

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 043 096 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.10.2000 Patentblatt 2000/41

(51) Int. Cl.⁷: **B22D 11/16**

(21) Anmeldenummer: **00106592.9**

(22) Anmeldetag: **28.03.2000**

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

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **03.04.1999 DE 19915269**

(71) Anmelder:
**SMS SCHLOEMANN-SIEMAG
AKTIENGESELLSCHAFT
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:
**Girgensohn, Albrecht, Dr.
40629 Düsseldorf (DE)**

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

(54) **Verfahren zur Bestimmung der Reibung zwischen Strangschale und Kokille beim Stranggießen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Reibung zwischen Strangschale und Kokille beim Stranggießen mittels hydraulisch oszillierbarer Kokille unter Verwendung geregelter doppelt wirkender Hydraulikzylinder. Dabei werden die Drücke jeweils bei der Kammern aller Oszillationszylinder, sowie die diesen Drücken zugeordneten Hubpositionen der Kolben mit einer vorgebbaren Meßfrequenz aufgenommen. Aus diesen Daten wird die zu jedem Zeitpunkt zwischen der Strangschale und den Kokillenwänden wirkende Reibkraft berechnet.

EP 1 043 096 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Reibung zwischen Strangschale und Kokille beim Stranggießen mittels oszillierbarer Kokille.

[0002] Die Reibkraft zwischen Kokillenwand und Strangschale wird durch eine Normalkraft verursacht, welche auf die Strangschale wirkt. Bei konventionellen Kokillen mit planparallelen Kokillenplatten entsteht die Normalkraft hauptsächlich als Folge des ferrostatischen Drucks, den die Stahlschmelze im Stranginnern auf die Strangschale ausübt. Ein zusätzlicher Anteil der Reibkraft wird von der konischen Anstellung der Kokillenschmalseiten verursacht.

[0003] Bei Kokillen mit zum Kokillenaustritt abnehmendem Querschnitt, bspw. Trichterkokillen, entsteht eine zusätzliche Normalkraft aus der Rückbiegung der Strangschale beim Transport durch die Kokille.

[0004] Die Höhe der Reibkraft F_R ist entsprechend Gleichung (1) sowohl von der Normalkraft F_n als vom Reibkoeffizienten μ abhängig.

$$F_R = F_n \times \mu \quad (1)$$

[0005] Der Reibkoeffizient μ wird im wesentlichen von Schmierbedingungen zwischen Strang und Kokille bestimmt. Diese ergeben sich aus:

- Wahl bzw. Qualität des Schmiermittels, bspw. Gießpulver oder Öl,
- Aufgabemenge des Schmiermittels,
- Zustand des Schmiermittels nach Viskosität, Zusammensetzung und Aufbau,
- Wärmeabfuhr aus den Kokillenplatten,
- Relativgeschwindigkeit zwischen Strangschale und Kokille.

[0006] Die Richtung der Reibkraft ändert sich während der Oszillationsbewegung periodisch um 180° . In konventionellen Kokillen werden in beiden Richtungen im stationären Zustand etwa die gleichen Reibwerte erreicht. Wegen des zusätzlichen Einflusses der Strangschalenbiegung auf die Normalkraft sind dagegen die Reibkräfte in Kokillen mit abnehmendem Querschnitt während der Phase des Positivstrips deutlich höher als während des Negativstrips.

[0007] Moderne Stranggießverfahren erfordern ein Höchstmaß an Verfügbarkeit von Anlage und Prozeß, weil unerwartete schmierungsbedingte Änderungen im Gießprozeß sowohl eine erhebliche Qualitätsminderung des Gießprodukts wie auch Betriebsunterbrechungen zur Folge haben können. Infolgedessen ist für einen störungsfreien Betrieb eine möglichst vollständige Anlagenautomatisierung mit permanenter Online-Überwachung aller wesentlichen Betriebsdaten eine dringende Voraussetzung. Nur hierdurch können auftretende Fehler in der Entstehungstendenz frühzeitig genug erkannt und durch entsprechende Gegenmaßnahmen kompensiert werden.

siert werden.

[0008] Hierzu bedarf es insbesondere einer kontinuierlichen Messung der Reibverhältnisse zwischen Strangschale und Kokille, um daraus Erkenntnisse über den Betriebszustand bzw. die Funktionsverhältnisse in der Kokille zu gewinnen, um nach Maßgabe dieser Informationen den Stranggießprozeß zu überwachen und betriebstechnisch zu optimieren.

[0009] Die meßtechnische Erfassung der Reibverhältnisse zwischen Strangschale und Kokille ist auch deswegen von wesentlicher Bedeutung, weil die Kokillenreibkraft als pulsierende Störgröße auf den Strang wirkt.

[0010] Ziel der Online-Überwachung sind dabei:

- Verbesserung der Oberflächenqualität des Stranges durch Optimierung der Schmierbedingungen,
- kontinuierliche Überwachung der Strangschmierung und der Oszillationsbedingungen mit der Möglichkeit einer Reaktion auf systematische Veränderungen,
- rechtzeitige Warnung vor schädlichen Ereignissen, wie bspw. Durchbruch, die sich mit einer erkennbaren Tendenz zur Veränderung der Kokillenreibung ankündigen.

[0011] Verfahren zur Bestimmung der Reibkraft zwischen Strang und Kokille sind beim Stand der Technik bekannt. Sie unterscheiden sich vor allem in der Wahl des Meßortes und des angewandten Meßverfahrens.

[0012] Das Dokument Concast News 12, 1973, Seiten 6 bis 8, beschreibt in dem Bericht „Determination of frictional forces between strand and mould“, Verfasser M. Schmid, ein Verfahren, bei welchem die Kokille auf zwei Kraftmeßdosen montiert wird. Um ein Auftreten von zusätzlichen Kräften, bspw. durch thermische Verformung, zu vermeiden, ist die Führung der Kokille in reibungsarmen Nadellagern erforderlich. Zusätzlich zu den Kräften werden die Gießgeschwindigkeit, die Kokillenbewegung, die Kokillengeschwindigkeit, die auftretenden Kräfte sowie die Kokillenbeschleunigung gemessen. Aus diesen Daten wird die Kokillenreibung berechnet.

[0013] Das Dokument „Fachberichte Hüttenpraxis“ Metallweiterverarbeitung, Vol. 20, No. 4, 1982 stellt unter dem Titel „On the Importance of Mould Friction Control in continuous Casting of Steel“ ein Verfahren zur Reibungsmessung vor, welches auf Beschleunigungsmessungen an der Kokille beruht. Dafür wird ein Meßkopf, der an der Kokille befestigt wird, sowie eine aufwendige elektronische Signalverarbeitung benötigt.

[0014] Das Dokument „Vortrag zur Veranstaltung 3. Duisburger Stranggießtage am 7./8. März 1991“ berichtet unter dem Titel „Einsatz fortgeschrittener Verfahren zur Zustandsüberwachung von Kokillenhub- und

—gießmaschine", Verfasser M. Perkuhn, E. Höffgen, H.J. Strodhoff und P.M. Frank" über ein Verfahren zur Kraftmessung an der Exzenter-Hubstange, bei welchem als Meßgröße für die Reibkraftmessung die Kraft in der Hubstange des Exzenterantriebs, Hubweg sowie Drehzahl des Exzenterantriebs, Hubweg sowie Hubfrequenz und Kühlwasserdruck verwendet wird. Aus einem Modell-Ersatzsystem, das aus Massen, Federn und Dämpfern aufgebaut ist, werden parallel dazu die Kräfte berechnet, die ohne den Einfluß der Kokillenreibung allein aus der Oszillationsbewegung zu erwarten wären. Aus einem Vergleich der gemessenen mit den erwarteten Kräften in der Hubstange läßt sich dann die Kokillenreibung bestimmen.

[0015] Nachteile der zuvor beschriebenen Verfahren sind u.a.:

- ein großer konstruktiver und meßtechnischer Aufwand, der erforderlich ist, um saubere Meßsignale zu gewinnen;
- erforderliche Umbauten an Kokille und/oder Oszillationseinrichtung sowie Kokillenführung;
- zusätzliche externe Applikation von Meßaufnehmern, die gepflegt, gewartet und regelmäßig überprüft werden müssen;
- ein erforderlicher Abgleich der Meßwerte mit Schwingungsmodellen bzw. einer Interpretation mit Hilfe aufwendiger elektronischer Signalverarbeitung.

[0016] Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der im Oberbegriff von Anspruch 1 genannten Art anzugeben, welches unter Vermeidung vorgenannter Nachteile und Schwierigkeiten mit vergleichsweise geringem meßtechnischem Aufwand sowie ohne nennenswerte Umbauten an Kokille oder Oszillationseinrichtung saubere Meßsignale liefert, keine externen Meßaufnehmer und/oder Schwingungsmodelle erfordert und fortlaufend online die zur Überwachung eines störungsfreien Betriebszustandes erforderlichen Betriebsdaten, insbesondere für die Bestimmung der Reibung zwischen Strangschale und Kokille liefert.

[0017] Zur Lösung der Aufgabe ist bei einem Verfahren der eingangs genannten Art mit der Erfindung vorgesehen, daß unter Verwendung geregelter doppelt wirkender Hydraulikzylinder die Drücke jeweils beider Kammern aller Oszillationszylinder, sowie die diesen Drücken zuordenbaren Hubpositionen der Kolben mit einer vorgebbaren Meßfrequenz aufgenommen und aus diesen Daten die zu jedem Zeitpunkt zwischen der Strangschale und den Kokillenwänden wirkende Reibkraft berechnet wird.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung der Reibung zwischen Strangschale und Kokille beim Stranggießen läßt sich bei allen Stranggießmaschinen anwenden, die mit einer hydraulischen

Kokillenoszillation ausgestattet sind.

[0019] Mit Vorteil werden zur Reibkraftbestimmung ausschließlich Meßgrößen verwendet, die zur Steuerung und Regelung der Oszillationsbewegung ohnehin benötigt und mit ausreichender Genauigkeit aufgenommen werden. Es sind dies die im Hauptanspruch angegebenen Meßdaten, nämlich:

- die Drücke in beiden Kammern aller Hydraulikzylinder der Oszillation und
- die aktuelle Position der Zylinderkolben.

[0020] Diese Daten werden mit einer vorgegebenen Meßfrequenz aufgenommen. Daraus läßt sich mit geringem mathematischen Aufwand online und offline die zu jedem Zeitpunkt zwischen Strangschale und Kokillenwand wirkende Reibkraft berechnen.

[0021] Dazu müssen jedoch die aus den gemessenen Zylinderdrücken ermittelten Zylinderkräfte um die Hauptstörgößen: aktuelles Kokillengewicht, sowie Beschleunigungskräfte aus der Kokillenbewegung korrigiert werden.

[0022] Als Vorteile des Verfahrens nach der Erfindung sind zu nennen:

- Es erfordert keinen konstruktiven bzw. meßtechnischen Aufwand zur Gewinnung der Meßdaten, weil diese bereits für die Regelung der Oszillationsbewegung benötigt werden und deshalb mit ausreichender Genauigkeit vorliegen;
- infolgedessen sind auch keine Umbauten an Kokillen und/oder Oszillationseinrichtungen erforderlich;
- ebensowenig benötigt das erfindungsgemäße Verfahren extern zu applizierende Meßaufnehmer, wobei dann auch deren Pflege, Wartung und Überprüfung entfällt.

[0023] Eine Ausgestaltung des Verfahrens nach der Erfindung sieht vor, daß die ermittelten Reibungskräfte der aktuellen Gießgeschwindigkeit zugeordnet und mit dieser laufend verglichen werden. Damit ist eine Änderung der Gießgeschwindigkeit als Störfaktor ausreichend kompensiert.

[0024] Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß die Beschleunigungskräfte in Abhängigkeit von der jeweiligen Hubposition im Kaltdurchlauf ohne Reibungskräfte ermittelt wird, mit entsprechenden Beschleunigungskräften einschließlich der Reibungskräfte im intakten Gießbetrieb verglichen wird und daraus SOLL-Werte der zulässigen Reibungskräfte abgeleitet werden.

[0025] Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens nach der Erfindung sieht vor, daß als weitere Einflußgröße Parameter für die Stahlqualität, Gießtemperatur, Gießgeschwindigkeit bei der Berechnung der Reibkraft mit berücksichtigt werden.

[0026] Weiterhin ist vorgesehen, daß beim Stranggießen einer Charge die Meßdaten fortlaufend online

beobachtet und registriert und dabei die zu jedem Zeitpunkt wirkende Reibungskraft online berechnet und bei erkennbaren Änderungen Gegenmaßnahmen eingeleitet bzw. bei erkennbarer Durchbruchgefahr der Gießprozeß gestoppt wird.

[0027] Und schließlich kann mit dem Verfahren nach der Erfindung vorgesehen sein, daß bei steigender Tendenz der Reibkraft zwischen Strang und Kokille die Zugabe von Schmiermitteln überprüft und die Schmiermittelzugabe verändert wird.

[0028] Die wichtigsten Merkmale des mit der Erfindung vorgeschlagenen Verfahrens zur Messung der Reibkraft zwischen Strang und Kokille sind:

- Das Verfahren läßt sich bei allen Kokillenoszillationen, unabhängig von der Bauart, anwenden, wenn zur Erzeugung der Oszillationsbewegung geregelte Hydraulikzylinder verwendet werden; 15
- zur Bestimmung der Reibkraft werden Meßgrößen verwendet, die zur Regelung der Oszillationsbewegung ebenfalls erforderlich sind, und deshalb bereits mit ausreichender Geschwindigkeit vorliegen; 20
- die Meßdaten werden mit einer geeigneten vorzuziehenden Meßfrequenz aufgenommen; 25
- die Umrechnung der Meßdaten in aktuelle Kokillereibung erfolgt über einfache mathematische Zusammenhänge und kann online erfolgen. Dabei wird das aktuelle Kokillengewicht sowie die Beschleunigungskräfte aus der Kokillenbewegung kompensiert; 30
- es sind keine zusätzlichen Ein- bzw. Umbauten an Kokille und/oder Oszillationseinrichtung erforderlich. 35

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Reibung zwischen Strangschale und Kokille beim Stranggießen mittels oszillierbarer Kokille, 40
dadurch gekennzeichnet,
 daß unter Verwendung geregelter doppelt wirkender Hydraulikzylinder die Drücke jeweils beider Kammern aller Oszillationszylinder, sowie die diesen Drücken zugeordneten Hubpositionen der Kolben mit einer vorgebbaren Meßfrequenz aufgenommen und aus diesen Daten die zu jedem Zeitpunkt zwischen der Strangschale und den Kokillenwänden wirkende Reibkraft berechnet wird. 45
2. Verfahren nach Anspruch 1, 50
dadurch gekennzeichnet,
 daß die für die Abhängigkeit der Beschleunigungskräfte von der jeweiligen Hubposition ermittelten Daten um die Störgrößen 55
 - aktuelles Kokillengewicht
 - Beschleunigungskräfte aus der Kokillenbewe-

gung

korrigiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, 5
dadurch gekennzeichnet,
 daß die ermittelten Reibungskräfte der aktuellen Gießgeschwindigkeit zugeordnet und mit dieser laufend verglichen werden. 10
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, 15
dadurch gekennzeichnet,
 daß die Beschleunigungskräfte in Abhängigkeit von der jeweiligen Hubposition im Kaltdurchlauf ohne Reibungskräfte ermittelt und mit entsprechenden Beschleunigungskräften einschließlich der Reibungskräfte im Gießbetrieb verglichen und daraus SOLL-Werte der zulässigen Reibungskräfte abgeleitet werden. 20
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, 25
dadurch gekennzeichnet,
 daß als weitere Einflußgrößen Parameter für die
 - Stahlqualität
 - Gießtemperatur
 - Gießgeschwindigkeit
 bei der Berechnung der Reibkraft mit berücksichtigt werden. 30
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, 35
dadurch gekennzeichnet,
 daß beim Stranggießen einer Charge die Meßdaten fortlaufend online beobachtet und registriert werden und dabei die zu jedem Zeitpunkt wirkende Reibkraft online berechnet und bei erkennbaren Änderungen Gegenmaßnahmen eingeleitet werden bzw. bei erkennbarer Durchbruchgefahr der Gießprozeß gestoppt wird. 40
7. Verfahren nach Anspruch 6, 45
dadurch gekennzeichnet,
 daß bei steigender Tendenz der Reibkraft zwischen Strang und Kokille die Zugabe von Schmiermitteln überprüft und die Schmiermittelzugabe verändert wird. 50



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 10 6592

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 216 (M-502), 29. Juli 1986 (1986-07-29) & JP 61 052973 A (NIPPON KOKAN KK), 15. März 1986 (1986-03-15) * Zusammenfassung *	1	B22D11/16
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 216 (M-502), 29. Juli 1986 (1986-07-29) & JP 61 052974 A (NIPPON KOKAN KK), 15. März 1986 (1986-03-15) * Zusammenfassung *	1	
A	DE 35 43 790 A (MANNESMANN AG) 11. Juni 1987 (1987-06-11) * Ansprüche 1,2,6 *	1-7	
A	GB 2 012 637 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE) 1. August 1979 (1979-08-01) * Seite 3, Zeile 54 - Zeile 56; Ansprüche 1,3,31 *	1-7	
A	GB 1 556 616 A (BRITISH STEEL CORP) 28. November 1979 (1979-11-28) * Ansprüche 1,2 *	1-7	
A	EP 0 044 291 A (VOEST ALPINE AG) 20. Januar 1982 (1982-01-20) * Anspruch 1 *	1-7	
A	DE 30 05 801 A (MANNESMANN AG) 20. August 1981 (1981-08-20) * Ansprüche 1-3 *	1-7	
A	US 3 893 502 A (SLAMAR FRANK) 8. Juli 1975 (1975-07-08) * Ansprüche 1,6 *	1-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 14. Juli 2000	Prüfer Kesten, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 6592

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-07-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 61052973 A	15-03-1986	JP 1608402 C	28-06-1991
		JP 2035622 B	13-08-1990
JP 61052974 A	15-03-1986	JP 1617106 C	12-09-1991
		JP 2043573 B	28-09-1990
DE 3543790 A	11-06-1987	ES 2002077 A	01-07-1988
		FR 2591136 A	12-06-1987
		GB 2184675 A,B	01-07-1987
		JP 2117801 C	06-12-1996
		JP 8018110 B	28-02-1996
		JP 62137151 A	20-06-1987
		US 4703789 A	03-11-1987
GB 2012637 A	01-08-1979	BE 863001 A	17-07-1978
		BE 863041 A	16-05-1978
		BE 869034 A	03-11-1978
		BE 869036 A	03-11-1978
		BE 869037 A	03-11-1978
		BE 869038 A	03-11-1978
		BE 869039 A	03-11-1978
		BE 869618 A	01-12-1978
		BE 869620 A	01-12-1978
		BE 869725 A	01-12-1978
		BE 869726 A	01-12-1978
		CA 1156423 A	08-11-1983
		DE 2901407 A	19-07-1979
		FR 2414377 A	10-08-1979
		IT 1117559 B	17-02-1986
		JP 54112338 A	03-09-1979
		LU 80796 A	16-05-1979
		ES 476926 A	01-06-1979
GB 1556616 A	28-11-1979	KEINE	
EP 0044291 A	20-01-1982	AT 366607 B	26-04-1982
		AT 361980 A	15-09-1981
		DE 3163116 D	17-05-1984
		JP 57047563 A	18-03-1982
DE 3005801 A	20-08-1981	BE 887447 A	01-06-1981
		FR 2475436 A	14-08-1981
		GB 2068803 A,B	19-08-1981
		JP 56122655 A	26-09-1981
US 3893502 A	08-07-1975	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82