



(11) **EP 1 824 617 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.08.2011 Patentblatt 2011/34

(51) Int Cl.:
B21B 1/46^(2006.01) B21B 37/74^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06829594.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/012036

(22) Anmeldetag: **14.12.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/079898 (19.07.2007 Gazette 2007/29)

(54) **VERFAHREN ZUM GIESS-WALZEN MIT ERHÖHTER GIESSGESCHWINDIGKEIT UND DARAN ANSCHLIESSENDEM WARMWALZEN VON RELATIV DÜNNEN METALL-, INSBESONDERE STAHLWERKSTOFF-STRÄNGEN, UND GIESS-WALZ-EINRICHTUNG**

METHOD FOR CONTINUOUS CASTING AND ROLLING WITH AN INCREASED CASTING RATE AND SUBSEQUENT HOT-ROLLING OF RELATIVELY THIN METAL STRANDS, ESPECIALLY STEEL STRANDS, AND CONTINUOUS CASTING AND ROLLING DEVICE

PROCEDE DE LAMINAGE DE COULEE CONTINUE A VITESSE DE COULEE AUGMENTEE ET LAMINAGE A CHAUD CONSECUTIF DE BARRES DE METAL RELATIVEMENT FINES, NOTAMMENT DE MATERIAU D'ACIER, ET DISPOSITIF DE LAMINAGE DE COULEE CONTINUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

• **KLÖCKNER, Jürgen**
57250 Netphen (DE)

(30) Priorität: **10.01.2006 DE 102006001195**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.08.2007 Patentblatt 2007/35

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B1- 0 415 987 WO-A-2004/026497
DE-A1- 19 518 144 JP-A- 1 130 802
JP-A- 60 238 012

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

(72) Erfinder:
• **SEIDEL, Jürgen**
57223 Kreuztal (DE)

EP 1 824 617 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 betrifft ein Verfahren zum Gieß-Walzen mit erhöhter Gießgeschwindigkeit und daran anschließendem Warmwalzen von relativ dünnen Metall-, insbesondere Stahlwerkstoff-Strängen zu dünnem Warmband in einer mehrgerüstigen Warmband-Fertigwalzstraße unter Regeln der Temperaturen der Arbeitswalzen, sowie die zugehörige Gieß-Walz-Einrichtung.

[0002] Das Walzen mit (hohen) Gießgeschwindigkeiten, d.h. eine Kopplung einer Stranggießanlage und einer Warmband-Fertigwalzstraße, führt zu relativ niedrigen Transportgeschwindigkeiten innerhalb der einer Stranggießanlage nachgeordneten Warmband-Fertigwalzstraße. Trotz hoher Anfangstemperaturen (bspw. von ca. 1250 °C) kann infolge Temperaturverlusten an die Umgebung und an die Arbeitswalzen eine geforderte Endwalztemperatur von über 850 °C unter üblichen Bedingungen nicht eingehalten werden. Große Energiemengen werden dabei an die Arbeitswalzen abgegeben.

[0003] Solche üblichen Bedingungen bestehen bspw. bei einer Stranggießanlage, die hohe Gießgeschwindigkeiten erlaubt und hohe Anfangstemperaturen für die Warmband-Fertigwalzstraße ergibt.

[0004] Es ist auch bekannt (DE 198 30 034 A1), die Arbeitswalzen durch Quersfeld-Induktoren auf eine Einstellung der Temperatur über ein Rechenmodell zu regeln, das Bandbreite, Werkstoffwerte, Stichabnahme, Walzgeschwindigkeit, Walztemperaturen und Walzenkühlung erfasst. Das Ergebnis wird jedoch zur Regelung der Temperatur in den einzustellenden Randbereichen der Arbeitswalzen bzw. des Walzbandes eingesetzt.

[0005] Es ist ferner bekannt (EP 0 415 987 B2), sog. Dünnbrammen (Gießstränge mit ca. 50 mm Dicke) in einzelnen Walzstufen vor und innerhalb der Fertigwalzstraße induktiv wieder aufzuheizen, wozu in erheblichem Maß elektrische Energie benötigt wird.

[0006] Es ist auch schon vorgeschlagen worden, die Durchmesser der Arbeitswalzen zu verkleinern, um den Wärmefluss an die Walzen zu reduzieren.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, beim Gieß-Walzen eine Verminderung des Temperaturverlustes am Warmband innerhalb der Warmband-Fertigwalzstraße zu erzielen, so dass die Zielwalztemperatur am Ende des Walzprozesses genauer und insbesondere höher eingestellt werden kann.

[0008] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei Gießgeschwindigkeiten von ca. 4 m / min bis 12 m / min und bei Berücksichtigung relativ dünner Gießdicken des Gießstrangs die Walzgeschwindigkeiten die Temperaturen der Arbeitswalzen ausgehend von einer niedrigen Anfangstemperatur mit vorgegebener Steigerungsrate erhöht werden und die Bandtemperatur innerhalb der Warmband-Fertigwalzstraße auf eine Zielwalztemperatur des Warmbandes und / oder durch Regeln oder Steuern der Intensität der Walzenkühlung eingestellt wird. Dadurch wird beim Endloswalzen (und Kopplung des Gieß-Walz-Prozesses) der Wärmeverlust minimiert und das Walzen mit hohen Arbeitswalzentemperaturen für alle Walzgerüste einer Warmband-Fertigwalzstraße erzielt. Es kann eine Erwärmung der Arbeitswalzen aus der Prozesswärme abgeleitet werden. Dabei wird die Walzenkühlung in Abhängigkeit äußerer Randbedingungen so eingestellt, dass die Arbeitswalze langsam mit der vorgegebenen Steigerungsrate die Zieltemperatur (von ca. 400 °C) erreicht und im Bereich der Anlasstemperatur des Walzenmaterials liegt. Eine Kopplung des Gieß-Walz-Prozesses findet bspw. bei Gießgeschwindigkeiten zwischen 4 - 12 m / min und üblichen Gießdicken von 20 - 90 mm und bei Walzgeschwindigkeiten von ca. 0,3 - 18 m / sec statt.

[0009] Eine Weiterentwicklung besteht darin, dass bei gegebenen Stichplandaten eine Zieltemperatur eingestellt wird, die unter der Anlasstemperatur des Walzenwerkstoffes der Arbeitswalzen liegt.

[0010] Eine Weiterbildung besteht darin, dass durch Aufbringen einer vorgegebenen Kühlwassermenge auf die Arbeitswalzen eine maximale Walzentemperatur und die Bandgeschwindigkeit eingestellt werden, durch die die vorgegebene Bandzieltemperatur erreicht wird.

[0011] Vorteilhaft wird die Temperaturdifferenz zwischen dem Arbeitswalzenkern und der Arbeitswalzenoberfläche der Arbeitswalze derart eingestellt, dass die zulässigen Spannungen in der Arbeitswalze nicht überschritten werden.

[0012] Des Weiteren kann auch eine Spannungsüberwachung innerhalb der Arbeitswalze sowohl in radialer als auch in axialer Richtung aufgrund eines errechneten Temperatur- und Spannungsfeldes durchgeführt werden.

[0013] Andere Erfindungsmerkmale sehen vor, dass die Spannungsüberwachung über ein online-Rechenmodell gesteuert wird.

[0014] Die Arbeitswalze kann außerdem vor ihrem Einsatz auf eine Anfangstemperatur vorgewärmt werden. Bei einer Vorwärmtemperatur von 200 °C wird der stationäre Zustand schneller erreicht und / oder das Spannungsniveau in den Walzen ist niedriger.

[0015] Andere Erfindungsmerkmale bestehen darin, dass die Arbeitswalzen mit gegenüber dem vorgesehenen Temperaturniveau überhöhten Bandtemperaturen betrieben werden. Dadurch können Band-Wärmeverluste gezielt ausgeglichen werden.

[0016] Praktisch bietet sich an, dass die Arbeitswalze in einem Induktionsfeld unter Rotation vorgewärmt wird. Dadurch wird eine örtlich begrenzte und gezielte Wärmezufuhr je nach Massenverteilung der Arbeitswalze erreicht.

[0017] Eine Verbesserung des Verfahrensablaufs sieht vor, dass die induktive Erwärmung der Arbeitswalzenoberfläche auf der Einlaufseite eines Walzgerüsts vorgenommen wird. Hierdurch erhöht sich die Arbeitswalzen-Kontakttemperatur im Walzspalt und minimiert den Wärmeverlust des Bandes innerhalb des Walzspaltes. Der gewünschte Effekt stellt sich schon vor dem Erreichen einer hohen Kemtemperatur ein.

[0018] Weiter wird vorgeschlagen, dass die induktive Erwärmung einer Arbeitswalze über die Ballenlänge unterschiedlich vorgenommen wird.

[0019] Weitere Merkmale zur Verbesserung des Verfahrensablaufs bestehen darin, dass die Arbeitswalze in dem Induktionsfeld innerhalb der Warmband-Fertigwalzstraße oder vor dem Einbau neben der Warmband-Fertigwalzstraße vorgewärmt wird.

[0020] Eine besonders zu erwähnende Maßnahme ist, dass während des Anfahrprozesses neben der Intensität der Walzenkühlung und / oder der induktiven Erwärmung der Walzprogrammaufbau als Regelgröße eingesetzt wird.

[0021] Eine Verbesserung der Randbedingungen zur Verringerung des Bandtemperaturverlustes tritt ferner dadurch ein, dass vorgesehene Zunderwäscher mit minimaler Wassermenge, insbesondere einreihig, betrieben werden.

[0022] Ein weiteres Vorgehen beim Einstellen der Kühlwirkung besteht darin, dass die Kühlintensität der Arbeitswalzenkühlung durch fein dosiertes Kühlmittel und / oder Sprühnebel geregelt wird.

[0023] Außerdem kann vorgesehen werden, dass nur ein Teil der Walzgerüste der Warmband-Fertigwalzstraße mit erhöhten Temperaturen der jeweiligen Arbeitswalzen betrieben werden.

[0024] Weiterhin kann der Einfluss einer höheren Walzentemperatur und der Einfluss der Ausdehnung der Arbeitswalzen durch Wärme von den Arbeitswalzen auf die Bandform im Bereich der Bandkante durch mechanische und / oder thermische Profil-Stellglieder kompensiert werden.

[0025] Die Gieß-Walz-Einrichtung setzt eine bekannte Stranggießvorrichtung und eine Warmband-Fertigwalzstraße, eine Erwärmungseinrichtung und eine jedem Walzgerüst zugeordnete Kühleinrichtung für die Arbeitswalzen voraus.

[0026] Die Aus- und Weiterbildung der Warmband-Fertigwalzstraße besteht darin, dass die Länge der Arbeitswalzen auf einen Temperaturanstieg abgestimmt ist und dass die Arbeitswalzenlager gekühlt und an eine Ölumlaufschmierung angeschlossen oder über Spezialfett geschmiert sind. Dadurch können die Temperaturerhöhungen (Steigerungsraten) sicher an den Lagern aufgefangen werden.

[0027] Eine andere Maßnahme, um Heizenergie einzusparen und die Arbeitswalzen-Nutzungszeit zu erhöhen, besteht darin, dass die Arbeitswalzen im warmen Zustand geschliffen sind.

[0028] In diesem Sinn ist weiter vorteilhaft, dass als Werkstoff für die Arbeitswalzen hitzebeständige und verschleißresistente Werkstoffe vorgesehen sind.

[0029] Den höheren Temperaturen der Arbeitswalzen wird außerdem dadurch Rechnung getragen, dass für die Walzgerüste der Warmband-Fertigwalzstraße sog. HIP-Walzen (hot isostatic pressing) vorgesehen sind.

[0030] Nach anderen Merkmalen ist in einem online-Rechenmodell ein Arbeitswalzen-Temperaturmodell ba-

sierend auf den gemessenen Arbeitswalzen-Oberflächentemperaturen, der Anfangstemperatur der Arbeitswalze und den physikalischen Eigenschaften der Arbeitswalze mit inbegriffen.

[0031] Ergänzend wirkt noch, dass in dem Arbeitswalzen-Temperaturmodell die maximale mittlere Walzen-Oberflächentemperatur, die maximal zulässige Temperaturdifferenz zwischen Arbeitswalzenkern und Arbeitswalzenoberfläche und die maximal zulässige Spannung in der Arbeitswalze berücksichtigt sind.

[0032] Eine andere Maßnahme, um einem hohen Temperaturverlust des Warmbandes entgegenzuwirken, besteht darin, dass zwischen den Walzgerüsten Rollgangsabdeckungen eingebaut sind.

[0033] Eine noch bessere Verzunderungseindämmung oder Oxidschicht-Beeinflussung von Warmband und Arbeitswalze entsteht dadurch, dass zwischen den vorderen Walzgerüsten unter den Rollgangsabdeckungen Inertgaszuführungen vorgesehen sind.

[0034] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass unter den Stichplan-Parametern zumindest die Walzkraft, die Ein- und Auslaufdicke, die Walzgeschwindigkeit, die Bandtemperatur, Zunderschichtdicke und der Bandwerkstoff berücksichtigt sind.

[0035] Dazu ist die Dickenabnahme im Stichplan in den hinteren Bereich der Warmband-Fertigwalzstraße verlagert.

[0036] Andere Maßnahmen, die für das Verfahren förderlich sind, ergeben sich dadurch, dass eine minimale Auslaufdicke auf einen Festwert limitiert ist.

[0037] Als Beispiel für die Daten eines typischen Verfahrens bzw. für eine typische Strangband-Fertigwalzstraße kann dienen, dass eine Warmband-Fertigwalzstraße mit ca. sieben Walzgerüsten für eine Gießstrangdicke von $H = 50$ bis 90 mm und eine minimale Auslaufdicke von $0,6$ bis $1,2$ mm vorgesehen ist.

[0038] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele für das Verfahren dargestellt, die nachstehend näher erläutert werden.

[0039] Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm der Arbeitswalzentemperatur über der Zeit für den Verlauf ohne Arbeitswalzenkühlung und mit herkömmlicher Arbeitswalzenkühlung,

Fig. 2 dasselbe Diagramm für eine reduzierte Arbeitswalzenkühlung zwecks Einstellung gezielt erhöhter Arbeitswalzentemperaturen,

Fig. 3 ein Blockdiagramm des systematischen Aufbaus des Arbeitswalzen-Temperaturmodells,

Fig. 4 die Warmband-Fertigwalzstraße und den Bandtemperaturverlauf durch die Warmband-Fertigwalzstraße bei verschiedenen Arbeitswalzen-Temperaturniveaus und

Fig. 5 ein Diagramm des Verlaufs der Arbeitswalzen-Kühlwassermenge über der Zeit.

[0040] In einer konventionellen Warmband-Fertigwalzstraße 3 für Metall-, insbesondere für einen Stahlwerkstoff-Strang 1, wird im diskontinuierlichen Betrieb bei der Dünnband-Erzeugung bspw. ca. 180 sec gewalzt, anschließend erfolgt eine Walzpause von ca. 20 Sec. Während des Walzens stellt sich eine mittlere Arbeitswalzen-Oberflächentemperatur 19 von ca. 120 °C ein und in der Pause wird die Oberfläche auf nahezu Wassertemperatur zurück gekühlt. Nach einer

[0041] Vielzahl gewalzter Warmbänder 2 können am Ende des Walzprogramms Walzentemperaturen von ca. 90 °C gemessen werden.

[0042] Bei einer unmittelbaren Verbindung der Stranggießvorrichtung und der Warmband-Fertigwalzstraße 3 stellt sich beim Endloswalzen in der Warmband-Fertigwalzstraße 3 ein Bandtemperaturverlust ein, den es durch geeignete Maßnahmen zu minimieren gilt. Aus diesem Grund wird das Walzen mit höheren Arbeitswalzentemperaturen für alle Walzgerüste 3a...3n oder einen Teil vorgeschlagen.

[0043] Vorzugsweise ist im Diagramm der Fig. 1 (Arbeitswalzentemperatur über der Zeit) der Temperaturverlauf ohne eine Arbeitswalzenkühlung 18 mit einer mittleren Oberflächentemperatur 19 und einer Kerntemperatur 20 dargestellt. Eine in Walzwerken übliche konventionelle Arbeitswalzenkühlung 21 (unterer Teil des Diagramms) zeigt die Annäherung der Kerntemperatur 20 (von bspw. 20 °C) an die mittlere Oberflächentemperatur 19 (von bspw. 120 °C). Es ist erkennbar, dass nach fortschreitender Arbeitszeit die Kerntemperatur 20 sich der mittleren Oberflächentemperatur 19 bei sonst gleichen Walzbedingungen annähert und dann weitgehend gleich ist.

[0044] Das Ziel ist demzufolge, die Walzenkühlung in Abhängigkeit äußerer Randbedingungen so zu dosieren, dass die Arbeitswalze 4 mit vorgegebener Steigerungsrate die Zieltemperatur 6 in Fig. 2 von ca. 400 °C erreicht und unter der Anlasstemperatur des Walzenwerkstoffes liegt. Dabei muss das Temperaturfeld innerhalb der Arbeitswalze 4 bzw. muss die Temperaturdifferenz zwischen Walzenkern 4a und Walzenoberfläche 4b so eingestellt sein, dass die zulässigen Spannungen in der Arbeitswalze 4 nicht überschritten werden. Dieser Vorgang gilt in radialer und auch in axialer Richtung. Dazu wird das online-Rechenmodell in Fig. 3 eingesetzt.

[0045] Demgegenüber ergibt in Fig. 2 die gestrichelte Kurve eine erfindungsgemäße reduzierte Arbeitswalzenkühlung 22 bei erhöhter mittlerer Oberflächentemperatur 19a zwecks Einstellung gezielt erhöhter Arbeitswalzentemperaturen bei einer vorgewärmten Arbeitswalze 4 auf eine Anfangstemperatur 5 von bspw. 200 °C anfänglich eine Temperaturdifferenz 23 zur Kerntemperatur 20. Die wärmere Arbeitswalze 4 verhindert somit eine unerwünschte Absenkung der Bandtemperatur 15 durch die mittlere Oberflächentemperatur 19a, die bspw. bei 400

°C liegt.

[0046] In Fig. 3 ist das online-Rechenmodell 7 in Grundzügen dargestellt. Im Arbeitswalzen-Temperaturmodell 9 findet die Berechnung der Arbeitswalzentemperaturen, der Walzen-Kühlwassermengen und der Spannungen in der Arbeitswalze 4 statt. Hierbei gehen zumindest in die Rechnung folgende Parameter ein: eine maximale mittlere Oberflächentemperatur 19, eine maximal zulässige Temperaturdifferenz 23 zwischen Kern und Oberfläche und maximal zulässige Spannungswerte 24 in der Arbeitswalze 4.

[0047] Als Stichplan-Parameter 11 sind vorgesehen: Die Walzkraft 12, die Ein- und Auslaufdicke 13, die Walzgeschwindigkeit 14, die Bandtemperatur 15, eine Zunder-schichtdicke 16 und der Bandwerkstoff 17 selbst.

[0048] Fig. 4 zeigt als Beispiel eine Warmband-Fertigwalzstraße 3 sowie den Verlauf der Bandtemperatur 15 für verschiedene Randbedingungen. Ein Zunderwäscher 25, der vorzugsweise einreihig ist, ist vorgeschaltet. Für den Fall, dass alle Walzgerüste 3a...3n mit erhöhter Arbeitswalzentemperatur betrieben werden, bspw. mit 400 °C an F1 - F7, wirkt sich das auf die örtliche Bandtemperatur 15 positiv aus. Es kann im dargestellten Beispiel dann eine Anfangstemperatur 5 von 1180 °C hinter dem Zunderwäscher 25 und eine Zieltemperatur 6 von 910 °C erreicht werden. Beim Einsatz von üblichen Arbeitswalzentemperaturen stellt sich eine unzulässig niedrige Bandtemperatur 15 von bspw. 805 °C ein, die in Fig. 4 durch die gestrichelte Kurve zu erkennen ist.

[0049] Es ist vorgesehen, die Arbeitswalze 4 in einem Induktionsfeld 8a zu erwärmen bzw. vorzuwärmen. Dargestellt ist diese Einrichtung in Fig. 4 nur auf der Einlaufseite des Walzgerüsts F1. Eine Anordnung ist jedoch für alle Walzgerüste 3a...3n vorteilhaft und durchführbar.

[0050] Die Intensität der induktiven Erwärmung 8a der Arbeitswalze 4 ist auch über die Rollenlänge unterschiedlich vorgebar.

[0051] Die Verfahrensweise oder der Verlauf der Arbeitswalzen-Kühlwassermenge 26 ist in Fig. 5 dargestellt. Gegenüber einer "normalen" Kühlwassermenge wird bei diesem Verfahren in der Regel eine geringere Menge zu Beginn des dargestellten Endloswalzprozesses verwendet und mit Zunahme der Walzenkerntemperatur 20 weiter auf eine vom online-Rechenmodell 7 vorgegebene Sollmenge reduziert.

[0052] Das beschriebene Verfahren zur Verminderung der Wärmeabfuhr an die Arbeitswalzen 4 ist nicht auf den erläuterten Anwendungsfall des Endloswalzens mit relativ langen Walzzeiten und niedrigen Walzgeschwindigkeiten beschränkt. Das Verfahren kann auch bei konventionellen ein- oder mehrgerüstigen Warmband-Walzstraßen angewendet werden.

[0053] Für temperatursensible Werkstoffe wird bei höherer Walzentemperatur eine geringere Unterkühlung der Bandoberfläche durch den Walzenkontakt erreicht. Hierdurch entstehen homogene Eigenschaften innerhalb des Bandes, bspw. über der Banddicke.

Bezugszeichenliste

[0054]

1	Metall-, insbesondere Stahlwerkstoff-Strang	5
2	dünnes Warmband	
3	Warmband-Fertigwalzstraße	
3a...3n	Walzgerüste	
4	Arbeitswalze	
4a	Arbeitswalzenkern	10
4b	Arbeitswalzenoberfläche	
5	Anfangstemperatur	
6	Zielwalztemperatur	
7	online-Rechenmodell	
8	Erwärmungseinrichtung	15
8a	Induktionsfeld	
9	Arbeitswalzen-Temperaturmodell	
10	Arbeitswalzen-Oberflächentemperatur	
11	Stichplan-Parameter	
12	Walzkraft	20
13	Ein- und Auslaufdicke	
14	Walzgeschwindigkeit	
15	Bandtemperatur	
16	Zunderschichtdicke	
17	Bandwerkstoff	25
18	Arbeitswalzenkühlung	
19	mittlere Oberflächentemperatur	
19a	erhöhte mittlere Oberflächentemperatur	
20	Kemtemperatur	
21	konventionelle Arbeitswalzenkühlung	30
22	reduzierte Arbeitswalzenkühlung	
23	anfängliche Temperaturdifferenz	
24	maximal zulässige Spannungswerte in der Arbeitswalze	
25	Zunderwäscher	35
26	Verlauf der Arbeitswalzen-Kühlwassermenge	

Patentansprüche

- Verfahren zum Gieß- Walzen mit einer Gießgeschwindigkeit von 4 - 12 m / min und daran anschließendem Warmwalzen von Metall-, insbesondere Stahlwerkstoff-Strängen (1) mit relativ niedriger Bandgeschwindigkeit zu dünnem Warmband (2) in einer mehrgerüstigen Warmband-Fertigwalzstraße (3) unter Regeln der Temperaturen der Arbeitswalzen (4),
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Gießgeschwindigkeiten von ca. 4 m / min bis 12 m / min und bei Berücksichtigung von Gießdicken von 20 mm bis 90 mm des Gießstrangs die Walzgeschwindigkeiten angepasst werden, wobei die Temperaturen der Arbeitswalzen (4) ausgehend von einer niedrigen Anfangstemperatur (5) mit vorgegebener Steigerungsrate erhöht werden und die Bandtemperatur (15) innerhalb der Warmband-Fertigwalzstraße (3) auf eine Zielwalztemperatur (6)

des Warmbandes (2) und durch Regeln oder Steuern der Intensität der Walzenkühlung (18) eingestellt wird.

- Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei gegebenen Stichplandaten eine Zieltemperatur (6) eingestellt wird, die unter der Anlasstemperatur des Walzenwerkstoffes der Arbeitswalzen (4) liegt.
- Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch Aufbringen einer vorgegebenen Kühlwassermenge (26) auf die Arbeitswalzen (4) eine maximale Walzentemperatur und die Bandgeschwindigkeit eingestellt werden, durch die die vorgegebene Bandzieltemperatur (6) erreicht wird.
- Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Temperaturdifferenz zwischen dem Arbeitswalzenkern (4a) und der Arbeitswalzenoberfläche (4b) der Arbeitswalze (4) derart eingestellt wird, dass die zulässigen Spannungen in der Arbeitswalze (4) nicht überschritten werden.
- Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Spannungsüberwachung innerhalb der Arbeitswalze sowohl in radialer als auch in axialer Richtung aufgrund eines errechneten Temperatur- und Spannungsfeldes durchgeführt wird.
- Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Spannungsüberwachung über ein online-Rechenmodell (7) gesteuert wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Arbeitswalze (4) vor ihrem Einsatz auf eine Anfangstemperatur (5) vorgewärmt wird.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Arbeitswalzen (4) mit gegenüber dem vorgesehenen Temperaturniveau überhöhten Bandtemperaturen betrieben werden.
- Verfahren nach den Ansprüchen 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Arbeitswalze (4) in einem Induktionsfeld (8a) unter Rotation vorgewärmt wird.
- Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,

- dass** die induktive Erwärmung der Arbeitswalzenoberfläche (4b) auf der Einlaufseite eines Walzgerüsts (3a...3n) vorgenommen wird.
11. Verfahren nach den Ansprüchen 9 und 10, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die induktive Erwärmung einer Arbeitswalze (4) über die Ballenlänge unterschiedlich vorgenommen wird. 5
12. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Arbeitswalze (4) in dem Induktionsfeld (8a) innerhalb der Warmband-Fertigwalzstraße (3) oder vor dem Einbau neben der Warmband-Fertigwalzstraße (3) vorgewärmt wird. 10
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** während des Anfahrprozesses neben der Intensität der Walzenkühlung und oder der induktiven Erwärmung der Walzprogrammaufbau als Regelgröße eingesetzt wird. 20
14. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** vorgesehene Zunderwäscher (25) mit minimaler Wassermenge, insbesondere einreihig, betrieben werden. 25
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Kühlintensität der Arbeitswalzenkühlung (18) durch fein dosiertes Kühlmittel und oder Sprühnebel geregelt wird. 30
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** nur ein Teil der Walzgerüste (3a...3n) der Warmband-Fertigwalzstraße (3) mit erhöhten Temperaturen der jeweiligen Arbeitswalzen (4) betrieben wird. 40
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Einfluss einer höheren Walzentemperatur und der Einfluss der Ausdehnung der Arbeitswalzen (4) durch Wärme von den Arbeitswalzen (4) auf die Bandform im Bereich der Bandkante durch mechanische und / oder thermische Profil-Stellglieder kompensiert wird. 45
18. Gieß-Walz-Einrichtung mit einer Stranggießvorrichtung und einer Warmband-Fertigwalzstraße (3), einer Erwärmungseinrichtung (8) und jedem Walzgerüst (3a...3n) zugeordneter Kühleinrichtung für die Arbeitswalzen (4), **dadurch gekennzeichnet**, 50
- dass** die Temperaturerhöhungen der Arbeitswalzen sicher in den Lagern **dadurch** aufgefangen werden, dass die Länge der Arbeitswalzen auf einen Temperaturanstieg abgestimmt ist und die Arbeitswalzenlager gekühlt und an eine Ölaufschmierung angeschlossen sind/oder die Arbeitswalzenlager über Spezialfett geschmiert sind
19. Gieß-Walz-Einrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Arbeitswalzen (4) im warmen Zustand geschliffen sind. 55
20. Gieß-Walz-Einrichtung nach den Ansprüchen 18 und 19, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als Werkstoff für die Arbeitswalzen (4) hitzebeständige und verschleißresistente Werkstoffe vorgesehen sind.
21. Gieß-Walz-Einrichtung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** für die Walzgerüste (3a...3n) der Warmband-Fertigwalzstraße (3) sog. HIP-Walzen (hot isostatic pressing) vorgesehen sind.
22. Gieß-Walz-Einrichtung nach den Ansprüchen 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in einem online-Rechenmodell (7) ein Arbeitswalzen-Temperaturmodell (9) basierend auf den gemessenen Arbeitswalzen-Oberflächentemperaturen (10), der Anfangstemperatur (5) der Arbeitswalze (4) und den physikalischen Eigenschaften der Arbeitswalze (4) mit inbegriffen ist.
23. Gieß-Walz-Einrichtung nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in dem Arbeitswalzen-Temperaturmodell (9) die maximale mittlere Walzen-Oberflächentemperatur (19), die maximal zulässige Temperaturdifferenz (23) zwischen Arbeitswalzenkern (4a) und Arbeitswalzenoberfläche (4b) und die maximal zulässige Spannung (24) in der Arbeitswalze (4) berücksichtigt sind.
24. Gieß-Walz-Einrichtung nach den Ansprüchen 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zwischen den Walzgerüsten (3a...3n) Rollgangsabdeckungen eingebaut sind.
25. Gieß-Walz-Einrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zwischen den vorderen Walzgerüsten (3a...3n) unter den Rollgangsabdeckungen Inertgaszuführungen vorgesehen sind.

26. Gieß-Walz-Einrichtung nach den Ansprüchen 17 bis 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass unter den Stichplan-Parametern (11) zumindest die Walzkraft (12), die Ein- und Auslaufdicke (13), die Walzgeschwindigkeit (14), die Bandtemperatur (15), die Zunderschichtdicke (16) und der Bandwerkstoff (17) berücksichtigt sind.
27. Gieß-Walz-Einrichtung nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dickenabnahme im Stichplan in den hinteren Bereich der Warmband-Fertigwalzstraße (3) verlagert ist.
28. Gieß-Walz-Einrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine minimale Auslaufdicke (13) auf einen Festwert limitiert ist.
29. Gieß-Walz-Einrichtung nach den Ansprüchen 18 bis 28,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Warmband-Fertigwalzstraße (3) mit ca. sieben Walzgerüsten (F1 bis F7) für eine Gießstrangdicke von $H = 50$ bis 90 mm und eine minimale Auslaufdicke (13) von 0,6 bis 1,2 mm vorgesehen ist.

Claims

1. Method for continuous casting and rolling at a casting speed of 4 to 12 metres per minute and subsequent hot rolling of metal strands, especially steel material strands (1), at relatively low strip speed into thin, hot strip (2) in a multi-stand hot-strip finishing train (3) with regulation of the temperatures of the work rolls (4), **characterised in that** at casting speeds of about 4 metres per minute to 12 metres per minute and taking into account the casting thicknesses of 20 millimetres to 90 millimetres of the cast strand the rolling speeds are adapted, where the temperatures of the work rolls (4) are increased at a predetermined rate of increase, starting from a low initial temperature (5) and the strip temperature (15) within the hot-strip finishing train (3) is set to a target rolling temperature (6) of the hot strip (2) and by regulating or controlling the intensity of the roll cooling (18).
2. Method according to claim 1, **characterised in that** for given pass program data a target temperature (6) is set which lies below the tempering temperature of the roll material of the work rolls (4).
3. Method according to claim 1 or 2, wherein a maximum roll temperature is adjusted by applying a predetermined amount of cooling water (26) to the work

rolls (4) and the strip speed is set in order to achieve the predetermined target temperature (6) of the strip.

4. Method according to claim 1, **characterised in that** the temperature difference between the work roll core (4a) and the work roll surface (4b) is set in such a way that permissible stresses in the work roll (4) are not exceeded.
5. Method according to claim 4, **characterised in that** stress monitoring is carried out within the work roll both in radial and in axial direction on the basis of a calculated temperature and stress field.
6. Method according to claims 4 and 5, **characterised in that** the stress monitoring is controlled by an on-line computer model (7).
7. Method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** before being used the work roll (4) is preheated to an initial temperature (5).
8. Method according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the work rolls (4) are operated with strip temperatures elevated relative to the intended temperature level.
9. Method according to claim 5 or 6, **characterised in that** the work roll (4) is preheated in an induction field (8a) with rotation.
10. Method according to claim 9, **characterised in that** the inductive heating of the work roll surface (4b) is undertaken on the run-in side of a rolling stand (3a... 3n).
11. Method according to claims 9 and 10, **characterised in that** the inductive heating of a work roll (4) is carried out differently over the barrel length.
12. Method according to claim 9, **characterised in that** the work roll (4) is preheated in the induction field (8a) within the hot-strip finishing train (3) or before the installation next to the hot-strip finishing train (3).
13. Method according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** in addition to the intensity of the roll cooling and/or the intensity of the inductive heating, the structure of the rolling program is used as a controlled variable during the starting-up process.
14. Method according to claims 1 to 9, **characterised in that** provided scale washers (25) are operated with a minimal amount of water, particularly by operating a single row.
15. Method according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** the cooling intensity of the work

roll cooling (18) is regulated by finely metered coolant and/or spray mist.

16. Method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** only a part of the rolling stands (3a...3n) of the hot-strip finishing train (3) is operated with elevated temperatures of the respective work rolls (4). 5
17. Method according to any one of claims 1 to 16, **characterised in that** compensation for the influence of a higher roll temperature and the influence of the expansion of the work rolls (4) by work roll heat on the shape of the strip in the region of the strip edge is provided by mechanical and/or thermal profile setting elements. 10
18. Continuous casting and rolling equipment with a continuous casting device and a hot-strip finishing train (3), a heating device (8), and a cooling device for the work rolls (4) assigned to each rolling stand (3a...3n), **characterised in that** the temperature increases in the working rolls are securely caught in the bearings **in that** the length of the work rolls (4) is adapted to a temperature increase and the work roll bearings are cooled and are connected with a circulating oil lubrication system or are lubricated by special grease. 20
19. Continuous casting and rolling equipment according to claim 18, **characterised in that** the work rolls (4) are ground in the hot state. 25
20. Continuous casting and rolling equipment according to claims 18 and 19, **characterised in that** heat-resistant and wear-resistance materials are provided as material for the work rolls (4). 30
21. Continuous casting and rolling equipment according to claim 20, **characterised in that** HIP (hot isostatic pressing) rolls are provided for the rolling stands (3a...3n) of the hot-strip finishing train (3). 35
22. Continuous casting and rolling equipment according to claims 18 to 21, **characterised in that** a work roll temperature model (9) based on the measured work roll surface temperatures (10), the initial temperature (5) of the work roll (4) and the physical properties of the work roll (4) is incorporated in an online computer model (7). 40
23. Continuous casting and rolling equipment according to claim 22, **characterised in that** the maximum mean roll surface temperature (19), the maximum allowable temperature difference (23) between the work roll core (4a) and the work roll surface (4b) and the maximum allowable stress (24) in the work roll (4) are taken into account in the work roll temperature 45

model (19).

24. Continuous casting and rolling equipment according to claims 18 to 23, **characterised in that** the roller path covers are installed between the rolling stands (3a...3n). 5
25. Continuous casting and rolling equipment according to claim 24, **characterised in that** inert gas feeds are provided between the front rolling stands (3a...3n) under the roller path covers. 10
26. Continuous casting and rolling equipment according to claims 17 to 22, **characterised in that** the pass program parameters (11) include at least the rolling force (12), the run-in and runout thickness (13), the rolling speed (14), the strip temperature (15), the thickness of the layer of scale (16) and the strip material (17). 15
27. Continuous casting and rolling equipment according to claim 25, **characterised in that** the thickness decrease in the pass program is shifted to the rear region of the hot-strip finishing train (3). 20
28. Continuous casting and rolling equipment according to claim 1, **characterised in that** a minimum runout thickness (13) is limited to a fixed value. 25
29. Continuous casting and rolling equipment according to claims 18 to 28, **characterised in that** a hot-strip finishing train (3) is provided with approximately seven rolling stands (F1 to F7) for a cast strand thickness of H = 50 to 90 millimetres and a minimum runout thickness (13) of 0.6 to 1.2 millimetres. 30

Revendications

1. Procédé combiné de coulée/laminage avec une vitesse de coulée de 4 à 12 m/min et laminage à chaud successif de barres de métal, en particulier d'acier (1) avec une vitesse de bande relativement faible pour former un feuillard à chaud mince (2) dans un train de laminage finisseur de feuillard à chaud (3) à plusieurs cages avec régulation des températures des cylindres de travail (4), **caractérisé en ce que** pour des vitesses de coulée d'environ 4m/min à 12 m/min et en tenant compte d'épaisseurs de coulée de 20 mm à 90 mm de la barre coulée, les vitesses de laminage sont adaptées, de sorte que les températures des cylindres de travail (4) sont augmentées à partir d'une température de départ faible (5) avec un taux d'augmentation prédéterminé, et la température du feuillard (15) à l'intérieur du train de laminage finisseur pour feuillard à chaud (3) est réglée à une température de laminage cible (6) du feuillard 50

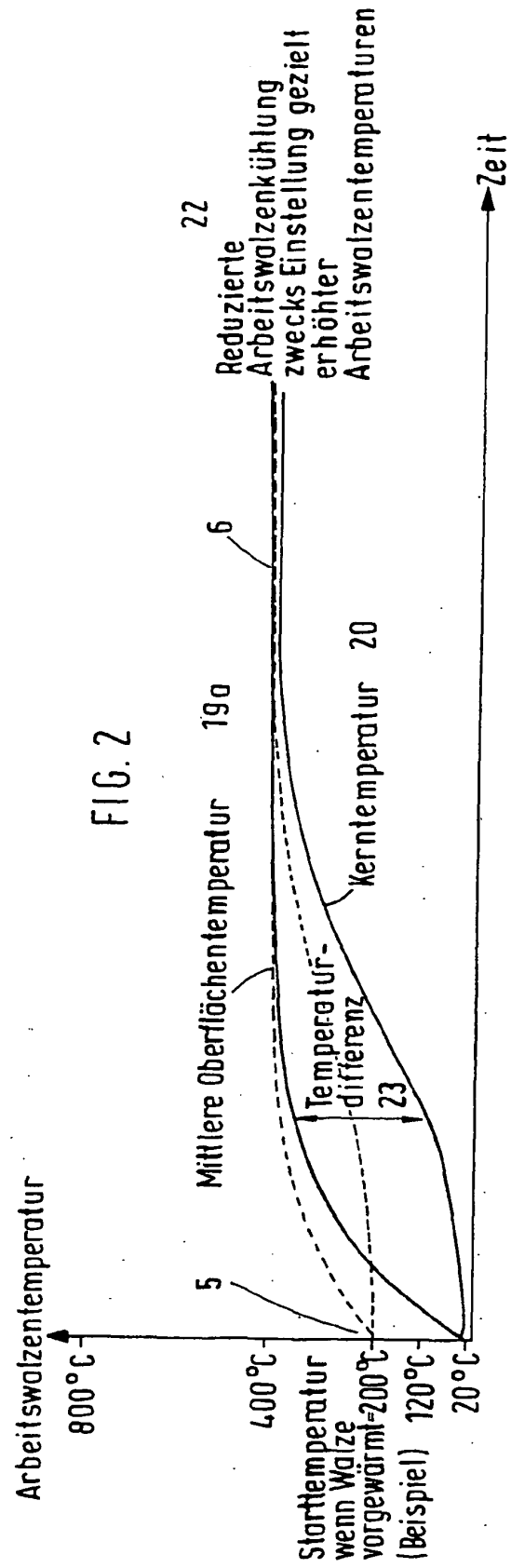
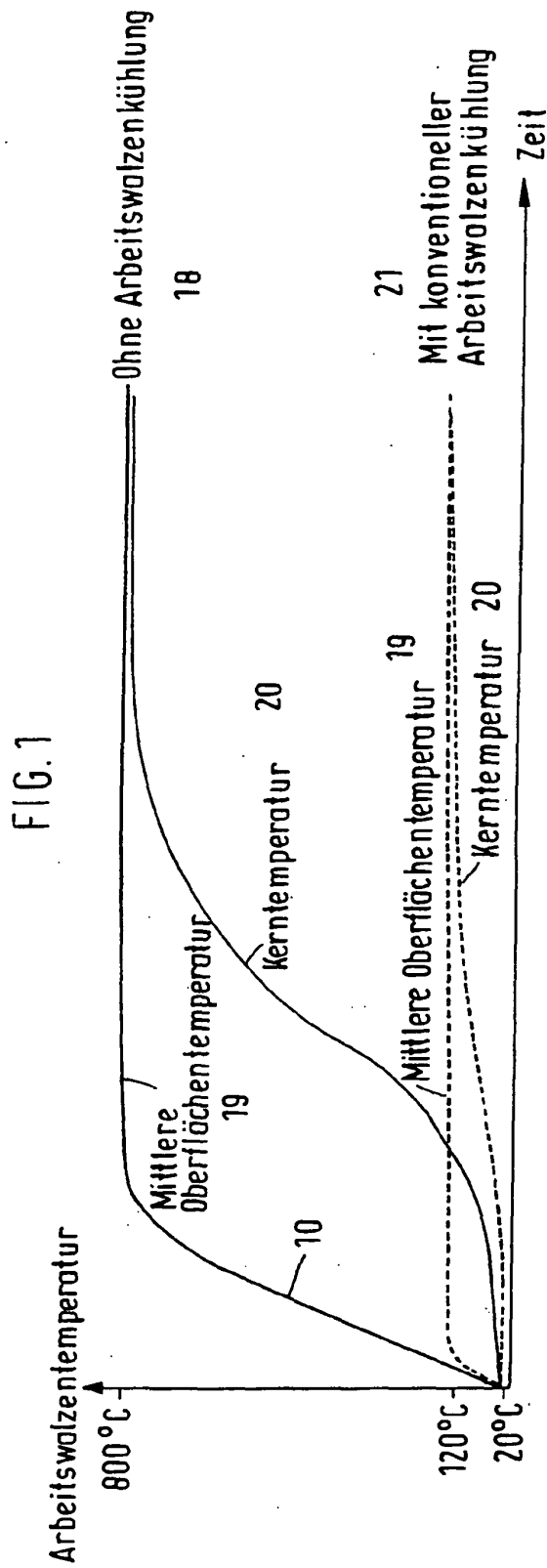
- à chaud (2) et en régulant ou en commandant l'intensité du refroidissement des cylindres (18).
2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que pour des données correspondant à un plan de passes donné on établit une température cible (6), qui se trouve au-dessous de la température de revenu du matériau des cylindres de travail (4).
 3. Procédé selon les revendications 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'en appliquant une quantité prédéterminée d'eau de refroidissement (26) sur les cylindres de travail (4) on établit une température maximum des cylindres et la on règle la vitesse du feuillard, grâce auxquelles on atteint la température cible prédéterminée (6) du feuillard.
 4. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la différence de température entre l'âme du cylindre de travail (4a) et la surface (4b) du cylindre de travail (4) est réglée de telle façon que l'on ne dépasse pas les contraintes admissibles dans le cylindre de travail (4).
 5. Procédé selon la revendication 4,
caractérisé en ce que l'on exécute une surveillance des contraintes à l'intérieur du cylindre de travail aussi bien en direction radiale qu'en direction axiale en se basant sur un champ de températures et de contraintes calculées.
 6. Procédé selon les revendications 4 et 5,
caractérisé en ce que la surveillance des contraintes est commandée via un modèle de calcul en ligne (7).
 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que le cylindre de travail (4) est préchauffé à une température initiale (5) avant sa mise en service.
 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7,
caractérisé en ce que les cylindres de travail (4) sont amenés à fonctionner avec des températures de feuillard en excès par rapport au niveau de température prévu.
 9. Procédé selon les revendications 5 ou 6,
caractérisé en ce que le cylindre de travail (4) est préchauffé dans un champ d'induction (8a) en rotation.
 10. Procédé selon la revendication 9,
caractérisé en ce que le chauffage par induction de la surface (4b) du cylindre de travail est exécuté du côté entrée d'une cage de laminage (3a, ... 3n).
 11. Procédé selon les revendications 9 et 10,
caractérisé en ce que le chauffage par induction d'un cylindre de travail (4) est exécuté de façon différente sur la longueur du corps de cylindre.
 12. Procédé selon la revendication 9,
caractérisé en ce que le cylindre de travail (4) est préchauffé dans le champ d'induction (8a) à l'intérieur du train de laminage finisseur de feuillard à chaud (3) ou avant le montage à côté du train de laminage finisseur de feuillard à chaud (3).
 13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9,
caractérisé en ce que pendant le processus de revenu, on utilise à titre de grandeur de régulation l'évolution du programme de laminage, outre l'intensité du refroidissement des cylindres et/ou de l'échauffement inductif.
 14. Procédé selon les revendications 1 à 9,
caractérisé en ce que des laveurs à calamine (25) prévus sont amenés à fonctionner avec une quantité d'eau minimum, en particulier sur une seule rangée.
 15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9,
caractérisé en ce que l'intensité de refroidissement du cylindre de travail (18) est régulée par un agent de refroidissement finement dosé et/ou par un brouillard pulvérisé.
 16. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3,
caractérisé en ce que seulement une partie des cages de laminoir (3a, ... 3n) du train de laminage finisseur (3) pour feuillard à chaud est amenée à fonctionner en augmentant les températures des cylindres de travail respectifs (4).
 17. Procédé selon l'une des revendications 1 à 16,
caractérisé en ce que l'influence d'une augmentation de température des cylindres et l'influence de l'allongement des cylindres de travail (4) dû au transfert de chaleur depuis les cylindres de travail (4) vers l'ébauche de feuillard sont compensées dans la région de l'arête du feuillard par des organes de positionnement profilés mécaniques et/ou thermiques.
 18. Système combiné de coulée/laminage avec un dispositif de coulée continue et un train de laminage finisseur (3) de feuillard à chaud, un système de chauffage (8), et des moyens de refroidissement, associés à chaque cage de laminoir (3a, ... 3n), pour les cylindres de travail (4), **caractérisé en ce que** les augmentations de température des cylindres de travail sont assurément encaissées dans les couches du fait que la longueur des cylindres de travail est ajustée à une augmentation de température, et les paliers des cylindres de travail sont refroidis et sont raccordés à un système de lubrification à huile

en circuit fermé ou
les paliers des cylindres de travail sont lubrifiés avec
une graisse spéciale.

19. Système combiné de coulée/laminage selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** les cylindres de travail (4) sont meulés à l'état chaud. 5
20. Système combiné de coulée/laminage selon les revendications 18 ou 19, **caractérisé en ce que** l'on prévoit comme matériau pour les cylindres de travail (4) des matériaux résistant à la chaleur et résistant au soudage. 10
21. Système combiné de coulée/laminage selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** pour les cages de laminoir (3a,... 3n) du train de laminage finisseur (3) du feuillard à chaud, il est prévu des cylindres dits "HIP (hot isostatic pressing). 15
22. Système combiné de coulée/laminage selon les revendications 18 à 21, **caractérisé en ce que** dans un modèle de calcul en ligne (7) on inclut un modèle de température de cylindre de travail (7) basé sur des températures de surface mesurées (10) du cylindre de travail, sur la température initiale (5) du cylindre de travail (4) et sur les propriétés physiques du cylindre de travail (4). 20
23. Système combiné de coulée/laminage selon la revendication 22, **caractérisé en ce que**, dans le modèle de température (9) du cylindre de travail on tient compte de la température de surface moyenne maximum (19) du cylindre, de la différence de température maximum admissible (23) entre l'âme (4a) du cylindre de travail et la surface (4b) du cylindre de travail, et de la contrainte maximum admissible (24) dans le cylindre de travail (4). 25
24. Système combiné de coulée/laminage selon les revendications 18 à 23, **caractérisé en ce que** des recouvrements pour voies à rouleaux sont montés entre les cages de laminage (3a, ... 3n). 30
25. Système combiné de coulée/laminage selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** des guidages de gaz inerte sont prévus entre les cages de laminage antérieures (3a, ... 3n) au-dessous des recouvrements pour voies à rouleaux. 35
26. Système combiné de coulée/laminage selon les revendications 17 à 22, **caractérisé en ce que** parmi les paramètres (11) du plan de passes, on tient compte au moins de la force de laminage (12), de l'épaisseur à l'entrée et à la sortie (13), de la vitesse de laminage (14), de la 40

température du feuillard (15), de l'épaisseur (16) de la couche de calamine, et du matériau du feuillard (17).

27. Système combiné de coulée/laminage selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** la diminution de l'épaisseur dans le plan de passes est déportée vers la zone postérieure du train de laminage finisseur (3) pour feuillard à chaud. 45
28. Système combiné de coulée/laminage selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'une** épaisseur de sortie minimum (13) est limitée à une valeur fixe. 50
29. Système combiné de coulée/laminage selon les revendications 18 à 28, **caractérisé en ce qu'un** train de laminage finisseur (3) pour feuillard à chaud comprenant environ sept cages de laminage (F1 à F7) est prévu pour une épaisseur de barres coulées de H = 50 à 90 mm et une épaisseur de sortie minimum (13) de 0,6 à 1,2 mm. 55



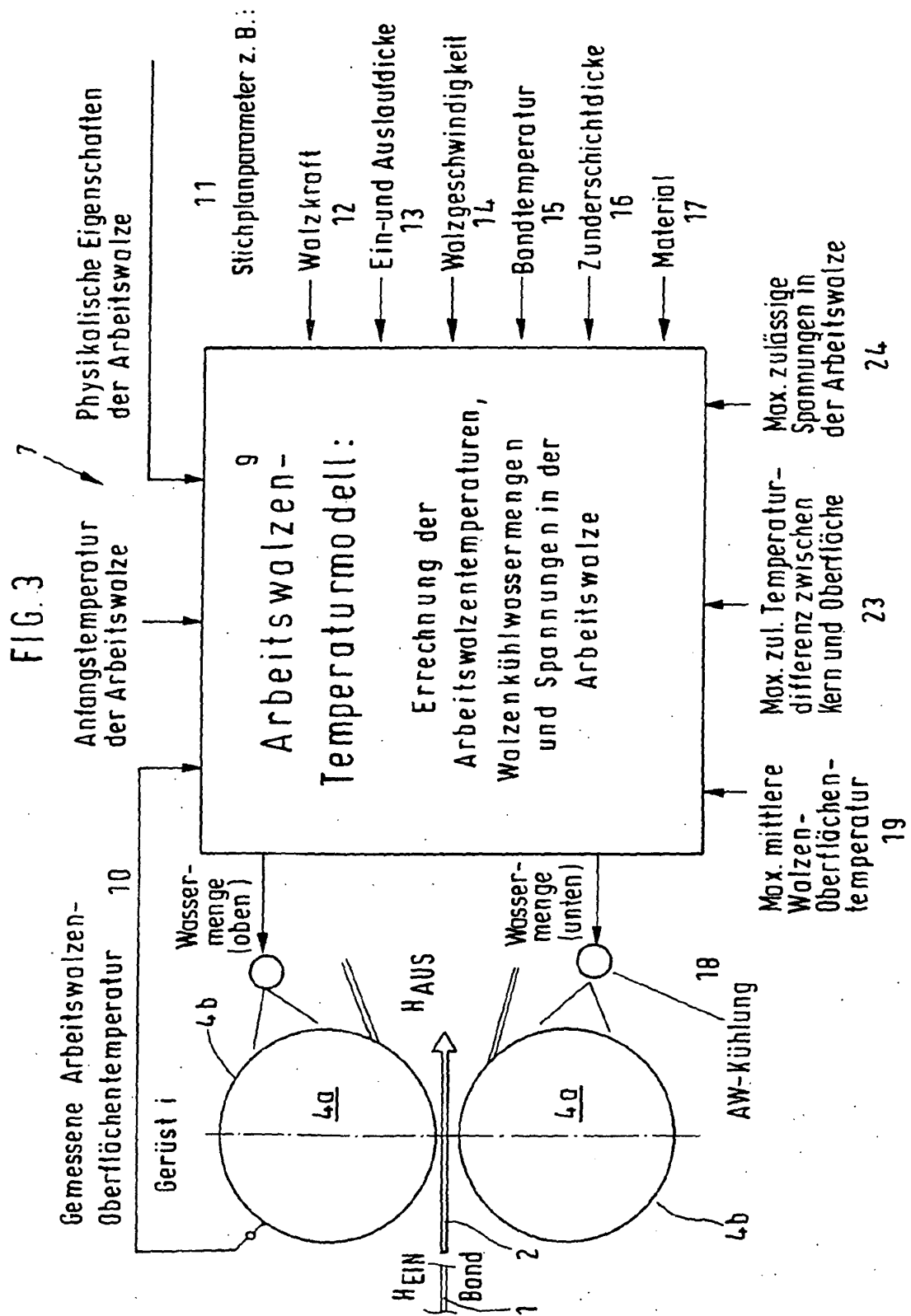


FIG. 4

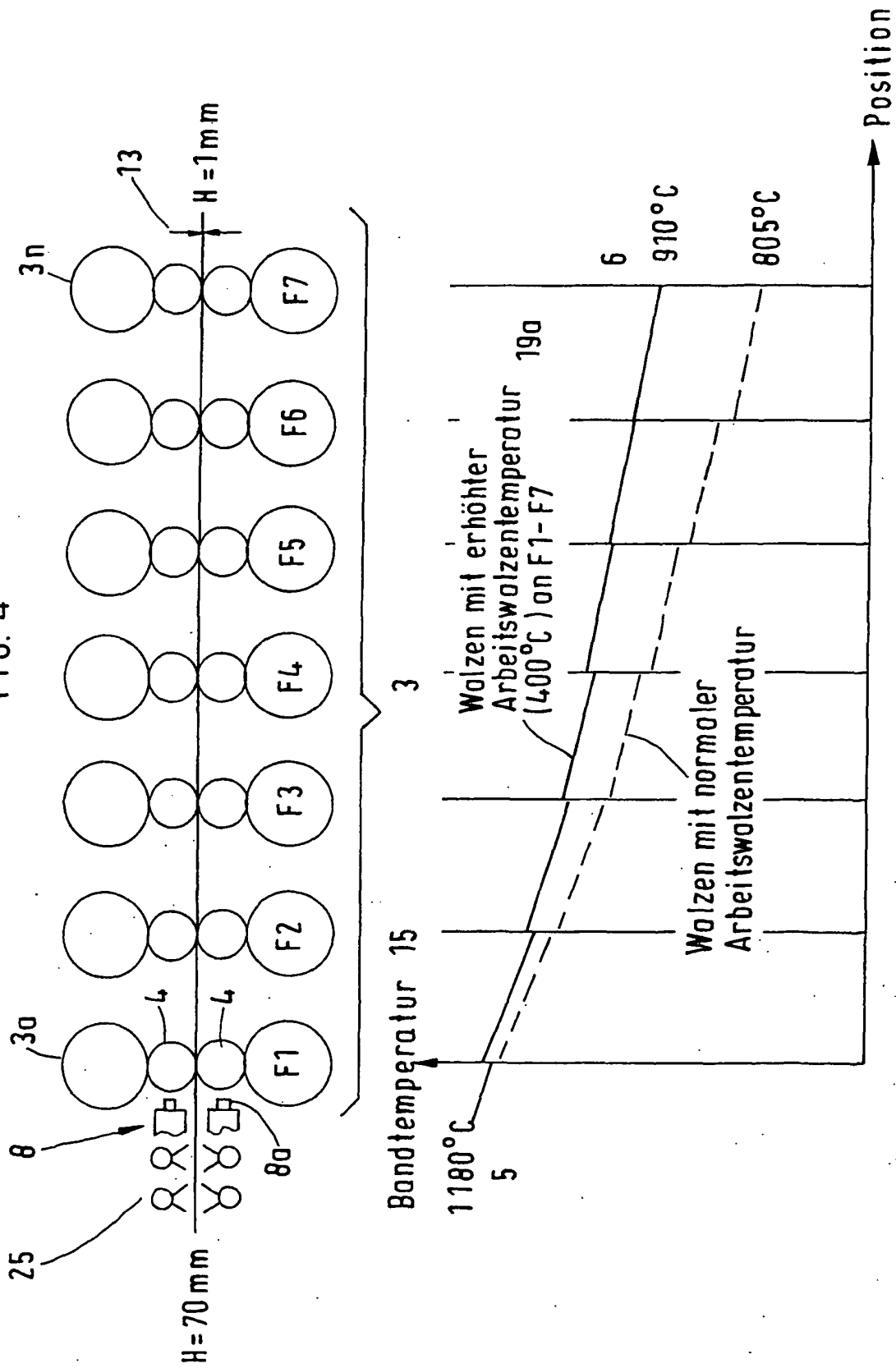
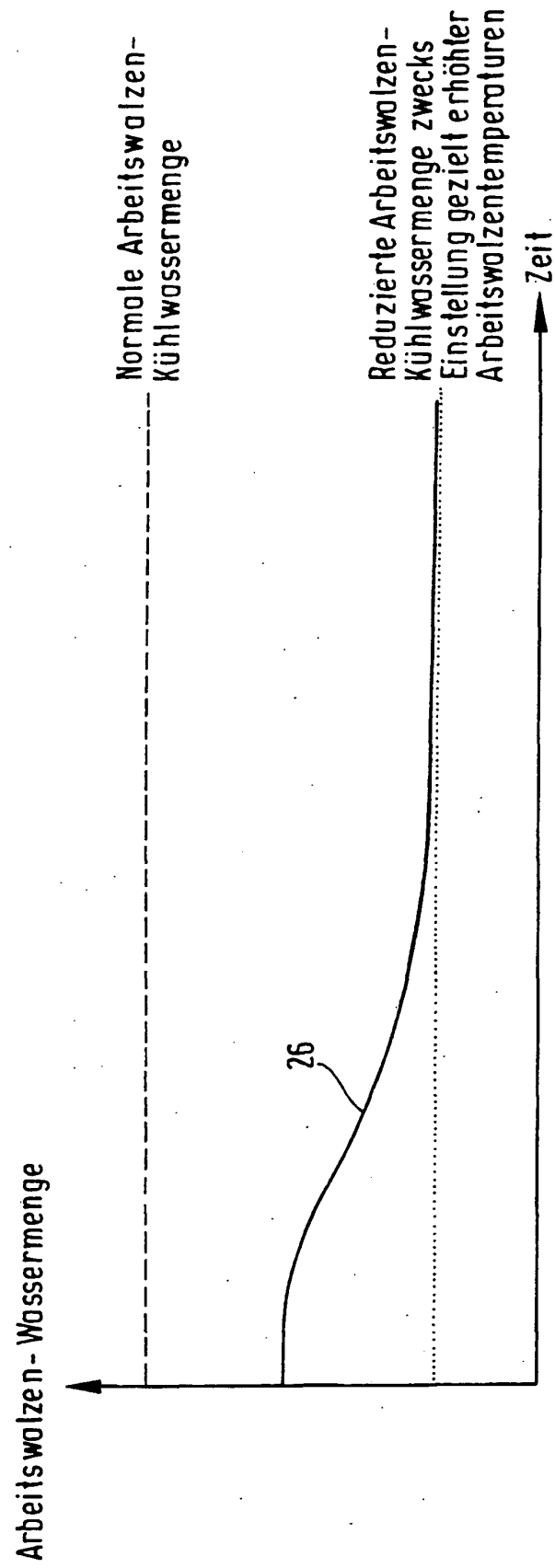


FIG. 5



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

- DE 19830034 A1 [0004]
- EP 0415987 B2 [0005]