

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 144 795
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84113517.1

(51) Int. Cl.⁴: B 22 D 11/04

(22) Anmeldetag: 09.11.84

(30) Priorität: 01.12.83 DE 3343479

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.06.85 Patentblatt 85/25(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE FR GB IT LU NL(71) Anmelder: Fried. Krupp Gesellschaft mit beschränkter
Haftung
Altendorfer Strasse 103
D-4300 Essen 1(DE)(72) Erfinder: Roller, Erling, Dr.
Bredeneyer Strasse 34a
D-4300 Essen 1(DE)

(54) Verfahren zum Oszillieren einer in sich starren Horizontal Stranggießkokille für Metalle, insbesondere Stahl.

(57) Horizontal-Stranggießkokillen, die sinusförmig oszillierende Hubbewegungen in Gießrichtung und Gegengießrichtung ausführen und aus denen der gegossene Strang kontinuierlich in Gießrichtung abgezogen wird, sind an ihrer Eingußseite mit einer den Gießhohlraum verengenden Einschnürung in Form eines Abreißrings ausgestattet und wirken daher – im Gegensatz zu den nach oben hin offenen Vertikal- bzw. Kreisbogenkokillen – wie ein die Strangschale stauchender Kolben.

Um die mit der Kolbenwirkung verbundenen Nachteile weitestgehend zu beseitigen, d.h. ein Gußzeugnis ausreichender Qualität herstellen zu können, wird der Vorschlag unterbreitet, bei einem Mindestwert der Kokillen-Oszillationsfrequenz f von etwa 100/min. deren Größe mit derjenigen des Kokillenhubes H und der Gießgeschwindigkeit V_0 derart abzustimmen, daß die durchschnittliche Voreilung der Horizontal-Stranggießkokille bezüglich des Strangs den Mindestwert 0,64 aufweist und daß der Stauchweg – die während der Voreilung der Horizontal-Stranggießkokille bezüglich des Strangs in Gießrichtung zurückgelegte Wegstrecke – höchstens 1 mm beträgt.

EP 0 144 795 A2

FRIED. KRUPP GESELLSCHAFT MIT
BESCHRÄNKTER HAFTUNG in Essen

Verfahren zum Oszillieren einer in sich starren
Horizontal-Stranggießkokille für Metalle, insbe-
sondere Stahl

- Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Oszillieren
5 einer in sich starren Horizontal-Stranggießkokille
für Metalle, insbesondere Stahl, die sinusförmig
oszillierende Hubbewegungen in Gießrichtung und Ge-
gengießrichtung ausführt, wobei der Strang kontinu-
ierlich abgezogen wird.
- 10 Das Verfahren der eingangs genannten Gattung wird bei-
spielsweise bei einer Horizontal-Stranggießanlage aus-
geführt, welche in der DE-OS 27 37 835 beschrieben
ist.
- Die Stranggießkokille stellt dabei mit dem vorgeschal-
15 teten Vorratsbehälter eine bewegliche gelagerte Ein-
heit dar, wobei der Gießhohlraum der in sich starren
Stranggießkokille auf deren Eingußseite eine Quer-
schnittsverkleinerung aufweist.
- Die bekannte Horizontal-Stranggießanlage ist im übrি-
20 gen mit einem Oszillationsantrieb ausgestattet, über
den der Kokillenhub zwischen 0 bis 5 mm und die Kokil-
len-Oszillationsfrequenz zwischen 0 bis 500/min. ein-
stellbar ist.
- Die in Rede stehende Vorveröffentlichung enthält kei-
25 nen Hinweis darauf, in welcher Weise die hier ange-
sprochenen veränderlichen Größen Kokillenhub, Kokil-
len-Oszillationsfrequenz und Gießgeschwindigkeit (ent-
sprechend der Strangabzugsgeschwindigkeit) aufeinander
abgestimmt sein sollten, um zu einem Gußerzeugnis aus-
30 reichender Qualität, insbesondere ohne Fehlstellen im
Bereich der Strangoberfläche, zu gelangen.

Horizontal-Stranggießkokillen sind im allgemeinen mit dem Nachteil behaftet, daß die hergestellten Gußerzeugnisse eine geringere Oberflächengüte aufweisen als die Erzeugnisse von Vertikal-Stranggießkokillen. Dies
5 hängt u.a. mit der Verwendung eines zwischen Vorratsbehälter und Stranggießkokille angeordneten Abreißbrings zusammen, welche eine Verengung des Gießhohlraums darstellt. Da die Bildung der Strangschale an der Verbindungsstelle zwischen dem Abreißring und der Stranggieß-
10 kokille einsetzt, weist diese bei ihrer oszillierenden Bewegung in Gießrichtung die Wirkung eines Kolbens auf, welcher die Strangschale staucht.

Im Gegensatz dazu wirken die ofenun-
15 abhängigen Stranggießkokillen (zu denen neben den Vertikalkokillen auch die Kreisbogenkokillen zählen) wie eine Hülse, d.h. eine Stauchung der Strangschale findet nur solange statt, bis nach Überwindung der Reibung zwischen Strangschale und Stranggießkokille zwischen
20 diesen Bestandteilen eine Relativbewegung eintritt. Angesichts dieses wesentlichen Unterschieds lassen sich die Gesichtspunkte, die bei der Auslegung von Vertikal- bzw. Kreisbogenkokillen zu berücksichtigen sind, nicht auf die Verhältnisse beim Horizontal-Stranggießen über-
25 tragen (vgl. dazu DE-OS 31 37 119).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Oszillationsverfahren für eine oszillierende, bei kontinuierlicher Strangabziehbewegung arbeitende Horizontal-Stranggießkokille anzugeben, welches bei vertretbarem
30 technischem Aufwand die Herstellung eines Gußerzeugnisses mit verbesserter Qualität ermöglicht. Insbesondere soll der zu erzeugende Strang weder eine geschuppte Oberfläche noch tiefgehende Fehlstellen aufweisen, die ggf. eine Vorbehandlung der Strangober-
35 fläche vor der Weiterverarbeitung erforderlich machen.

Das Verfahren soll im übrigen in erster Linie die Verarbeitung von Stahl ermöglichen; es kann jedoch auch ohne weiteres bei der Herstellung von Strängen aus anderen Metallen Verwendung finden.

- 5 Die gestellte Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren verläßt danach den bereits längere Zeit von der Fachwelt beschrittenen Weg, trotz Inkaufnahme eines erhöhten wirtschaftlichen und
10 technischen Aufwandes mit einer intermittierenden Strangabzugsbewegung zu arbeiten.

Derartige Verfahren, die mit einer ortsfesten oder einer zusätzlich bewegten Horizontal-Stranggießkokille
15 arbeiten, sind beispielsweise aus der DE-OS 31 48 033 bzw. 31 37 119 bekannt. Das Verfahren der erstgenannten Druckschrift benötigt dabei eine Abzieheinrichtung, die in außerordentlich kurzer Aufeinanderfolge ein gezieltes ruckartiges Beschleunigen und Abbremsen des
20 Strangs ermöglicht, und zwar bei einem unter Umständen beachtlichen Abstand der Abzieheinrichtung von der Horizontal-Stranggießkokille.

Das Verfahren der zweitgenannten Druckschrift arbeitet zwar ohne Rückstoß des Strangs in Richtung auf die
25 Horizontal-Stranggießkokille; es ist jedoch insofern mit einem erheblichen Mehraufwand verbunden, als zusätzlich, beispielsweise durch Bewegen der Horizontal-Stranggießkokille, stoßartige Impulse in Gießrichtung auf den Strang übertragen werden. Sofern das bekannte Verfahren mit Überlagerung der Strangabzieh-
30 und Impulsbewegung arbeitet, weist die Horizontal-Stranggießkokille keine Voreilung mehr auf. Die Angaben über den bei der Impulserzeugung zurückzulegen- den Weg lassen, abgesehen von den im übrigen vorhandenen
35 Unterschieden, nicht erkennen, daß die Einhaltung eines Stauchweges in der Größenordnung allenfalls von

einigen zehntel Millimetern von Bedeutung ist.

Nach alledem kann dem Stand der Technik keine Anregung dafür entnommen werden, abweichend von der eingeschlagenen Entwicklungsrichtung bei der Lösung der gestellten Aufgabe auf das erfindungsgemäße Verfahren mit oszillierender Horizontal-Stranggießkokille und kontinuierlicher Strangabzugsbewegung zurückzugehen.

Im einzelnen geht das erfindungsgemäße Verfahren davon aus, daß sich eine gute Strangoberfläche nur dann erzielen läßt, wenn die Geschwindigkeit der Horizontal-Stranggießkokille in Gießrichtung größer ist als die Gießgeschwindigkeit (entsprechend der Strangabzugsgeschwindigkeit). Dieser Forderung läßt sich dadurch Rechnung tragen, daß durch gegenseitige Abstimmung der drei veränderlichen Größen - Kokillen-Oszillationsfrequenz, Kokillenhub und Gießgeschwindigkeit - für die durchschnittliche Voreilung der Stranggießkokille bezüglich des Strangs ein Mindestwert von $2/\pi$ entsprechend etwa 0,64 eingehalten wird. Darüber hinaus werden die drei erwähnten Größen so gewählt, daß der Stauchweg, d.h. die während der Voreilung der Stranggießkokille bezüglich des Strangs in Gießrichtung zurückgelegte Wegstrecke, höchstens 1 mm, vorzugsweise sogar nur 0,1 bis 0,5 mm, beträgt. Das Verfahren wird im übrigen so ausgeführt, daß die Kokillen-Oszillationsfrequenz einen Mindestwert von etwa 100/min. nicht unterschreitet.

Die Voreilung der Horizontal-Stranggießkokille bezüglich der Bewegung des Strangs in Gießrichtung hat zur Folge, daß das bei einem Oszillationsvorgang gebildete Strangschalen-Zusatzelement auf die zuvor gebildete Strangschale aufgeschoben wird und dort verschweißt. Angesichts der bereits erwähnten Kolbenwirkung der Horizontal-Stranggießkokille mit vorgeschaltetem Abreißring wird die Einhaltung eines sehr kleinen Stauchweges vorgeschlagen. Falls dieser zu große Werte annimmt, besteht die Gefahr, daß sich das aufgeschobene Strangschalen-Zuwachselement unter oder über die nachfolgende

Strangschale schiebt; dies führt zu einer unerwünschten Schuppenbildung an der Strangoberfläche und/oder zu einer Beschädigung des aus Keramikwerkstoff bestehenden Abreißrings.

- 5 Mit der Einhaltung eines Mindestwertes der Kokillen-Oszillationsfrequenz schließlich soll erreicht werden, daß das während eines Oszillationsvorgangs gebildete Strangschalen-Zuwachselement nur eine geringe Durch-
10 erstarrung und demzufolge nach dem Lösen vom Abreißring keine tiefgehende Fehlstelle aufweist.
- Falls, beispielsweise durch eine Veränderung der Gießgeschwindigkeit, die Horizontal-Stranggießkokille keine Voreilung mehr aufweist, besteht, anders als beim Stranggießen mit einer Vertikal-Stranggießkokille,
15 eine erhebliche Durchbruchgefahr. Falls bei voreilender Horizontal-Stranggießkokille der Stauchweg einen zu großen Wert aufweist, läßt sich kein Strang mit einer ausreichenden Oberflächenqualität herstellen.

Vorzugsweise wird bei dem Verfahren für die Stranggießkokille eine Mindest-Oszillationsfrequenz von 120/
20 min. verwendet (Anspruch 2).

Der während eines Oszillationsvorgangs ausgeführte Kokillenhub soll höchstens 6 mm, vorzugsweise höchstens 5 mm, betragen (Anspruch 3). Zweckmäßigerweise
25 wird das erfindungsgemäße Verfahren in der Weise ausgeführt, daß bei der Mindest-Oszillationsfrequenz gemäß Anspruch 2 der Kokillenhub sogar nur auf 2 bis 4 mm eingestellt wird.

Durch die Einhaltung einer bestimmten Mindest-Oszillationsfrequenz im Zusammenhang mit einem geringen Kokillenhub läßt sich die Gefahr der Bildung tiefgehender Fehlstellen an der Strangoberfläche erheblich her-
30 absetzen.

Damit während des Gießvorgangs - abgesehen allenfalls vom Zeitraum unmittelbar nach Gießbeginn und unmittelbar vor Gießende - Betriebsbedingungen vorliegen, welche die Herstellung eines Stranges ausreichender Qualität ermöglichen, wird weiterhin vorgeschlagen, die drei veränderlichen Größen Kokillen-Oszillationsfrequenz, Kokillenhub und Gießgeschwindigkeit in Abhängigkeit von letzterer derart aufeinander abzustimmen, daß sowohl der Mindestwert der Voreilung als auch der Höchstwert des Stauchweges eingehalten wird; dies läßt sich dadurch erreichen, daß die betreffenden Größen über einen Prozeßrechner vorgegeben werden.

Die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Horizontal-Stranggießkokille weist demzufolge einen Oszillationsantrieb auf, der hinsichtlich Kokillen-Oszillationsfrequenz und Kokillenhub in dem erforderlichen Umfang einstellbar ist; darüber hinaus muß der zugehörige Strangabzugsantrieb in der Weise ausgebildet sein, daß sich die Gießgeschwindigkeit darstellende Strangabzugsgeschwindigkeit in einem ausreichend weiten Bereich verändern läßt.

Beim Horizontal-Stranggießen beispielsweise von Knüpfeln und Vorblöcken aus Stahl kommen zur Zeit Gießgeschwindigkeiten von ca. 1,5 bis ca. 4 m/min. in Betracht.

Die für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und das damit hergestellte Strang wesentlichen Größen sind in der Zeichnung dargestellt. Darin bedeuten:

- f = Kokillen-Oszillationsfrequenz
- H = Kokillenhub = Weg zwischen zwei Umkehrpunkten
- t = Zeit
- V_o = Gießgeschwindigkeit = Strangabzugsgeschwindigkeit
- s = Weg

Für eine Horizontal-Stranggießkokille mit Sinus-Oszillation gelten damit die folgenden Beziehungen:

Vom Strang zurückgelegter Weg:

$$S_o = V_o t$$

5 Kokillenweg: $S_k = 0,5 \cdot H \sin 2 \pi f t$

Kokillengeschwindigkeit:

$$V_k = \pi f H \cdot \cos 2 \pi f t$$

Relativer Weg Strang / Kokille:

$$S_{rel} = V_o \cdot t + 0,5 \cdot H \sin 2 \pi f t$$

10 Weg zwischen Minimum und Maximum von S_{rel} (Zugweg):

$$W_1 = \frac{V_o}{\pi f} \cdot \arccos \frac{-V_o}{\pi f H} + H \sin \left(\arccos \frac{-V_o}{\pi f H} \right)$$

Weg zwischen Maximum und Minimum von S_{rel} (Stauchweg):

$$W_2 = W_1 - \frac{V_o}{f} \quad (\text{wobei } \frac{V_o}{f} = \text{Markenabstand } M)$$

$$W_2 = \frac{V_o}{\pi f} \cdot \arccos \frac{-V_o}{\pi f H} + H \sin \left(\arccos \frac{-V_o}{\pi f H} \right) - \frac{V_o}{f}$$

15 Ausführungsbeispiele:

Bei einer Gießgeschwindigkeit $V_o = 1,5 \text{ m/min.}$, einem Kokillenhub von 5 mm und einer Kokillen-Oszillationsfrequenz von 100/min. liegen die Voreilung und der Stauchweg in der geforderten Größenordnung.

- 20 Würde man die Kokillen-Oszillationsfrequenz unter 100/min. absenken, so ergäbe sich für den Strang keine Stauchung mehr. Eine Erhöhung der Kokillen-Oszillationsfrequenz auf 150/min. bei sonst unveränderten Verhältnissen hätte bereits zur Folge, daß der Stauchweg einen Wert oberhalb der Mindestgrenze von 1 mm annähme.
- 25

Bei der bereits erwähnten Größe der Gießgeschwindigkeit V_0 und einem Kokillenhub von 4 bzw. 2 mm lassen sich die geforderten Werte für die Voreilung und den Stauchweg nur dann einhalten, wenn die Kokillen-Oszillations-
5 frequenz zwischen 120 bis 200/min. liegt bzw. mehr als 250/min. beträgt.

Eine Erhöhung der Gießgeschwindigkeit auf 2,0 m/min. hat bei einer Einstellung des Kokillenhubes auf 6 bzw. 5 bzw. 4 bzw. 2 mm zur Folge, daß die Kokillen-Oszilla-
10 tionsfrequenz in dem Bereich zwischen etwa 110 bis 150 bzw. 130 bis 200 bzw. 160 bis 270 bzw. oberhalb von 320/min. liegen muß.

Die Ausführungsbeispiele lassen erkennen, daß bei einer vorgegebenen Gießgeschwindigkeit (entsprechend der
15 Strangabzugsgeschwindigkeit) mit Rücksicht auf die geforderte Größenordnung der Voreilung und des Stauchweges die anzustrebenden höheren Werte der Kokillen-Oszillationsfrequenz dann erreichbar sind, wenn mit einem verhältnismäßig geringen Kokillenhub gearbeitet wird.
20 Eine Verkleinerung des Kokillenhubes führt außerdem dazu, daß sich der geeignete Bereich der Kokillen-Oszillationsfrequenz vergrößert.

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Oszillieren einer in sich starren Horizontal-Stranggießkokille für Metalle, insbesondere Stahl, die sinusförmig oszillierende Hubbewegungen in Gießrichtung und Gegengießrichtung ausführt, wobei der Strang kontinuierlich abgezogen wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß bei einem Mindestwert der Kokillen-Oszillationsfrequenz f von etwa 100/min. deren Größe mit derjenigen des Kokillenhubes H und der Gießgeschwindigkeit V_0 derart abgestimmt wird, daß die durchschnittliche Voreilung $- 2 fH/V_0$ der Stranggießkokille bezüglich des Strangs den Mindeswert 0,64 aufweist, und daß der Stauchweg - die während der Voreilung der Stranggießkokille bezüglich des Strangs in Gießrichtung zurückgelegte Wegstrecke - höchstens 1 mm beträgt.
5
10
15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stauchweg 0,1 bis 0,5 mm beträgt.
- 20 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mindest-Oszillationsfrequenz f von 120/min. verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kokillenhub H mit höchstens 6 mm, vorzugsweise höchstens 5 mm, verwendet wird.
25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die veränderlichen Größen Kokillen-Oszillationsfrequenz f , Kokillenhub H und Gießgeschwindigkeit V_0 mittels eines Prozeßrechners in Abhängigkeit von der Gießgeschwindigkeit in der Weise aufeinander abgestimmt werden, daß - abge-
30

sehen allenfalls vom Zeitraum unmittelbar nach Gießbeginn und unmittelbar vor Gießende - sowohl der Mindestwert der Voreilung als auch der Höchstwert des Stauchweges eingehalten wird.

- 14

