



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1364/85

(51) Int.Cl.⁵ : B22D 11/04

(22) Anmeldetag: 7. 5.1985

(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.1991

(45) Ausgabetag: 25. 6.1992

(56) Entgegenhaltungen:

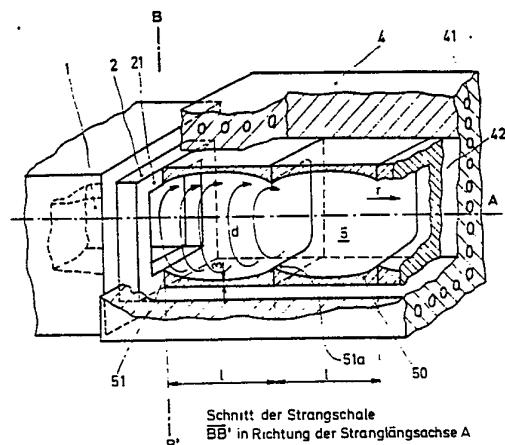
DE-OS2756112 DE-OS1558217 DE-OS1558224

(73) Patentinhaber:

BÖHLER GESELLSCHAFT M.B.H.
A-1010 WIEN (AT).

(54) VERFAHREN ZUM HORIZONTALEN STRANGGIESSEN VON, INSBESONDERE HÖHER SCHMELZENDEN, METALLEN, VORZUGSWEISE STÄHLEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum horizontalen Stranggießen von Metallen. Dabei ist vorgesehen, daß in einem durch den Strangabzug relativ bewegten Metallschmelzestrom (5), der an einem Übergang (21) von dem Gießkanal (1) in die Kokille (4) erweitert wird, die Metallschmelze zusätzlich zur Relativbewegung in Strangabzugsrichtung durch von bewegtem (en) magnetischen (en) Feld(ern) hervorgerufene Kraftwirkung in eine quer zur Strangabzugsrichtung verlaufende Bewegung, insbesondere in drehende Bewegung, im wesentlichen parallel zur Stirnseite des Gießringes (2) am Übergang (21) versetzt wird.



AT 394 816 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum horizontalen Stranggießen von, insbesondere höher schmelzenden, Metallen, vorzugsweise Stählen gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Es ist eine Anzahl von Verfahren und Vorrichtungen für das Horizontalstranggießen von höher schmelzenden Metallen, wie insbesondere Stählen, bekannt, denen allen gemeinsam ist, daß aus einem das zu vergießende Metall im Schmelzzustand enthaltenden Schmelzebehälter, dieses über eine hitzefeste Metallführung meist mit Anschlußorgan, wie z. B. Mundstück, unter Wirkung des eigenen hydrostatischen Druckes in eine vorzugsweise mit einem Kühlmedium gekühlte, im wesentlichen horizontal gerichtete, formgebende Gleitkokille einströmt. In dieser wird der Metallstrom unter Ausbildung einer allseitig nach innen hin zunehmend wachsenden Schale unter Bildung eines innen einen Flüssigmetallkern aufweisenden Metallstranges verfestigt. Dieser wird mittels Abzugs-einrichtung, z. B. mit Greifrollen, aus der Kokille gezogen, wonach eine Weiterbearbeitung erfolgt. Um ein Haf-ten des Stranges an der Kokillenwand zu vermeiden, ist es bekannt, diesen diskontinuierlich in jeweils auf das zu vergießende Metall und andere Parameter abgestimmte Länge aufweisenden Schritten abzuziehen. Jeder Schritt bzw. Hub wird jeweils durch ein Abzugsgeschwindigkeitsminimum, einen echten Stillstand oder sogar eine ge-ringfügige Strangabzugs-Richtungsumkehr beendet, wodurch ein Verschweißen der schrittweise gebildeten Strangstücke erreicht wird. Die metallurgischen Vorteile des Horizontalgieß-Verfahrens liegen u. a. darin, daß auch kleinere Strangquerschnitte bis zu einem Durchmesser von wenigen mm erzeugt werden können, wobei kei-nerlei Reoxydation des Gießstrahles und damit Verschlechterung des Reinheitsgrades des Knüppels eintritt.

Zur Verbesserung der Qualität des Stranges, insbesondere des der Strangachse näheren Bereiches, z. B. zur Vermeidung von Seigerungen, Lunkern od. dgl., bzw. auch zum Ausgleich der Schwerkraftwirkung ist es be-kannt geworden, den flüssigen Kern des Stranges der Wirkung eines bewegten Magnetfeldes, z. B. von Rührspu-len, auszusetzen, wodurch dort das Metall selbst in z. B. seine Homogenisierung fördernde Bewegung versetzt, insbesondere gerührt wird.

Um die Innengüte von Strängen zu verbessern, wurde gemäß DE-OS-1 558 217 vorgeschlagen, daß durch Einwirken auf den noch flüssigen Strangkern mittels elektromagnetisch wirkender Kräfte ein in axialer Richtung zur Strangachse auf die Sumpfspitze hin sich auswirkender ferrostatischer Druck ausgeübt wird. Weiters wurde bereits versucht (DE-OS 1 558 224), das Gewicht des Stranges vorwiegend in diesem zum Teil flüssigen, zum Teil teigigen Bereich mittels Gleich- oder Wechselströme in Verbindung mit senkrecht auf diese stehenden und horizontal verlaufenden Gleich- oder Wechselfeldern zu beeinflussen, gegebenenfalls das Stranggewicht zu kom-pensieren, um Deformationen und ungleiche Kühlintensitäten zu vermeiden und dadurch die Strangqualität zu ver-bessern.

Aus der EP-A-117 067 ist eine Stranggiebeinrichtung bekannt geworden, bei der ein vom Schmelzegefäß kommender Metallstrom in der Schmelzeführung, am Mundstück und in der Kokille praktisch konstante Quer-schnittsfläche aufweist und mittels Magnetspule im Bereich der Kokille, wie dort gezeigt, einer Rührbewegung um eine Achse quer zur Richtung der Strangbewegung drehend bewegt wird. Diese Bewegung erfolgt dort, um Mikrokavitäten und Segregationen im Strang zu vermeiden, und eine auf den Umfang bezogen gleichmäßige Erstarrung der Strangschale zu erzielen.

Durch das Rühren in der genannten Richtung wird der Anteil der Strangquerschnittsfläche mit im wesent-lichen axial gerichteten Kristallen wesentlich herabgesetzt. Bei dieser bekannten Vorrichtung treten beim inter-mittierenden Strangabzug am Strang im wesentlichen wenig Abzugs- bzw. Hubmarken auf, da dort der Quer-schnitt des Metallstromes in Schmelzeführung und Kokille konstant ist und kein bevorzugtes Wachstum infolge ungleichmäßiger Erstarrung erfolgen kann. Ein wesentlicher Nachteil der bekannten Bauweise sind jedoch die Schwierigkeiten bei der Dichtung des ungleichmäßigen Überganges von der Schmelzeführung in die Kokille, so daß solche Anlagen störungsanfällig sind.

Da beim Horizontalstranggußverfahren kein natürlicher Gießspiegel, an welchem die Strangschalenerstarrung beginnt, vorhanden ist, hat es sich weitgehend durchgesetzt, einen künstlichen Meniskus am Einlaufteil der Kokille zu schaffen, welcher vorzugsweise dadurch gebildet ist, daß in die Kokille ein vorteilhaft wenig benetz-barer, keramischer Ring, z. B. aus Bornitrid, eingesetzt ist, der wieder mit dem Einlaufsystem bzw. Gießkanal in Verbindung steht. Der Ring wird außenseitig durch die Kokilleninnenwand gekühlt, wodurch er beim Kontakt mit flüssigem Metall auf niedrigen Temperaturen gehalten wird, wodurch der Materialverschleiß auch beim Guß großer Schmelzengewichte gering ist. Der Querschnitt des Metallstromes im Gießkanal bzw. zumindest im Gießring ist geringer als in der Kokille, und an der Kokille zugeordneten Stirnfläche des Ringes erfolgt eine im wesentlichen etwa rundum radiale Querschnittserweiterung des bewegten Metallstromes.

Die Kristallisationsbedingungen für den Stahl im Bereich des beschriebenen künstlichen Meniskus bzw. Abreißringes erfordern eine Strangbewegung nach dem go and stop-Prinzip. Die Erstarrung erfolgt dabei nicht nur an der Kokillenwand, sondern auch am gekühlten Abreißring, der bzw. dessen Stirnfläche als Meniskus fungiert. An dieser Stelle baut sich infolge der höheren Kühlwirkung durch den Ring eine Strangschalenverdickung, also ein umlaufend zur Strangachse hin sich erhebendes Strangschalendickemaximum auf. Beim folgenden Abzugs-schritt fließt flüssiges Metall in den freigegebenen Kokillenbereich ein und erstarrt wieder am Ring, an der Kokil-llenfläche und auch an der Rückfront der vorhandenen Strangschale, welche im wesentlichen ein "Abdruck" der Stirnfläche des Gießringes ist. Die neu gebildete Schale verbindet sich bzw. verschweißt dann mit jenen Berei-chen des Stranges, welche durch die Kühlwirkung des Abreißringes in weitgehend axialer Richtung erstarrten, also dort, wo das Dickemaximum auftritt. Die dort auftretenden, als Hubmarken bekannten Inhomogenitäten,

insbesondere Störungen der radialen Kristallisation, werden im wesentlichen von den Strangabzugsparametern und dabei insbesondere von der Zeitspanne, in welcher das Metall am Abreißring erstarrt, und von der Überhitzung des einfließenden Stahles in die Kokille beeinflußt. Ausgeprägte und tiefe Hubmarken in Edelstahlsträngen können bei der Weiterverformung zu Problemen, wie insbesondere zur Oberflächenbrüchigkeit des Materials führen.

5 Die vom Abreißring verursachten Hubmarken sind Störstellen in der radialen Strangkristallisation. Beim schrittweisen Bewegen des Stranges muß es zu einem weitgehenden Verschweißen der neu gebildeten Schale mit jenen Bereichen des Stranges kommen, welche durch die Kühlwirkung des Abreißringes in weitgehend axialer Richtung erstarrten. Sowohl die Ausbildung und insbesondere die Tiefe der Störstellen bzw. Hubmarken als auch das Verschweißen der Strangschalen in diesen Bereichen wird mit zunehmender Überhitzung des Stahles über seine Liquidustemperatur vermindert. Eine hohe Stahlüberhitzung bewirkt jedoch insbesondere bei Edelstählen eine Verschlechterung der Innengüte des Stranges. Insbesondere betrifft dies die Kristallisation, die Bildung von groben Lunkern und das Entstehen übermäßiger Seigerungen. Die o. a. EP-A betrifft den Versuch, durch Magnetfelder, welche auf den erstarrenden Strang in gewissen Abständen einwirken, die Innengüte der Knüppel zu verbessern.

10 15 Zur vollständigen Vermeidung von Hubmarken in horizontal gegossenen Strängen wurde schon vorgeschlagen (DE-OS2 756 112), bei magnetischer Kompensation der Schwerkraft nach der Ausgußöffnung den metallostatischen Druck im Strang durch die Wirkung eines das Metall umgebenden Wechselfeldes zu kompensieren, um entweder auf Kokillen verzichten zu können oder eine Einschnürung des Metallstromes vor dessen Eintritt in die Kokille zu bewirken.

20 25 Es ist die Aufgabe der Erfindung, die beim horizontalen Strangguß, insbesondere beim Guß von Edelstählen, auftretenden Nachteile bekannter Verfahren zu vermeiden und ein Verfahren zu schaffen, mit welchem die für eine vorteilhafte Innengüte des Stranges notwendigen Überhitzungen des Stahles beim Einlauf in die Kokille gering gehalten werden, gleichzeitig die Homogenität des Stranges in Längsrichtung verbessert, insbesondere die Tiefe der Hubmarken minimiert und ein vollständiges Verschweißen der jeweils neu gebildeten und der vom vorherigen Abzugsschritt stammenden Strangschale erreicht wird.

30 35 40 Die Erfindung betrifft demnach ein Verfahren zum horizontalen Stranggießen von, insbesondere höher schmelzenden, Metallen, vorzugsweise Stählen, wobei in einem Behälter befindliche Metallschmelze mit mindestens einem durch einen Gießkanal und daran mit einem Übergang anschließende, vorzugsweise gekühlte, formgebende Kokille bewegten Metallschmelze-Strom kommuniziert, welcher Metallschmelze-Strom seinerseits in einen in der Kokille beginnend, allseitig unter Bildung einer Strangschale zunehmender Dicke sich verfestigenden Metallstrang übergeht, wobei Kokille und Metallstrang relativ zueinander schrittweise bewegt werden, insbesondere der Metallstrang schrittweise mit jeweils einer Länge (l) abgezogen wird, wobei das flüssige Metall unter Einwirkung von magnetischen Feldern zusätzlich in Bewegung versetzt wird, das im wesentlichen darin besteht, daß der Strömungsquerschnitt des Metallschmelze-Stromes nach der Gießduse bzw. einem Gießring od. dgl. am gebildeten Übergang von dem Gießkanal in die Kokille erweitert wird und daß der Metallschmelze-Strom zumindest auf einer Strecke unmittelbar nach dem Übergang bis zu einem Bereich in der Kokille, in welchem bei schrittweisem Abzug die Strangschale nach einer Länge (l) erstmalig ein Geschwindigkeitsminimum aufweist, vorzugsweise bis in den Bereich der Kokille, dem zumindest zwei Abzugsschrittängen entsprechen, zusätzlich zur Relativbewegung in Strangabzugsrichtung (r), durch von bewegtem(en) magnetischen Feld(ern) hervorgerufene Kraftwirkung in eine quer zur Strangabzugsrichtung verlaufende Bewegung, insbesondere drehende Bewegung um die Strangachse im wesentlichen parallel zur Stirnseite des Gießringes am Übergang versetzt wird.

45 50 55 60 Es wird also dem weitgehend axial in die Kokille einströmenden Metall eine Rotationsbewegung bzw. eine Strömung mit einer Richtung parallel zur Stirnseite des Abreißringes überlagert, wobei diese überlagerte Schmelzenbewegung vorzugsweise im Bereich des Beginnes der Strangschalenbildung, also im Bereich des Abreißringes bis bevorzugt zu einer Länge von 2 Abzugsschritten in die Kokille hinein angeordnet wird. Es wird also dafür gesorgt, daß zumindest innerhalb oder entlang einer vom Metallstrom bzw. vom in Entstehung befindlichen, mit wachsender Strangschale sich ausbildenden Metallstrang durchheilten Wegstrecke, die zumindest an der Metallstrom-Querschnittserweiterung an der Gießduse beginnt und bis mindestens zum Ende wenigstens eines Strangabzugschrittes bzw. Hubes sich erstreckt, die Metallschmelze der beschriebenen rotierenden Bewegung ausgesetzt wird. Dadurch läßt sich, wie gefunden wird, erreichen, daß die aus dem Schmelzebehälter kommende, zumindest geringfügig überhitzte Metallschmelze, die sich, wie oben beschrieben, jeweils bei Hubende am Gießring ausbildende Strangschalenverdickung durch gezieltes Anströmen von deren Spitze wieder aufschmilzt und auf diese Weise das Maximum abbaut. Günstig ist es, wenn die Rotationsbewegung zumindest über eine Abzugslänge hinweg induziert wird. Es ist dabei im wesentlichen dafür zu sorgen, daß durch entsprechende Anordnung von Spulen in der bzw. um die Kokille das flüssige Metall an der strömungs-querschnittserweiternden Gießduse, z. B. einem Zirkonoxyd- oder Bornitrid-Ring, einem Magnet-Dreh- und/oder Wanderfeld unterworfen wird, und dies zumindest über eine Hublänge hinweg, sodaß genügend Zeit bleibt, um das dem Hubende entsprechende, zur Strangachse gerichtete, umlaufende Schalenmaximum abzubauen. Dabei ergibt sich auch der Vorteil, daß infolge der umlaufenden Bespülung des Maximums mit der zumindest gering überhitzten Schmelze auch der Gießring bzw. dessen der Kokille zugewandte Stirnseite gleichmäßig und auch intensiver erwärmt wird, und so die Höhe des beschriebenen, sich während des Strangstillstandes bzw. dessen kurzer Richtungsumkehr ausbildenden Maximums von vornherein verringert ist, und während des folgenden Hubes das schon verringerte Maximum mittels

Drehbewegung laufend weiter aufgelöst und abgebaut wird. Damit kann eine im wesentlichen gleichmäßig ansteigende Dicke aufweisende Strangschale ohne die beschriebenen, zur Strangachse hin sich erstreckenden Maxima erstarrten Metalls erreicht werden. Besonders bevorzugt, weil in jeder Form regel- und einstellbar sind zur Erzeugung der rotierenden Bewegung des Metalles mit Elektromagneten erzeugte dreh- und/oder Wander-Felder. Es sei hier angemerkt, daß die erfundungsgemäß vorgesehene Bewegung der Schmelze nicht das Ziel hat, die Qualität des Inneren des Stranges z. B. unter Verringerung der Seigerungen od. dgl. zu heben - Maßnahmen hiefür können an sich ohnedies erst später nach Ausbildung doch wesentlicher Dickenbereiche der Strangschale zum Tragen kommen. Mit der erfundungsgemäß erreichten Bespülung der Maxima der Strangschalendicke kann eine wesentlich innigere Verschweißung des soeben gebildeten Strangschalenstückes bzw. dessen bei einem Hub von dem Gießring abgezogenen Maximums mit dem beim darauffolgenden Hub nachfließenden Metall erreicht werden. Dies ermöglicht gleichmäßigen Anstieg der Dicke der Schale, was mit einer infolge intensivierter Verschweißung wesentlich verbesserten Güte bis zur Oberfläche des Stranges praktisch ohne Hubmarken einhergeht. Bei nachfolgenden Verarbeitungsgängen und letztlich beim Endprodukt werden damit wesentliche Qualitätsverbesserungen erzielt. Weiterer Vorteil ist, daß eine Kristallisation im wesentlichen in Richtung der Strangachse am Beginn und die sogenannten weißen Bänder praktisch nicht auftreten. Ein weiterer Effekt ist, wie gefunden wurde, daß das Lösen der Strangschale jeweils am Beginn eines Abzugsschrittes wesentlich erleichtert ist, womit u. a. verringerte Strangbruchgefahr gegeben ist. Infolge der gleichmäßigen und intensivierten Erwärmung des Gießringes und infolge der dadurch bedingten Verringerung des Strangschalenmaximums gleich zu Beginn kann, wie gefunden wurde, sogar eine Verlängerung des Hubes erreicht werden, womit auch weniger Hubmarken pro Längeneinheit des Stranges auftreten. Eine solche an sich erstrebte Vergrößerung der Abzugshub-Länge war bisher nicht möglich, da eine derart starke Ausbildung von Hubmarken die Folge gewesen wäre, daß Bruchgefahrerhöhung und wesentliche Qualitätsverluste des Stranges eingetreten wären.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß das flüssige Metall zumindest innerhalb der genannten Strecke zusätzlich zur Quer-, insbesondere Drehbewegung, insbesondere mit etwa linearer Vektor, in, gegebenenfalls oszillierende, Bewegung im wesentlichen in Richtung der Strangachse versetzt wird. Eine solche, z. B. zur jeweilig abgezogenen Strangschalen-Maximums-Rückfront, z. B. in Strangbewegungsrichtung hin gerichtete Bewegung kann ein besonders intensives Anschmelzen der Rückfront der erstarrten Strangschale und damit höhere Güte der Verschweißung von gerade erstarrtem und sich gerade bildendem Strangschalenstück bringen.

Gemäß einer steuerungstechnisch aufwendigeren Variante, die im wesentlichen etwa durch eine wie eben erwähnte Überlagerung der Drehbewegung um die Strangachse mit einer Bewegung im wesentlichen in Strangachsenrichtung bewirkende Felder erreicht werden kann, kann vorgesehen sein, das flüssige Metall mittels Magnet-Feldeinwirkung innerhalb eines im wesentlichen mit der Strangachse parallele Hauptachse und im wesentlichen etwa toroide Hüllfläche aufweisende, in um deren gekrümmte Mittellinie umlaufende Bewegung zu versetzen, wobei vorzugsweise auch die toroide Hüllfläche selbst noch um die Strangachse rotiert wird. Damit kann besonders wirkungsvolle Bespülung von Strangschalenmaximum und Hubrückfront der Strangschale erreicht werden, da unter Druck zur Rückfront eine Art verstärkte Erosionswirkung durch die derart rotierende Schmelze eintritt.

Gemäß einer weiteren Ausbildungsform, die ebenfalls etwas aufwendiger, z. B. mit Mikroprozessor gesteuerte Magnetfeld-Wirkung erfordert, kann vorgesehen sein, daß, gegebenenfalls über mehrere Schrittängen hinweg, das Metall des Metallstromes im wesentlichen nur im Nahbereich eines wie beschriebenen Strangschalendicke-Maximums, vorzugsweise zumindest über eine Abzugsschrittänge, hinweg, im wesentlichen am bzw. im Bereich des metallstrom-querschnittserweiternden Überganges beginnend, im wesentlichen synchron mit der Strangabzugs-Geschwindigkeits- bzw. deren Ablaufprofil geführtes Magnetfeld in, gegebenenfalls im wesentlichen in Strangachsrichtung oszillierende und/oder drehende Bewegung um die Strangachse versetzt wird. Es wird dabei den Kontakt der Schmelze gerade mit dem Strangschalenmaximum unter dessen Abbau erhöht, während aber die im übrigen Bereich des Strangabschnittes sich ausbildende Strangschale praktisch nicht beeinflußt wird.

In diesem Sinne einfach und günstig ist es weiters, wenn das Metall des Schmelzestromes im wesentlichen innerhalb eines einen Innenabstand von der Strangachse aufweisenden, im wesentlichen bis zur Innenseite der sich in der Kokille ausbildenden Strangschale sich erstreckenden Ringraumes zusätzlich zur Bewegung mit dem Strangabzug in Querbewegung, insbesondere drehende Bewegung versetzt wird.

Anhand der Beispiele wird die Erfindung erläutert:

Beispiel 1:

In einer Stranggußanlage mit oszillierendem Strang wurde CrNi-Stahl (Zusammensetzung in Gew.-%: C 0,035, Si 0,55, Mn 1,05, Cr 18,32, Ni 9,81, Rest Fe und Stahlverunreinigungen) gegossen. Der Kokillenquerschnitt betrug 106 mm^2 , der Einlaßquerschnitt des in die Kokille eingeprägten Bornitridringes betrug 80 mm^2 , sodaß an der Innenoberfläche der Kokille ein radialer Vorsprung des Abreißringes von 13 mm gegeben war. Der Guß der Schmelze erfolgte mit einer Geschwindigkeit von 2 m/min, wobei die Hublänge bzw. die Länge eines Abzugsschrittes 22,5 mm betrug. Der Guß erfolgte in einer Zweistrang-HCC-Anlage, d. h. an einem Verteiler waren zwei Kokillen angebracht, wobei eine Kokille mit Drehwanderfeld-Magnetspulen, welche Rota-

tion der Schmelze auf einer am Gießring beginnenden Strecke von 50 mm um die Strangachse erbrachten, ausgerüstet war. Die Temperatur des Stahles im Verteiler betrug 1475 °C, was einer Überhitzung von ca. 20 °C entspricht. Der Abzug des Stranges aus der Kokille, die nach dem erfundungsgemäßen Verfahren arbeitete, konnte störungsfrei erfolgen. Beim Abzug des zweiten Stranges traten oftmals latente Schalenabrisse bzw. Schalenbrüche auf, welche durch die Temperaturindikation in der Kokille angezeigt wurden, so daß mittels einer Unterbrechung des Strangaustrages die Bruchstelle ausgeheilt werden konnte.

Metallographische Untersuchungen zeigten, daß die Hubmarken des aus der Kokille in üblicher Bauweise ausgezogenen Stranges eine Tiefe zwischen 2,1 und 2,4 mm aufweisen. Die Hubmarkentiefe des nach dem erfundungsgemäßen Verfahren gegossenen Stranges betrug max. 0,2 mm.

10

Beispiel 2:

Eine Zweistrang-HCC-Anlage war mit einer dem Stand der Technik entsprechenden und einer nach dem erfundungsgemäßen Verfahren mit Rotation der Schmelze induzierenden Magnetspulen arbeitender Kokille versehen. Vergütungsstahl mit einer Temperatur von 1550 °C (Überhitzung 48 °C), (Zusammensetzung in Gew.-%: C 0,33, Si 0,28, Mn 0,52, Cr 1,45, Mo 0,22, Ni 1,52) wurde mit einer Geschwindigkeit von 2 m/min, und einer Hublänge je Schritt von 22,5 mm gegossen. Die anschließende metallographische Untersuchung der Stränge im Vergleich zeigte, daß die Hubmarkentiefe von ca. 0,6 mm durch Anwendung des erfundungsgemäßen Verfahrens mit einer 50 mm langen Schmelzerotationszone noch verringert werden konnte. Bei der anschließenden Walzung wurde jedoch für beide Knüppel gute Oberflächenqualität erreicht. Die Innengüte von mit einer Verformung von 6 : 1 gewalzten Stäbe war jedoch schlecht. Lunkerreste und starke Seigerungen im Zentrumsbereich bewirkten, daß das Material dem Ausschuß zuzuteilen war.

Beispiel 3:

Eine weitere Schmelze der gleichen Legierung wurde hierauf mittels der zweisträngigen HCC-Anlage gegossen. Die Temperatur des Stahles im Verteiler betrug jedoch 1515 °C, was einer Überhitzung von ca. 13 °C entspricht. Beide Stränge wurden mit einer Geschwindigkeit von 2,3 m/min gegossen, wobei die Hublänge 17 mm betrug. Die Länge der Feldeinwirkung der Spulen war auf 40 mm zurückgenommen. Metallographische Untersuchungen zeigten, daß der unter Anwendung des erfundungsgemäßen Verfahrens gegossene Strang eine maximale Hubmarkentiefe von 0,3 mm aufwies. Die Hubmarkentiefe des Vergleichsstranges betrug 1,2 mm. Bei der anschließenden Walzung des Vergleichsstranges trat unmittelbar nach dem ersten Verformungsstich Brüchigkeit auf, welche auf zu große Hubmarkentiefe bzw. örtliche Störungen der Kristallisation zurückzuführen waren. Der nach dem erfundungsgemäßen Verfahren hergestellte Strang konnte einwandfrei verformt werden, das mit einem Verformungsgrad 5,1 : 1 aus dem Strang gewalzte Stabmaterial wies keinerlei Oberflächenfehler bzw. erhöhte Rauhigkeit auf, welche von den Hubmarken stammt. Die Stabinnenqualität war gut, infolge der geringeren Überhitzung konnten gutes Gefüge, dichtes Stabzentrum und geringe örtliche Seigergrade festgestellt werden. Durch das erfundungsgemäße Verfahren beim Horizontalstranggießen können also Knüppel mit guter Oberflächenqualität auch bei geringen Überhitzungen des Stahles über dessen Liquidustemperatur erzeugt werden womit eine wesentliche Voraussetzung der Erreichung hochwertiger Stranginnenzonen gegeben ist.

Es zeigen Fig. 1 schematisch eine Schrägaansicht des aufgeschnittenen Einlaufbereiches einer Horizontalgießkokille mit der Drehbewegung des Metalles gemäß Erfundung und Fig. 2 eine Schnittansicht dieses Bereiches mit sich ausbildendem Strang.

Bei der Vorrichtung der Fig. 1 gelangt die Schmelze als Metallstrom (5) aus einem nicht gezeigten Schmelzebehälter durch einen Gießkanal (1) mit einem Gießring (2), z. B. aus BN, der in die formgebende Gleitkokille (4) mit Kühlkanälen (41) ragt in die Kokille. An deren Wand (42) erfolgt infolge Kühlung die Ausbildung einer Strangschale (50) erstarrten Metalls, welche, in Richtung (r) des Abzuges an Dicke (3) zunehmend, schließlich in einem nicht gezeigten durchgehärteten Metallstrang übergeht, welcher intermittierend jeweils mit Hublänge (1) aus der Kokille (4) gezogen wird. Jedesmal bei Strangstillstand erstarrt an dem kokillenseitigen Übergang (21) des Gießringes (2) ein umlaufendes, zur Achse (A) nach innen gerichtetes Strangschalen-Dickemaximum (51). Mittels nicht gezeigter Elektromagnetspulen wird zumindest auf einer einem Hub entsprechenden Strecke (1) zwischen einem beim vorangegangenen Hub gebildeten Maximum (51a) und dem gerade am Gießring (2) sich ausbildenden Maximum (51) das flüssige Metall in eine rotierende Bewegung (d) etwa parallel zum Übergang (21), im wesentlichen um die Achse (A) versetzt, wodurch ein Abbau der gezeigten Schalenmaxima (51, 51a) während des Durchlaufes der Strecke (1) mithilfe des magnetischen Dreh- bzw. Wanderfeldes und ein inniges Verschweißen der Stranghautabschnitte miteinander erfolgen.

Fig. 2 zeigt die Verhältnisse am Einlaufbereich der Kokille (4) im Schnitt. Der Strom der Schmelze (5) gelangt durch den Gießkanal (1) aus feuерfestem Material deren Ende eine Gießdüse (2), die in die Kokille (4) mit Kühlräumen (41) ragt, aufweist in Richtung (r) des Strang-Abziehens in die Kokille (4). Am Übergang (21) des Gießringes (2) erfolgt eine Querschnittserweiterung des Metallstromes (5) und, wie dort in unterbrochener Linie angedeutet, erfolgt, Erstarrung der Schmelze während des Strangabzugsstillstandes und die anfänglich dünne Strangschale (50) bildet am Ring (2) ein Dickemaximum (51) aus, das gegen das Kokillennere in Strangabzugsrichtung (r) hin zur dort auftretenden Dicke (3) der Strangschale absinkt, und weiters folgt ein Dickenanstieg an der Rückfront (53) des vorhergehenden Strangschalenabschnittes zum dabei ausgebildeten

5 Maximum (51a). Die Entfernung von Gießringstirnwand (21) und Rückfront (53) des Maximums (51a) beträgt eine Schrittänge (l). In Richtung (r) folgen meist weitere solche Maxima in Abstand (l) voneinander, die allerdings schließlich in der innen dicker werdenden Schale (50) "untergehen". Durch Einwirkung von Wan-
der- bzw. Drehfeldern von Elektromagneten wird das flüssige Metall (5) in eine drehende Bewegung (d) um die Achse (A) des Stranges versetzt, wobei, wie mit strichpunktierter Linie angedeutet, zumindest entlang der Abzugsstrecke einer Abzugslänge (l) die Spitze des Maximums der Schalendicke (51a) des vorhergehenden Hubes und des sich gerade ausbildenden Maximums (51) durch Bespülen mit heißer Metallschmelze laufend an ihrer Bildung und ihren Wachstum gehindert werden, wobei gleichzeitig intensiver Kontakt der Rückseite (53a) des beim vorhergehenden Hub gebildeten Strangschalenabschnittes und damit inniges Verschweißen erfolgt. Die beim bisherigen Verfahren ohne die Bewegung der Schmelze auftretenden, als Hubmarken sich manifestierenden Strangschalenmaxima werden dadurch völlig abgebaut und infolge der innigen Verschweißung der bei dem inter-
mittierenden Abzug gebildeten Strangabschnitte ist wesentlich verbesserte Homogenität des erhaltenen Stranges in Längsrichtung erreichbar.

10

15

PATENTANSPRÜCHE

20

- 25 1. Verfahren zum horizontalen Stranggießen von, insbesondere höher schmelzenden, Metallen, vorzugsweise Stählen, wobei in einem Behälter befindliche Metallschmelze mit mindestens einem durch einen Gießkanal und daran mit einem Übergang anschließende, vorzugsweise gekühlte, formgebende Kokille bewegten Metallschmelze-Strom kommuniziert, welcher Metallschmelze-Strom seinerseits in einen in der Kokille beginnend allseitig unter Bildung einer Strangschale zunehmender Dicke sich verfestigenden Metallstrang übergeht, wobei Kokille und Metallstrang relativ zueinander schrittweise bewegt werden, insbesondere der Metallstrang schrittweise mit jeweils einer Länge abgezogen wird, wobei das flüssige Metall unter Einwirkung von magnetischen Feldern zusätzliche in Bewegung versetzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Strömungsquerschnitt des Metallschmelze-Stromes (5) nach der Gießdüse bzw. einem Gießring (2) od. dgl. am gebildeten Übergang (21) von dem Gießkanal (1) in die Kokille (4) erweitert wird und daß der Metallschmelze-Strom (5) zumindest auf einer Strecke unmittelbar nach dem Übergang (21) bis zu einem Bereich in der Kokille (4), in welchem bei schrittweisem Abzug die Strangschale (50) nach der Länge (l) erstmalig ein Geschwindigkeitsminimum aufweist, vorzugsweise bis in den Bereich der Kokille (4), dem zumindest zwei Abzugsschrittängen entsprechen, zusätzlich zur Relativ-Bewegung in Strangabzugsrichtung (r), durch von bewegtem(en) magnetischen Feld(ern) hervorgerufene Kraftwirkung in eine quer zur Strangabzugsrichtung verlaufende Bewegung, insbesondere in drehende Bewegung (d) um die Strangachse (A) im wesentlichen parallel zur Stirnseite des Gießringes (2) am Übergang (21) versetzt wird.
- 30
- 35
- 40 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Metall des Metallschmelze-Stromes (5) zusätzlich zur Relativbewegung in Strangabzugsrichtung (r) und zur Quer-, insbesondere Drehbewegung (d) um die Strangachse (A), in oszillierende Bewegung im wesentlichen in Richtung der Strangachse (A) versetzt wird.
- 45

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

Ausgegeben

25. 6.1992

Int. Cl.⁵: B22D 11/04

Blatt 1

Fig. 1

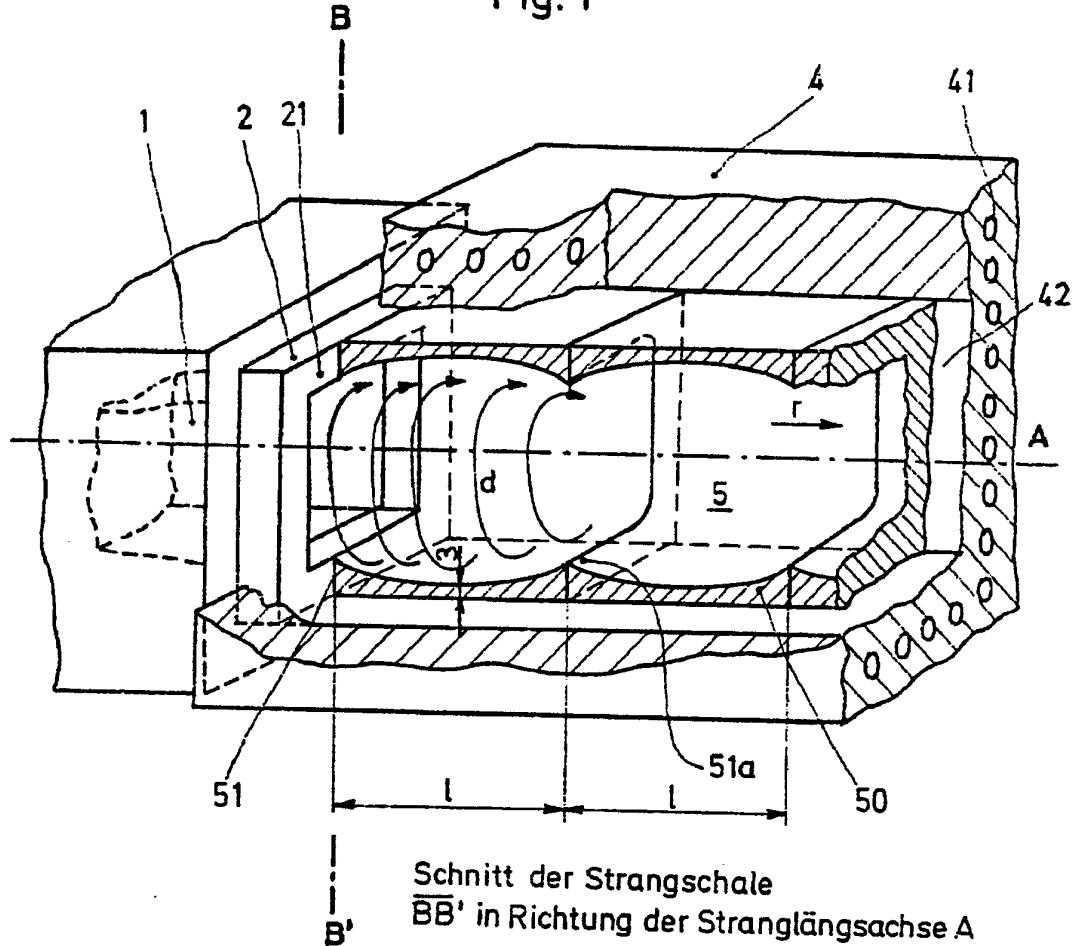


Fig. 2

