokille und Strang bei einer auftretenden Störung der Gleichförmigkeit,

Figur 3 ein Oszillationsdiagramm mit signifikanter Tendenz eines Durchbruchs.

[0021] Figur 1 zeigt eine Vorrichtung zur Durchbruchfrüherkennung beim Stranggießen von Stahl mit einer mit Kupferplatten 2, 3 ausgebildeten, von einem Schwingungserreger 5 in oszillierende Schwingungen erregbaren Plattenkokille 1, insbesondere zur Durch-

führung des Verfahrens nach der Erfindung. Diese umfaßt eine Meß- und Auswerteeinrichtung mit folgenden Elementen: wenigstens einen Beschleunigungsmesser 10.1 - 10.4 für die Oszillation, eine Anzahl von Thermoelementen 11 in den Kokillenplatten, eine Zeilenkamera 12 zur Erkennung der Strangoszillation, einen Geschwindigkeitsmesser 13 für Stranggießgeschwindigkeiten, eine Auswertelektronik 21 für Temperaturmessungen in den Kokillenplatten, eine Auswertelektronik 22 für die Strangoszillation, eine zentrale Auswertungs-Recheneinheit 30 sowie einen Frühwarnungssignalgeber.

[0022] Die Funktion der Vorrichtung ist folgende:

[0023] Sobald die Auswertungs-Recheneinheit 30 eine durchbruchgefährliche Kombination von Meßdaten aus den einzelnen Auswertelektronik-Einheiten 20 - 22 empfängt, erzeugt sie einen Impuls zur Frühwarnung und gibt diesen an den Signalgeber 31 weiter, der seinerseits, symbolisiert durch die Ziffer 100, eine Abwehrmaßnahme einleitet, bspw. auf Stellglieder zur Verringerung der Gießgeschwindigkeit 13 oder zur vermehrten Aufgabe von Schmiermitteln 40 einwirkt.

[0024] Figur 1 zeigt weiter ein zylinderförmiges Tauchgießrohr 4 zur Aufgabe von flüssigem Stahl 41 und den aus der Unterseite der Kokille 1 austretenden Gußstrang 6 mit deutlich erkennbaren Oszillations-Markierungen 7 an dessen Umfang. An vier Eckpunkten der Kokille 1 sind Beschleunigungsmesser 10.1 bis 10.4 angeordnet und mit der Oberseite der Kokille 1 fest verbunden. Diesen Beschleunigungsmessern sind die Meßleitungen 15.1 bis 15.4 zugeordnet und der Auswertungs-Elektronik 20 aufgeschaltet. Weiterhin sind dieser Auswertungs-Elektronik 20 auch die Signale der Schwingungserreger 5 mit den Meßleitungen 25.1 und 25.2 aufgeschaltet, wodurch Störungen im Weg-Zeit-Verhalten der Kokillenbewegung in Abweichung von der zwangsweise induzierten Oszillations-Erregung der Oszillatoren 5 erfaßt werden können.

[0025] Die Ergebnisse der Bilderfassung von Oszillationsmarken mit Hilfe der Zeilenkamera 12 sind mit der Meßleitung 12.1 der Auswertelektronik 22 aufgeschaltet, die ihrerseits ein moduliertes Signal an die zentrale Auswert-Einheit 30 weiterleitet. Und schließlich sind in den Breitseiten Platten der kupfernen Kokillenwände 2 eine Anzahl von darin eingebetteten Temperaturfühlem 11 gezeigt, deren Meßdaten mit einer vieladrigen Meßleitung 11.1 der Meß- und Auswert-Elektronik 21 zugeleitet und nach deren Auswertung ein Signal an die zentrale Auswert-Einheit 30 weitergeleitet wird. Unter dem Begriff einer vieladrigen Meßleitung 11.1 soll verstanden werden, dass jedes einzelne Thermoelement 11 ein individuelles Meßergebnis über eine individuelle Ader der Meßleitung 11.1 an die Elektronik 21 weitergibt und bspw. dadurch in der Lage ist, die örtliche Gleichförmigkeit oder Ungleichförmigkeit der Temperaturverteilung einer gekühlten Platte zu lokalisieren.

[0026] Außerdem kann die Temperaturdifferenzmessung des Kokillenkühlwassers pro Kokillenplatte 2, 2.1

mit zur Auswertung und zur Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der Durchbruchfrüherkennung herangezogen werden. Hierbei kann sowohl der integrale Wert pro Kokillenplatte 2, 2.1; 3, 3.1 als auch partielle integrale Werte im Falle der Breitseiten 2a-z; 2.1 a-z herangezogen werden.

[0027] Figur 2 zeigt zwei Oszillogramme A und B. Oszillogramm A zeigt den typischen Verlauf einer Störung im Weg-Zeit-Verhalten der Kokille 1, bspw. infolge einer auftretenden Störung in der Gleichförmigkeit der Reibung zwischen Kokille und Strang. Vergleichend dazu zeigt das Oszillogramm B ein reziprokes Schwingungsverhalten des Gußstranges 6. Unter der Annahme einer dramatischen Verschlechterung des Gleitreibungs-Koeffizienten zwischen den Innenwänden der Kokille und der sich bildenden Strangschale verbrauchen die sich aufbauenden Schwingungen mehr Arbeit, weshalb bei gleichbleibender Frequenz die Amplitude der Kokille 1 von anfänglich H_1 auf H_2 absinkt, während gleichzeitig durch mehr Haftreibung die Strangschale des Stranges 6 stärker in Schwingungen erregt wird und daher ihre ursprüngliche Amplitude h_1 in h_2 vergrößert wird, so dass die entsprechenden Auswert-Elektroniken zweifelsfrei eine Störung in Schmierungsverhalten mit der Folge eines erhöhten Teilkraftschlusses analysieren können.

[0028] Figur 3 zeigt das Oszillogramm C für eine normal ablaufende Kokillenoszillation D für eine normale Strangoszillation ohne Störungen. Mit C1 ist eine auffällige Oszillation der Kokille eingezeichnet. Mit D1 ist eine auffällige Strangoszillation eingezeichnet. Anhand der schraffiert dargestellten Felder C-D zwischen normaler Oszillation C der Kokille und normaler Oszillation D des Gußstranges läßt sich ableiten, dass ein normales Schmierverhalten bzw. ein normaler, auslegungsgemäß zu erwartender Teilkraftschluß zwischen Kokille und Strangschale vorhanden ist. Dagegen zeigt das schraffiert dargestellte Feld C1 - D1 ein Durchbruchkriterium, da ein auffälliges Schmierverhalten (Mängelschmierung) oder ein erhöhter Teilkraftschluß zwischen Kokille und Strangschale mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Veränderung des Feldes C-D in Richtung C1-D1 geführt hat.

[0029] In diesem Falle würde dann bspw. der Frühwarnungs-Signalgeber 31 mit einem Befehl an die Stellglieder 100 bspw. die Gießgeschwindigkeit 13 z.B. mittels des Rollenantriebs der Stranggießanlage reduzieren und zugleich die Schmiermittelaufgabe 40 im Sinne einer effektiveren Schmierung ändern. Das zeitkontrollierte Absinken der Gießgeschwindigkeit kann zwischen 50% und 100% für eine maximale Zeit von 2 Minuten erfolgen. Auf diese Weise könnte durch eine zielgenaue Frühwarnung ein tatsächlicher Durchbruch von flüssigem Stahl sicher verhindert werden. Ist der Durchbruch verhindert, erfolgt ein kontrolliertes Beschleunigen des Stranges auf Soll-Geschwindigkeit.

Bezugszeichenübersicht

[0030]

1	Plattenkokille	
2, 2.1	Kupferplatte, Breitseite	
2 a-z}	Temperaturdifferenzmessung	
2.1 a-z}	pro Breitseite	
3, 3.1	Kupferplatte, Schmalseite	
4	Tauchgießrohr	10
5	Schwingungserreger	
6	Gußstrang	
7	Oszillationsmarkierungen	
8 9 10.1-10.4	Beschleunigungsmesser	
11	Thermoelemente	15
11.1	Meßleitung von 11	
12	Zeilenkamera	
12.1	Meßleitung von 12	
13	Geschwindigkeitsmesser	
14 15.1-15.4	Meßleitungen	20
16	Thermoelemente von 2; 2.1 zur Temperaturdifferenzmessung	
16.1	Meßleitung von 16	
18 19 20	Auswertelektronik für Oszillationsbeschleunigung	25
21	Auswertelektronik für Temperaturmessung	
22	Auswertelektronik für Strangoszillation	
23	Auswertelektronik für Temperaturdifferenzmessung	30
24 25.1; 25.2	Meßleitungen von 5	
26 27 28 29 30	Zentrale Auswertungs-Recheneinheit	
31	Frühwarnsignalgeber	35
40	Schmiermittelaufgabe	
41	flüssiger Stahl	
100	Stellglieder	40
A	Oszillogramm Kokille	
B	Oszillogramm Gußstrang	
H ₁	Amplitude der Kokille ohne Störung	
H ₂	Amplitude der Kokille nach Störung	
h ₁	Amplitude des Stranges ohne Störung	45
h ₂	Amplitude der Kokille nach Störung	
C	Oszillogramm für normale Kokillenbewegung	
D	Oszillogramm für normale Gußstrangbewegung	50
C ₁	Oszillogramm für auffällige Kokillenbewegung	
D ₁	Oszillogramm für auffällige Gußstrangbewegung	
C-D	Kriterium für normales Schmierverhalten bzw. normalen Teilkraftschluß	55
C ₁ - D ₁	Kriterium für Durchbruchfrüherkennung	

Patentansprüche

- Verfahren zur Durchbruchfrüherkennung beim Stranggießen von Stahl mit einer mit Kupferplatten ausgebildeten, oszillierenden Kokille (1), durch fortlaufende und vergleichende Messung von Betriebsparametern, wobei zur Erhöhung der Wahrscheinlichkeit einer zielgenauen Beurteilung von Anzeichen einer akuten Durchbruchstendenz zwei zu vergleichende Meßdaten sowohl miteinander, als auch mit Meßdaten wenigstens einer dritten Meßreihe gekoppelt und online analysiert werden, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die örtliche und zeitliche Temperatur-Verteilung in den Kupferplatten gemessen und die erhaltenen Meßdaten analysiert, und dass als dritte Meßreihe der von der Wirksamkeit der Schmierung abhängige Reibungs-Teilkraftschluß zwischen Kokille und Gießstrang (6) unterhalb der Kokille (1) durch vergleichende Messung der Kokillenoszillation und der Strangoszillation gemessen und die Meßdaten zusammen mit den Meßdaten aus der Temperatur-Verteilung sowie dem Weg-Zeit-Verhalten der Kokille gekoppelt und das Ergebnis rechnerisch analysiert wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** vergleichende Messungen von Kokillenoszillation und Strangoszillation an unterschiedlichen Umfangsbereichen von Kokille und Strang durchgeführt werden.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die an unterschiedlichen Umfangsbereichen der Kokille bzw. des Stranges auftretenden Störungen in der Gleichförmigkeit der Reibung durch vergleichende Messungen über den Strangumfang bzw. die Strangbreite lokalisiert werden.
- Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Kokillenoszillation und die mit dieser zu vergleichende Strangoszillation bevorzugt an den vier Eckpunkten der Kokille gemessen und fortlaufend verglichen und dabei Störungen mittels Analyse der erhaltenen Meßdaten in einer Auswert-Elektronik erkannt und mit vorgegebenen, durchbruchrelevanten Signalen verglichen und bei erkennbarer Durchbruchstendenz Maßnahmen zur Verhinderung eines Durchbruchs eingeleitet werden.
- Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Temperaturdifferenzmessung des Kokil-

len-Kühlwassers zwischen Ein- und Auslauf je Kokillenplatte (2, 2.1; 3, 3.1) sowohl integral als auch partiell und integral je Kokillenbreite (2; 2.1) vorgenommen wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass als Maßnahmen zur Durchbruchverhinderung bevorzugt eine Absenkung der Gießgeschwindigkeit und/oder Änderung von Zugabemenge oder Zusammensetzung des Schmiermittels vorgenommen wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Beobachtung der Strangoszillation unter Verwendung einer Zeilenkamera durchgeführt wird.

8. Vorrichtung zur Durchbruchfrüherkennung beim Stranggießen von Stahl mit einer mit Kupferplatten (2, 3) ausgebildeten, von einem Schwingungserreger (5) in oszillierende Schwingungen erregbaren Plattenkokille (1), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei diese eine Meß- und Auswerteinrichtung besitzt und die folgenden Elemente umfaßt:

- wenigstens einen Beschleunigungsmesser (10.1 - 10.4) für die Oszillation,
- eine Anzahl von Thermoelementen (11) in den Kokillenplatten,
- eine Zeilenkamera (12) zur Erkennung der Strangoszillation,
- einen Geschwindigkeitsmesser (13) für Stranggießgeschwindigkeit,
- eine Auswertelektronik (20) für die Oszillationsbeschleunigung,
- eine Auswertelektronik (21) für Temperaturmessungen in den Kokillenplatten,
- eine Auswertelektronik (22) für die Strangoszillation,
- eine zentrale Auswertungs-Recheneinheit (30),
- einen Frühwarnungssignalgeber (31).

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Meß- und Auswerteinrichtung zusätzlich Thermoelemente (16) zur Temperaturdifferenzmessung (a-z) über die Kokillenbreite (2, 2.1) aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Frühwarnungs-Signalgeber (31) mit Stell-

gliedern (100) bevorzugt zum zielkontrollierten Absenken der Gießgeschwindigkeit verbunden ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass in der Verbindung von Frühwarnungs-Signalgeber (31) und den Stellgliedern (100) ein Zeitschalter angeordnet ist.

Claims

1. Method of early fissure recognition in the continuous casting of steel with an oscillating chill mould (1) constructed with copper plates, by continuous and comparative measurement of operating parameters, wherein for increase in the probability of a timely assessment of indications of an acute tendency to fissuring two items of measurement data to be compared are coupled not only with one another but also with measurement data of at least a third series of measurements and analysed on-line, **characterised in that** the temperature distribution in the copper plates in terms of time and position is measured and the obtained measurement data are analysed and that as third measurement series the frictional partial force couple, which is dependent on the effectiveness of the lubrication, between chill mould and cast strip (6) below the chill mould (1) is measured by comparative measurement of the chill mould oscillation and the strip oscillation and the measurement data are coupled together with the measurement data from the temperature distribution as well as with the travel/time behaviour of the chill mould and the result is computer-analysed.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** comparative measurements of chill mould oscillation and strip oscillation are carried out at different peripheral regions of chill mould and strip.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** disturbances, which occur at different peripheral regions of the chill mould or the strip, in the uniformity of the friction are localised by comparative measurements over the strip periphery or the strip width.
4. Method according to one or more of claims 1 to 3, **characterised in that** the chill mould oscillation and strip oscillation to be compared therewith are preferably measured at the four corner points of the chill mould and continuously compared and **in that** case disturbances are recognised by means of analysis of the obtained measurement data in an electronic evaluating system and compared with predetermined, fissure-relevant signals and, in the case of recognisable tendency to fissuring, meas-

ures for prevention of a fissure are initiated.

5. Method according to one or more of claims 1 to 4, **characterised in that** the temperature difference measurement of the chill mould cooling water between inlet and outlet per chill mould plate (2, 2.1; 3, 3.1) is undertaken not only integrally but also partially and integrally for each chill mould wide side (2; 2.1).

6. Method according to one or more of claims 1 to 5, **characterised in that** as measures for prevention of fissuring preferably a reduction in the casting speed and/or a change in feed quantity or composition of the lubricant is or are undertaken.

7. Method according to one or more of claims 1 to 6, **characterised in that** observation of the strip oscillation is carried out with use of a line camera.

8. Device for early fissure recognition in the continuous casting of steel with a plate chill mould (1) which is constructed with copper plates (2, 3) and is excitable by an oscillation exciter (5) into oscillating oscillations, particularly for carrying out the method according to at least one of the preceding claims, wherein this has measuring and evaluating equipment and comprises the following features:

- at least one accelerometer (10.1 to 10.4) for the oscillation,
- a number of thermoelements (11) in the chill mould plates,
- a line camera (12) for recognition of the strip oscillation,
- a speed meter (13) for strip casting speed,
- an electronic evaluations system (20) for the oscillation acceleration,
- an electronic evaluating system (21) for temperature measurements in the chill mould plates,
- an electronic evaluating system (22) for the strip oscillation,
- a central evaluating computer unit (30) and
- an early-warning signal transmitter (31).

9. Device according to claim 8, **characterised in that** the measuring and evaluating equipment additionally comprises thermoelements (16) for the temperature difference measurement (a-z) over the chill mould wide side (2, 2.1).

10. Device according to claim 8 or 9, **characterised in that** the early-warning signal transmitter (31) is connected with setting elements (100) preferably for controlled lowering of the casting speed in targeted manner.

11. Device according to claims 8 to 10, **characterised in that** a time switch is arranged in the connection of early-warning signal transmitter and the setting elements (100).

Revendications

1. Procédé pour la prédiction d'une rupture lors de la coulée continue d'acier avec une coquille (1) oscillante exécutée en plaques de cuivre, par une mesure continue et comparative de paramètres de fonctionnement, en reliant pour augmenter la probabilité d'une évaluation ciblée et précise d'indications d'une tendance aiguë à la rupture, deux données de mesure à comparer l'une avec l'autre ainsi qu'avec des données de mesure d'au moins un troisième série de mesure et en les analysant en ligne, **caractérisé en ce qu'on** mesure la répartition de température locale et dans le temps dans les plaques de cuivre et qu'on analyse les données de mesure obtenues et **en ce qu'on** mesure comme troisième série de mesures la force d'adhérence partielle de frottement dépendant de l'efficacité de la lubrification entre la coquille et le produit coulé (6) sous la coquille (1) par une mesure comparative de l'oscillation de la coquille et de l'oscillation du produit coulé et **en ce qu'on** relie les données de mesure aux données de mesure provenant de la répartition de température ainsi que du comportement parcours-temps de la coquille et **en ce que** le résultat est analysé par calcul.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** réalise des mesures comparatives de l'oscillation de la coquille et de l'oscillation du produit coulé en différentes zones périphériques de la coquille et du produit coulé.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les perturbations dans l'uniformité du frottement apparaissant en différentes zones périphériques de la coquille ou du produit coulé sont localisées par des mesures comparatives via la périphérie du produit coulé ou la largeur du produit coulé.

4. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'oscillation de la coquille et l'oscillation du produit coulé à comparer avec celle-ci est de préférence mesurée aux quatre coins de la coquille et est comparée en continu et que les perturbations sont déterminées par analyse des données de mesure obtenues dans un dispositif électronique d'évaluation et comparées avec des signaux prédéfinis révélateurs d'une rupture et que des mesures sont prises dans le cas de l'identification d'une tendance à la rupture pour em-

pêcher une rupture.

5. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la mesure de la différence de température de l'eau de refroidissement de la coquille entre l'entrée et la sortie de chaque plaque (2, 2.1 ; 3, 3.1) de coquille est réalisée de manière intégrale ainsi que partielle et intégrale par côté large (2 ; 2.1) de coquille. 5
6. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les mesures prises pour empêcher la rupture sont de préférence une diminution de la vitesse de coulée et/ou une modification de la quantité alimentée ou de la composition du lubrifiant. 10 15
7. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'observation de l'oscillation du produit coulé est réalisée en utilisant une caméra à lignes entrelacées. 20
8. Dispositif pour la prédiction d'une rupture lors de la coulée continue d'acier avec une coquille (1) à plaques formée de plaques en cuivre (2, 3) pouvant être mise en oscillation par un oscillateur (5), en particulier pour la réalisation du procédé selon au moins l'une quelconque des revendications précédentes, celui-ci présentant un dispositif de mesure et d'évaluation et comprenant les éléments suivants : 25 30
 - au moins un dispositif de mesure de l'accélération (10.1 - 10.4) pour l'oscillation,
 - un certain nombre de thermoéléments (11) dans les plaques de la coquille, 35
 - une caméra à lignes entrelacées (12) pour la détection de l'oscillation du produit coulé,
 - un dispositif de mesure de la vitesse (13) pour la vitesse de coulée, 40
 - un dispositif électronique d'évaluation (20) pour l'accélération de l'oscillation,
 - un dispositif électronique d'évaluation (21) pour des mesures de température dans les plaques de la coquille, 45
 - un dispositif électronique d'évaluation (22) pour l'oscillation du produit coulé,
 - une unité centrale de calcul et d'évaluation (30),
 - un indicateur de signal d'avertissement précoce (31). 50
9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de mesure et d'évaluation présente en outre des thermoéléments (16) pour la mesure de la différence de température (a-z) sur le côté large de la coquille (2, 2.1). 55

10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** l'indicateur du signal d'avertissement précoce (31) est relié à des éléments de réglage (100), de préférence pour la diminution contrôlée et ciblée de la vitesse de coulée.

11. Dispositif selon la revendication 8 à 10, **caractérisé en ce qu'on** a disposé un interrupteur à minuterie dans la jonction de l'indicateur du signal d'avertissement précoce (31) et des éléments de réglage (100).

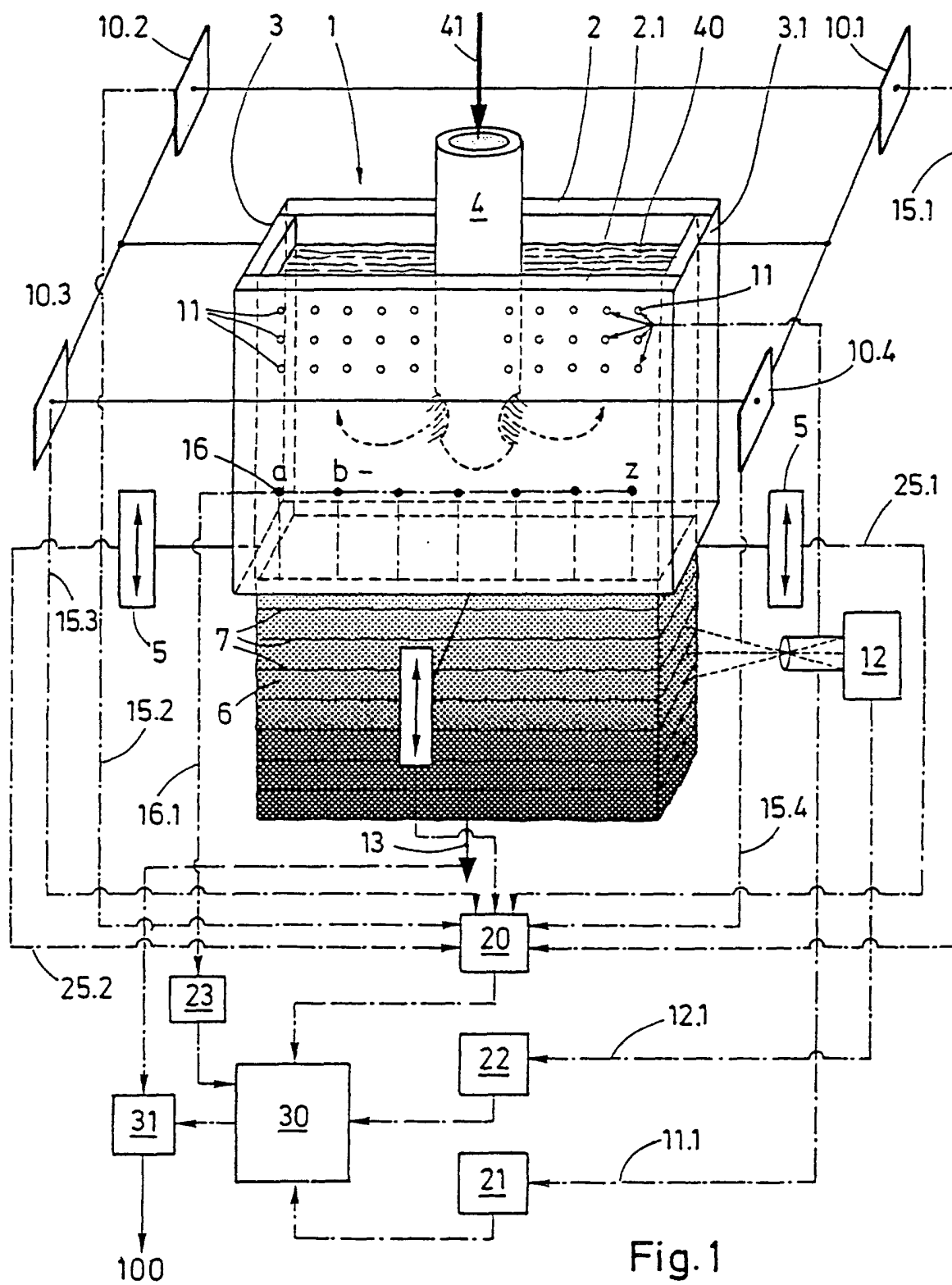


Fig. 2

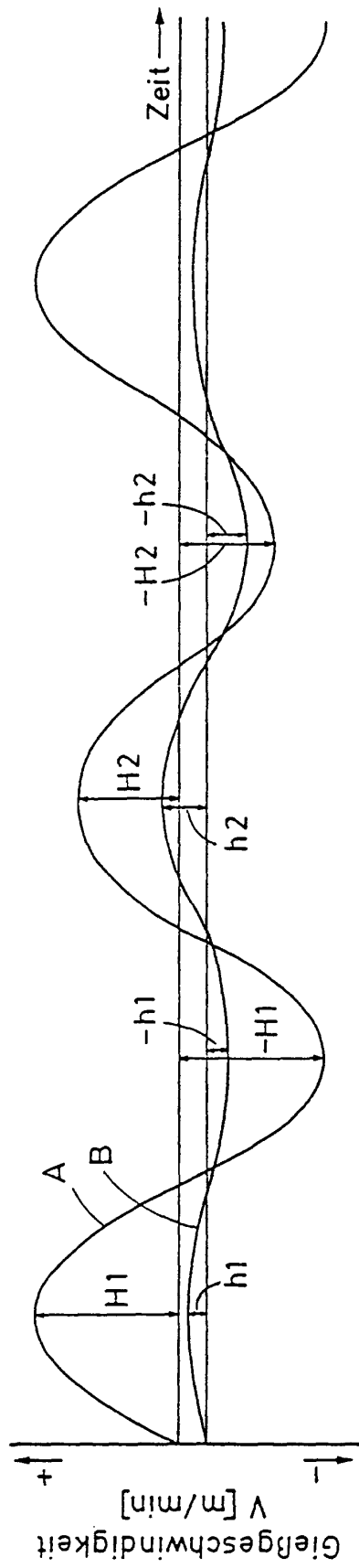


Fig.3

