



(19)

österreichisches
patentamt

(10)

AT 413 196 B 2005-12-15

(12)

Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 1926/2003 (51) Int. Cl.⁷: B22D 11/18
 (22) Anmeldetag: 2003-12-02 B22D 11/08, 11/16, 11/11
 (42) Beginn der Patentdauer: 2005-05-15
 (45) Ausgabetag: 2005-12-15

(56) Entgegenhaltungen:
US 5887647A

(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE
INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH & CO
A-4031 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:
HOHENBICHLER GERALD DIPL.ING.
DR.
KRONSTORF, OBERÖSTERREICH (AT).
ECKERSTORFER GERALD DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
BRUMMAYER MARKUS DIPL.ING. DR.
ASCHACH, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES GEGOSSENEN METALLSTRANGES HOHER REINHEIT**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, wobei die Metallschmelze von einem Schmelzenbehälter geregelt einem Verteilergefäß zugeführt und von diesem Verteilergefäß geregelt in eine Stranggießkokille abgeführt wird und wobei die Metallschmelze zumindest im Verteilergefäß während des stationären Gießbetriebes mit einem Abdeckmittel bedeckt ist. Um bei diesem Verfahren bereits unmittelbar mit Beginn der wenigstens annähernd stationären Gießphase einen qualitativ hochwertigen Metallstrang gießen zu können, bei dem die Startphase möglichst kurz gehalten werden kann, wird vorgeschlagen, dass die sich in einer Erstfüllphase im Verteilergefäß ausbildende freie Badoberfläche der Metallschmelze nach Erreichen einer vorbestimmten wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe zumindest teilweise mit einem Abdeckmittel bedeckt wird.

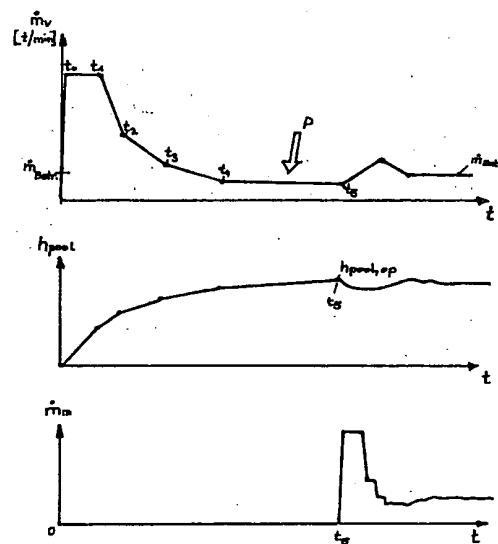


Fig. 5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, wobei die Metallschmelze von einem Schmelzenbehälter geregelt einem Verteilergefäß zugeführt und von diesem Verteilergefäß geregelt in eine Stranggießkokille abgeführt wird und wobei die Metallschmelze 5 zumindest im Verteilergefäß während des stationären Gießbetriebes mit einem Abdeckmittel bedeckt ist.

Im speziellen betrifft die Erfindung ein Startverfahren für eine Stranggießanlage zur Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, insbesondere einer 10 Stahlschmelze. Die Stranggießanlage kann mit einer Kokille beliebiger Bauart ausgestattet sein. Auch das Querschnittsformat des zu gießenden Metallstranges kann beliebig sein. Jedoch ergeben sich speziell bei der Herstellung von dünnen Metallbändern mit Banddicken unter 15 6,0 mm und Bandbreiten über 800 mm besondere Anforderungen an die Startphase des Gießprozesses, um bereits nach den ersten Metern gegossenen Bandes ein Band herstellen zu können, welches hohen Qualitätsansprüchen entspricht. Die Erfindung bezieht sich insbesondere, aber nicht ausschließlich, auf das Bandgießen mit einer Zweiwalzengießanlage nach dem vertikalen Zweiwalzen-Gießverfahren.

Bei der Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit mit einer beliebigen 20 Stranggießanlage wird das flüssige Metall üblicherweise von einer Gießpfanne über zumindest ein Zwischengefäß oder Verteilergefäß einer gekühlten Kokille zugeführt, in der der Erstar- 25 rungsprozess der Metallschmelze zu einem Metallstrang zumindest eingeleitet wird. Die Über-leitung der Metallschmelze von der Gießpfanne in das Verteilergefäß erfolgt vorwiegend durch Schattenrohre und aus dem Verteiler in die Kokille durch Tauchrohre, die im stationären Gieß- 30 betrieb in den Schmelzenpool des jeweils nachgeordneten Gefäßes eintauchen und so eine möglichst beruhigte und gleichmäßige Strömung und Weiterleitung der Metallschmelze bis in die Kokille ermöglichen. Üblicherweise ist die in der Gießpfanne, dem Zwischengefäß und gegebenenfalls in der Kokille angesammelte Metallschmelze von einer Schlackenschicht bedeckt, durch die die Metallbadoberfläche vor Oxidation geschützt wird. Die grundsätzliche An- 35 ordnung der Schmelzenaufnahmegeräte bei einer mehrsträngigen Stranggießanlage für Stahl ist beispielsweise aus der US-A 5,887,647 bekannt. Je intensiver die Metallbadbewegung in den einzelnen Schmelzengefäßen abläuft, desto mehr Schlackepartikel werden von der die Metallschmelze bedeckenden Schlackenschicht in das Metallbad eingetragen und desto mehr Partikel des Feuerfestmaterials aus der Ausmauerung der Schmelzengefäße werden durch 40 Erosion ebenfalls dem Metallbad zugeführt. Gleichzeitig wird das Abscheiden von Fremdstoff- partikel aus der Metallschmelze an die Metallbadoberfläche oder in die Schlackenschicht durch zu intensive Metallbadbewegung behindert. Bei großformatigen Metallsträngen bleibt auch in der Kokille noch Zeit zur Abscheidung von Fremdstoffen an die Badoberfläche. Bei kleinformatigen Strängen und insbesondere bei Bändern geringer Dicke muss der Eintrag von Fremdpartikeln in die Kokille möglichst vermieden werden, da in der Kokille die Möglichkeiten für eine Abscheidung von Fremdpartikeln sehr beschränkt sind.

Generell ist bekannt, dass die Qualität des gegossenen Stranges herabgesetzt ist, wenn starke 45 Badspiegelschwankungen auftreten, wie sie in der Startphase des Gießprozesses bei der Erst- füllung des Verteilergefäßes unvermeidbar sind, oder wie sie während der Durchführung des Pfannenwechsel beim Sequenzgießen auftreten, bei dem üblicherweise mit der im Verteiler vorrätigen Metallschmelze die Wechselzeit der Pfanne überbrückt wird und daher mit kontinuier- 50lich abnehmender Verteiler-Badspiegelhöhe gegossen wird. Die Stabilität der Schmelzenströmung im Verteilergefäß ist dadurch stark beeinträchtigt und die Metallschmelze ist unerwünsch- tem Schlackeneintrag ausgesetzt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher diese Nachteile und Schwierigkeiten des bekannten Stan- 55 des der Technik zu vermeiden und ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art vorzuschlagen, mit dem bereits unmittelbar mit Beginn der quasi-stationären Gießphasen ein Metallstrang hoher Reinheit gegossen werden kann, bei dem die Startphase des Gießprozesses möglichst

kurz gehalten werden kann und bei dem zumindest Auswirkungen aus nicht-stationären Gießphasen möglichst schnell abklingen.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die sich in einer Erstfüllphase im Verteilergefäß ausbildende freie Badoberfläche der Metallschmelze nach Erreichen einer vorbestimmten wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe zumindest teilweise mit einem Abdeckmittel bedeckt wird. Als Abdeckmittel kommen alle pulverförmigen oder flüssigen Mittel in Frage, die auf der Metallbadoberfläche aufschwimmend eine weitgehend geschlossene Schutzschicht bilden und damit Reoxidation an der Metallbadoberfläche behindern bzw. vollständig verhindern.

10 Der Begriff Verteilergefäß ist hier nicht nur auf das Aufnahmegefäß für Metallschmelze beschränkt, durch welches die Überleitung oder Verteilung von Metallschmelze in eine Kokille ermöglicht wird, somit einer Kokille direkt vorgeordnet ist, sondern kann alle Schmelzengefäße 15 zwischen der Gießpfanne und der Kokille umfassen, in denen die Metallschmelze mit einem Abdeckmittel abgedeckt werden kann.

20 Um möglichst schnell die wenigstens annähernd stationäre Angussbadspiegelhöhe zu erreichen und damit die Zeitspanne äußert turbulenter und unkontrollierter Badbewegung in Verteilergefäß schnell zu durchfahren, ist es zweckmäßig, dass bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe Metallschmelze in das Verteilergefäß zugeführt, jedoch keine Metallschmelze aus dem Verteilergefäß abgeführt wird.

25 Eine weitere zweckmäßige Maßnahme zur schnellen Erreichung der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe besteht darin, dass die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen einer Verteiler-Badspiegelhöhe von 5% bis 50%, vorzugsweise von 10% bis 30%, der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit annähernd maximaler Füllrate erfolgt und die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß anschließend, bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe, 30 mit gegenüber der annähernd maximalen Füllrate reduzierten Füllrate erfolgt. Unter annähernd maximaler Füllrate ist zu verstehen, dass die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bei maximaler oder annähernd maximaler Öffnung des Pfannenschiebers erfolgt. Eine annähernd maximale Füllrate im Sinne der Erfindung ist gegeben, wenn 80% oder mehr einer theoretisch möglichen Füllrate erreicht wird. Damit wird auch ein Zufrieren der Pfannenschieberöffnung in der Angießphase bzw. eine markante Verengung der Durchflussöffnung und damit 35 Reduzierung der Durchflussmenge vermieden.

40 Anstelle der Badspiegelhöhe im Verteilergefäß kann auch das dazu äquivalente Füllgewicht der Metallschmelze im Verteilergefäß als bestimmende Messgröße herangezogen werden, beispielsweise für die Zufuhrmenge an Metallschmelze mit maximaler Füllrate.

45 Die reduzierte Füllrate stellt über die Restfüllzeit keinen konstanten Wert dar, sondern folgt einem kontinuierlich oder schrittweise abnehmenden zeitlichen Verlauf, wodurch sich die Strömungsverhältnisse im Verteilergefäß kontinuierlich beruhigen.

50 Es ist auch vorteilhaft, wenn die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Eintauchen des Schattenrohres in die in das Verteilergefäß eingebrachte Metallschmelze mit annähernd maximaler Füllrate erfolgt und die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß anschließend bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit einer gegenüber der annähernd maximalen Füllrate reduzierten Füllrate erfolgt. Das Einbringen der Metallschmelze unterhalb des Badspiegels reduziert die Badbewegung an der Metallbadoberfläche wesentlich.

55 Zur Beruhigung der Metallschmelze im Verteilergefäß ist es zweckmäßig, wenn die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mit Erreichen der wenigstens annähernd stationären

- Angussbadspiegelhöhe für eine bestimmte Zeitspanne unterbrochen wird. Das Schließen des Pfannenschiebers nach Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe hat den Vorteil, dass vorhandene Fremdeinschlüsse, insbesondere nichtmetallische Einschlüsse, am Badspiegel wesentlich schneller aufschwimmen und in die Schlacke, falls ein Abdeckmittel bereits aufgegeben wurde, abgeschieden werden können. Die kurzzeitige Unterbrechung der Schmelzenzufuhr stellt eine gut Möglichkeit dar, die Qualität des gegossenen Produktes zu erhöhen, wenn gleichzeitig sichergestellt ist, dass das Wiederöffnen des Pfannenschiebers nach dieser Beruhigungs- und Abscheidephase sicher gewährleistet ist.
- 5 Es ist aber auch durchaus möglich, die Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß nicht zu unterbrechen und unmittelbar nach dem Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit dem Füllen der Stranggießkokille zu beginnen und damit den stationären Gießbetrieb einzuleiten. Damit steht allerdings eine reduzierte Zeitspanne für die Abscheidung von Fremdpartikel zur Verfügung, die allerdings durch eine andere Verteilung der Füllrate ausgeglichen werden kann.
- 10
- 15

Vorzugsweise beträgt die Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr zwischen 8 sec und 10 min, vorzugsweise zwischen 60 und 270 sec.

- 20 Zur Vermeidung von Reoxidation an der Metallbadoberfläche wird üblicherweise ein Abdeckmittel auf das Schmelzenbad aufgebracht. Abdeckmittel bestehen üblicherweise aus einem Abdeckpulver und bilden eine Schlackenschicht.

Ein günstiger Zeitpunkt für die Aufgabe eines Abdeckmittels ist gegeben, wenn innerhalb einer 25 Zeitspanne, die dem Zeitpunkt des Erreichens der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe vorgelagert ist, eine möglichst geringe Füllrate eingestellt und konstant gehalten wird und innerhalb dieser Zeitspanne, insbesondere in deren zweiten Hälfte, das Abdeckmittel auf das Schmelzenbad aufgegeben wird.

- 30 Eine weitere zweckmäßige Möglichkeit für die Aufgabe eines Abdeckmittels ist gegeben, wenn das erstmalige Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel innerhalb der Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr beginnt. Damit wird das Abdeckmittel erst zu einem Zeitpunkt aufgebracht, bei dem bereits eine weitgehende Beruhigung des Badspiegels eingetreten ist. Demgegenüber würde eine Aufbringung des Abdeckmittels bei maximaler Füllrate zu einem wesentlichen Eintrag vom Fremdpartikeln in das Schmelzenbad und zu einer inhomogenen Verteilung des Abdeckmittels auf dem Schmelzenbad führen, da die Geschwindigkeiten der Flüssigphase am Badspiegel durchaus 5 bis 10-mal höher liegen als bei der weitgehend stationären Betriebsweise. Die Intensität der Oberflächenturbulenzen steigt mit dem Quadrat der Oberflächengeschwindigkeit. Zusätzlich ist in dieser transienten Phase auch mit 35 ausgeprägten Badspiegelwelligkeiten zu rechnen, die das Einschwemmen des Abdeckmittels in das Metallbad begünstigt.
- 40

Zweckmäßig beginnt das erstmalige Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel in einer Zeitspanne ab 30 sec, vorzugsweise ab 8 sec, vor der Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr nach der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr.

- 45 Zweckmäßig ist es auch, wenn das Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel frühestens in einer Zeitspanne vor dem Beginn des Ableitens von Metallschmelze aus dem Verteilergefäß beginnt, die vorzugsweise höchstens der Hälfte der Zeitspanne der Unterbrechung der Zufuhr von Metallschmelze entspricht.

50 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ergibt sich, wenn das Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel erst nach dem Angießen der Stranggießkokille beginnt. Damit das Abdeckmittel im Nahbereich des in die Metallschmelze eintauchenden Schattenroh-

res nicht - auch nur partiell - entlang der Außenwand des Schattenrohres in die Metallschmelze eingezogen wird, ist es zweckmäßig, wenn der das Schattenrohr umgebende Bereich der freien Badoberfläche im Verteilergefäß von einer Abdeckung mit einem Abdeckmittel abgeschirmt wird. Dies erfolgt vorzugsweise durch Abschirmmittel, die von Wandelementen gebildet sind, die entweder von oben in das Schmelzenbad eintauchen oder von unten aus dem Schmelzenbad herausragen und das Schattenrohr mit Abstand umgeben. Damit wird gezielt ein hot spot rund um das Schattenrohr erzeugt und es ist zweckmäßig, wenn die Wandelemente eine geschlossene Kammer bilden, in die das Schattenrohr integriert und die in der Kammer eingeschlossene Atmosphäre inertisiert ist.

Nach der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß wird diese Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt. Die Überleitung der Metallschmelze vom Verteilergefäß in die nachgeordnete Kokille beginnt zeitlich mit der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß. Damit wird die quasi-stationäre Angussbadspiegelhöhe weitgehend auf einem konstanten Niveau gehalten.

Die Menge der dem Verteilergefäß zugeführten Metallschmelze und die Menge der aus dem Verteilergefäß abgeführten Metallschmelze beträgt beim Gießen eines Stahlbandes, bei einer Gießdicke von 1,0 - 5,0 mm und einer Gießbreite von 1,0 m bis 2,0 m im weitgehend stationärem Gießbetrieb zwischen 0,5 t/min und 4,0 t/min, vorzugsweise zwischen 0,8 t/min und 2,0 t/min. Diese Angaben beziehen sich auf die Verwendung einer Zweiwalzengießmaschine mit dem angestrebten Gussprodukt und entsprechende Auslegung.

Vorzugsweise erfolgt die Aufgabe des Abdeckmittels auf die Badoberfläche der Metallschmelze im Zwischengefäß in einem Oberflächenbereich mit geringer Oberflächenströmungsgeschwindigkeit, Welligkeit der Badoberfläche und Turbulenzintensität.

Eine fallweise manuelle Aufgabe des Abdeckmittels erfordert eine ausreichende Zugänglichkeit des Verteilergefäßes für das Bedienungspersonal und bringt zusätzlich den Nachteil zusätzlicher Schlackeneinschlüsse durch die plötzliche lokale Aufgabe einer größeren Menge des Abdeckmittels mit sich. Das Abdeckmittel wird daher in feinkörniger Form oder pulverförmig, vorzugsweise mit einer halb- oder vollautomatischen Aufgabeeinrichtung, aufgebracht.

Der Innenraum des Verteilergefäßes ist durch einen Verteilerdeckel gegen die freie Atmosphäre abgeschirmt, wobei es zweckmäßig ist, wenn während oder vor der Erstfüllphase eine Inertisierung des Verteilergefäßes erfolgt, um den reaktiven Sauerstoff im Inneren des Verteilergefäßes weitgehend zu eliminieren.

Die Einstellung und Überwachung der Betriebsgießspiegelhöhe erfolgt vorzugsweise über eine Verteiler-Gewichtsmessung oder mit einem äquivalenten Messverfahren zur Füllstandsmessung. Die Betriebsgießspiegelhöhe oder die wenigstens annähernd stationäre Angussbadspiegelhöhe kann mit anderen direkten oder indirekten Messverfahren ebenfalls ermittelt werden, wie z.B. mit Schwimmern, optische Beobachtung der Badspiegeloberfläche, Schallpegelmessung, Wirbelstrommessung und ähnlichen Messverfahren.

Bei einem Neustart der Gießanlage ist das Verteilergefäß bei Beginn der Erstfüllphase frei von Metallschmelze und zweckmäßig auch frei von Abdeckmittel bzw. Schlacken, sowie Feuerfest-Reststoffen.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Zweiwalzengießanlage mit einem Schmelzenbe-

- hälter und einem Verteilergefäß zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Fig. 2 den Verlauf einer Anfahrkurve für das Füllen des Verteilergefäßes (Füllrate) nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in einer ersten Ausführungsform,
- Fig. 3 den Verlauf einer Anfahrkurve für das Füllen des Verteilergefäßes (Füllrate) nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in einer zweiten Ausführungsform,
- 5 Fig. 4 den zeitlichen Verlauf des Verteilergewichtes während des Füllens des Verteilergefäßes,
- Fig. 5 den Verlauf von Anfahrkurven für das Füllen des Verteilergefäßes und der Stranggießkokille nach einer dritten Ausführungsform,
- 10 Fig. 6 ein Schattenrohr mit einer mechanischen Abschirmung gegen Kontakt mit Schlacke.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Zweiwalzengießmaschine als eine Möglichkeit zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit den wesentlichen baulichen Komponenten zur Zuführung der Metallschmelze in die von zwei gegensinnig rotierenden Gießwalzen 1, 2 und an die Stirnseiten der Gießwalzen anpressbaren Seitenplatten 3 gebildeten Stranggießkokille 4. Die Metallschmelze wird aus einem Schmelzenbehälter 5, der zumeist von einer auswechselbaren auf Gabelarmen 6 eines Pfannendrehturmes abgestützten Gießpfanne gebildet ist, durch ein Schattenrohr 7 in ein Verteilergefäß 8 übergeleitet. Dem Schattenrohr 7 ist ein Schieberverschluss 9 als Regelorgan für die Durchflussmenge zugeordnet. Aus dem Verteilergefäß 8 strömt die Metallschmelze mengengeregelt durch ein Tauchgießrohr 10 in den Formhohlräum 11 der Stranggießkokille 4. Dem Tauchgießrohr 10 ist ebenfalls ein Schieberverschluss 12 zur Regelung der der Stranggießkokille 4 zuzuführenden Schmelzenmenge zugeordnet. Die Verschlussorgane können auch von Stopfen gebildet werden, die, von oben durch das Schmelzenbad ragend, die Ausflussöffnung des jeweiligen Schmelzenbehälters regelbar 25 verschließen.

Die Menge der im Verteilergefäß 8 zwischengelagerten Metallschmelze wird während des stationären Gießvorganges möglichst konstant gehalten. Dies wird dadurch erreicht, dass im Verteilergefäß eine vorbestimmte Gießspiegelhöhe h der Metallschmelze eingestellt wird und diese Gießspiegelhöhe durch eine Zuflussmengenregelung weitgehend gehalten wird. Eine weitgehend gleichbleibende Gießspiegelhöhe sichert eine gleichmäßige Schmelzenüberleitung in die Stranggießkokille 4.

An den gekühlten Zylindermantelflächen der Gießwalzen 1, 2 bilden sich im Schmelzenpool 35 nicht dargestellte Strangschalen aus, die im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen zu einem Metallstrang 13 vorbestimmter Dicke und Breite verwalzt werden, der im Weiteren kontinuierlich aus der Gießanlage ausgefördert wird.

Bevor der Gießvorgang mit der Schmelzenzufuhr eingeleitet wird, wird die Stranggießkokille für 40 den Gießstart vorbereitet, wobei der Gießspalt zwischen den Gießwalzen durch einen Anfahrstrang verschlossen wird oder entsprechende Vorkehrungen für einen Gießstart ohne Anfahrstrang getroffen werden. Eine derartige Anfahrmethode ohne Verwendung eines Anfahrstranges ist beispielsweise in der bisher unveröffentlichten österreichischen Patentanmeldung A 1367/2002 beschrieben.

45 Ein mit Metallschmelze gefüllter Schmelzenbehälter wird oberhalb des Verteilergefäßes in seine Gießposition eingebracht. Der Füllvorgang des Verteilergefäßes erfolgt in einer möglichen Ausführungsvariante nach dem in Fig. 2 dargestellten Füllkurvenverlauf. Die Metallschmelze wird in der ersten Füllphase (Zeitspanne $t_0 - t_1$) bei größtmöglicher Öffnung des Schieberverschlusses in das Verteilergefäß geleitet, d.h. die Metallschmelze tritt mit annähernd maximaler Füllrate $\dot{m}_{\text{fill,max}}$ in das Verteilergefäß ein, wobei der Schieberverschluss ausgangsseitig des Verteilergefäßes geschlossen gehalten wird. Ab Erreichen einer Badspiegelhöhe h_{pool} , die zum Zeitpunkt t_1 etwa 40% einer wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe $h_{\text{pool,op}}$ entspricht, wird die Füllrate im Wesentlichen kontinuierlich zurückgenommen, bis die wenigstens annähernd stationäre Angussbadspiegelhöhe $h_{\text{pool,op}}$ erreicht ist.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsvariante eines möglichen Füllkurvenverlaufes, wobei die Füllrate \dot{m}_v nach Erreichen von etwa 40% der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe zum Zeitpunkt t_1 schrittweise in mehreren Stufen zurückgenommen wird, wobei die Reduzierung der Füllrate in den einzelnen Zeitpunkten t_1 bis t_5 so erfolgt, dass eine degressive Annäherung der Badspiegelhöhe h_{pool} an die Angussbadspiegelhöhe $h_{pool,op}$ erfolgt.

Fig. 4 zeigt die Zunahme des Verteilergewichtes m_v über die Füllzeit, ausgehend vom Leergewicht m_0 des Verteilergefäßes bis zum Verteilergewicht m_5 , das mit Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe $h_{pool,op}$ erzielt wird.

Diese dargestellten Füllkurvenverläufe begünstigen bereits während des kontinuierlichen Füllvorganges ein Abklingen der heftigen Badbewegung im Verteilergefäß und beruhigen insbesondere die Metallbadoberfläche. Diese Beruhigungsphase im Verteilergefäß wird verstärkt, indem nach dem Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe die Schmelzenzufuhr für vorzugsweise einige Minuten unterbrochen wird. Innerhalb dieser Zeitspanne wird mit der Aufgabe eines Abdeckmittels auf die Metallbadoberfläche begonnen, die mit einer halb- oder vollautomatischen Aufgabeeinrichtung 15 erfolgt, deren Auslassöffnung oberhalb des Badspiegels in einem Bereich des Verteilergefäßes mit wenig Oberflächenturbulenzen mündet (Fig. 1). Das feinkörnige bis staubförmige Abdeckmittel wird in einem kontinuierlichen Rieselvorgang auf die Metallschmelze aufgebracht. Dieser Vorgang wird bis zur vollständigen Abdeckung des Metallbades im Verteilergefäß fortgesetzt und bei Bedarf jederzeit während des Gießvorganges wiederholt.

Zusätzlich ist das Verteilergefäß 8 mit einem Verteilerdeckel 16 abgedeckt, mit dem der Innenraum des Verteilergefäßes gegenüber der Atmosphäre abgeschirmt wird (Fig. 1). Damit wird auch die Möglichkeit gegeben, noch vor der Zufuhr von Metallschmelze eine Inertisierung des Innenraumes durchzuführen.

Im Wesentlichen zeitgleich mit der Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß beginnt die Einleitung der Metallschmelze in die Stranggießkokille, bzw. deren Füllung und die Einleitung des kontinuierlichen Gießbetriebes. Hierbei wird die Menge der dem Verteilergefäß zugeführten Metallschmelze in Abhängigkeit von der in die Stranggießkokille eingeleiteten Schmelzenmenge eingestellt. Eine Betriebsbadspiegelhöhe für den stationären Gießbetrieb kann durchaus von der Angussbadspiegelhöhe abweichen und wird in der ersten Phase des stationären Gießbetriebes oder bei Bedarf eingestellt.

Abweichungen der Badspiegelhöhe von der gewünschten wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe oder einer Betriebsbadspiegelhöhe werden über eine Verteilergewichtsmessung erfasst. Dadurch wird kontinuierlich eine für die Badspiegelhöhe charakteristische Messgröße ermittelt und in einem Zuflussregelkreis zur Regelung der zufließenden Metallschmelzenmenge als Regelgröße herangezogen. Das Verteilergefäß 8 ist hierzu über Messzellen 17 auf einem Traggerüst 18, beispielsweise einem verfahrbaren Verteilerwagen, abgestützt.

Fig. 5 zeigt in Analogie zu Fig. 2 den Füllvorgang des Verteilergefäßes anhand der Füllrate \dot{m}_v und der Badspiegelhöhe h_{pool} im zeitabhängigen Verlauf. Die Metallschmelze wird in einer Füllphase t_0 bis t_1 bei maximaler Öffnung des Schieberverschlusses am Schmelzengefäß in den Verteiler eingebracht und der Füllvorgang anschließend mit abklingender Füllrate im Zeitabschnitt t_1 bis t_4 fortgesetzt. In einer Zeitspanne vor dem Erreichen der wenigstens annähernd stationären Badspiegelhöhe $h_{pool,op}$, die sich im Zeitabschnitt t_4 bis t_5 erstreckt, erfolgt die Schmelzenzufuhr mit einer gegenüber der maximalen Füllrate wesentlich reduzierten aber weitgehend konstant gehaltenen Füllrate. Die zuvor beschriebene Unterbrechung der Schmelzenzufuhr entfällt hier. Zeitlich etwa in der Mitte zwischen t_4 und t_5 beginnt die Aufgabe des Abdeckmittels P auf des Schmelzenbad im Verteilergefäß. Ab dem Zeitpunkt t_5 beginnt der Gießbetrieb mit dem Füllen der Stranggießkokille, wobei die Füllrate der Kokille \dot{m}_m einen zeitlichen Verlauf aufweist, wie beispielsweise in Fig. 5 im untersten Diagramm dargestellt. Gleich-

zeitig wird die Füllrate im Verteilergefäß \dot{m}_v auf eine Betriebsbadspiegelhöhe $h_{pool,op}$ eingeregt.

In Fig. 6 ist eine Möglichkeit aufgezeigt, die den Eintrag von auf das Schmelzenbad aufgebrachten Abdeckmittel in das Innere des Schmelzenbades im Bereich der Außenwand des Schattenrohres 7 weitgehend ausschließen soll. Zu der bereits im Verteilergefäß 8 angesammelten Metallschmelze strömt durch das vertikal in die Schmelze eintauchende Schattenrohr 7 weitere Metallschmelze aus dem Schmelzenbehälter 5 kontinuierlich zu. Die zufließende Metallschmelze erzeugt eine Sogwirkung entlang des Schattenrohres 7 und zieht gegebenenfalls in diesem Bereich gesammelte Schlacke / Abdeckmittel nach unten in die Metallschmelze. Mit einer Abdeckung 21, die topfförmig ausgebildet ist, die das Schattenrohr mit radialem Abstand zu diesem umgibt und von oben in die Metallschmelze ragt, wird die gebildete Schlackenschicht 20 vom kritischen Bereich nahe dem Schattenrohr ferngehalten. Das Innere dieser nach oben geschlossenen Abdeckung 21 kann über die Schutzgasleitung 22 bei Bedarf inertisiert werden. Dem Schattenrohr 7 liegt in Ausströmrichtung der Metallschmelze ein nur andeutungsweise dargestelltes strömungsdämpfendes Element 23 (Turbostop) im Verteilergefäß fest verankert gegenüber, wodurch der einströmende Metallstrahl stark gebremst und gezielt umgeleitet wird.

Das beschriebene Startverfahren hat sich als besonders erfolgreich in Verbindung mit einem Verteilergefäß gezeigt, welches in der WO 03/051560 beschrieben ist und eine Geometrie aufweist, die die Abscheidung von schmelzenfremden Partikeln besonders fördert.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, wobei die Metallschmelze von einem Schmelzenbehälter (5) geregelt einem Verteilergefäß (8) zugeführt und von diesem Verteilergefäß geregelt in eine Stranggießkokille (4) abgeführt wird und wobei die Metallschmelze zumindest im Verteilergefäß während des stationären Gießbetriebes mit einem Abdeckmittel bedeckt ist, *dadurch gekennzeichnet*, dass die sich in einer Erstfüllphase im Verteilergefäß ausbildende freie Badoberfläche der Metallschmelze nach Erreichen einer vorbestimmten wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe ($h_{pool,op}$) zumindest teilweise mit einem Abdeckmittel bedeckt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe Metallschmelze in das Verteilergefäß zugeführt, jedoch keine Metallschmelze aus dem Verteilergefäß abgeführt wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen einer Badspiegelhöhe von 5% bis 50%, vorzugsweise von 10% bis 30%, der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit annähernd maximaler Füllrate ($\dot{m}_{fill,max}$) erfolgt und die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß anschließend bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit gegenüber der annähernd maximalen Füllrate reduzierten Füllrate erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass die reduzierte Füllrate einem kontinuierlich oder schrittweise abnehmenden zeitlichen Verlauf folgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Eintauchen des Schattenrohres in die in das Verteilergefäß eingebrachte Metallschmelze mit maximaler Füllrate erfolgt und die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß anschließend bis zum Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe mit einer gegenüber der annähernd

maximalen Füllrate reduzierten Füllrate erfolgt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass innerhalb einer Zeitspanne, die dem Zeitpunkt des Erreichens der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe vorgelagert ist, eine möglichst geringe Füllrate eingestellt und weitgehend konstant gehalten wird und innerhalb dieser Zeitspanne, insbesondere in deren zweiten Hälfte, das Abdeckmittel auf das Schmelzenbad aufgegeben wird.

5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mit Erreichen der wenigstens annähernd stationären Angussbadspiegelhöhe für eine Zeitspanne unterbrochen wird.

10 8. Verfahren nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr zwischen 8 sec und 10 min, vorzugsweise zwischen 60 und 15 270 sec beträgt.

15 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass das erstmalige Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel innerhalb der Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr beginnt.

20 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass das erstmalige Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel in einer Zeitspanne ab 30 sec, vorzugsweise ab 8 sec, vor der Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr nach der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr beginnt.

25 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel frühestens in einer Zeitspanne vor dem Beginn der Abführung von Metallschmelze aus dem Verteilergefäß beginnt, die vorzugsweise höchstens der Hälfte der Zeitspanne der Unterbrechung der Zufuhr von Metallschmelze entspricht.

30 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Abdecken der freien Badoberfläche mit einem Abdeckmittel erst nach dem Angießen der Stranggießkokille beginnt.

35 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass der das Schattenrohr umgebende Bereich der freien Badoberfläche im Verteilergefäß von einer Abdeckung mit einem Abdeckmittel freigehalten wird.

40 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass nach der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß diese Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt wird.

45 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Menge der dem Verteilergefäß zugeführten Metallschmelze und die Menge der aus dem Verteilergefäß abgeführten Metallschmelze beim Gießen eines Stahlbandes auf einer Zweiwalzengießanlage im weitgehend stationärem Gießbetrieb zwischen 0,5 t/min und 4,0 t/min, vorzugsweise zwischen 0,8 t/min und 2,0 t/min, beträgt.

50 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Aufgabe des Abdeckmittels auf die Badoberfläche der Metallschmelze in einem Oberflächenbereich mit geringer Oberflächenströmungsgeschwindigkeit, Welligkeit der Badoberfläche und Turbulenzintensität erfolgt.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Abdeckmittel in feinkörniger Form oder pulverförmig, vorzugsweise mit einer halb- oder vollautomatischen Aufgabeeinrichtung, aufgebracht wird.

5 18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass während der Erstfüllphase eine Inertisierung des Verteilergefäßes erfolgt.

10 19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Einstellung und Überwachung der Betriebsgießspiegelhöhe über eine Verteiler-Gewichtsmessung oder mit einem äquivalenten Messverfahren zur Füllstandsmessung erfolgt.

15 20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Verteilergefäß bei Beginn der Erstfüllphase frei von Metallschmelze ist.

15

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

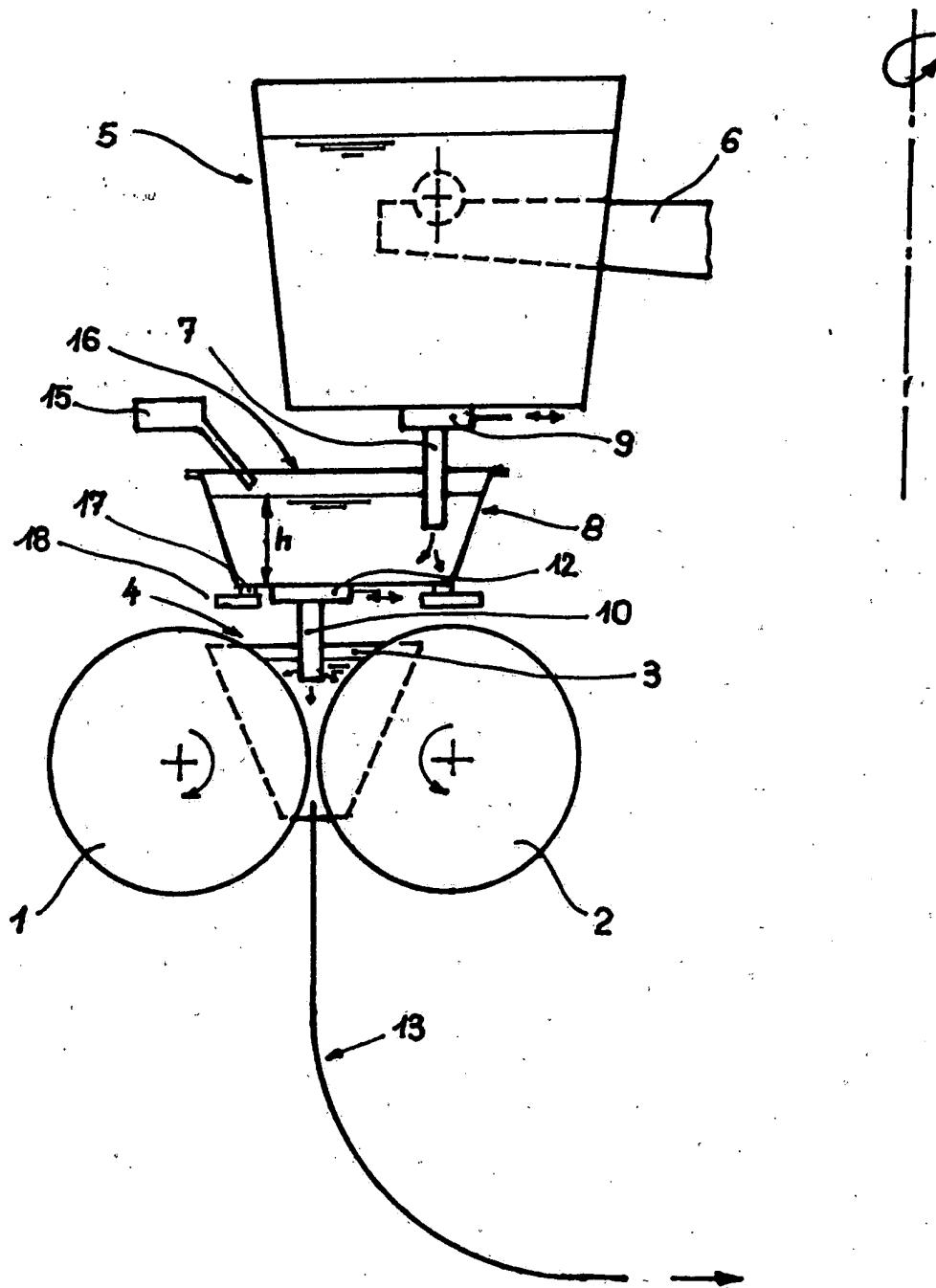
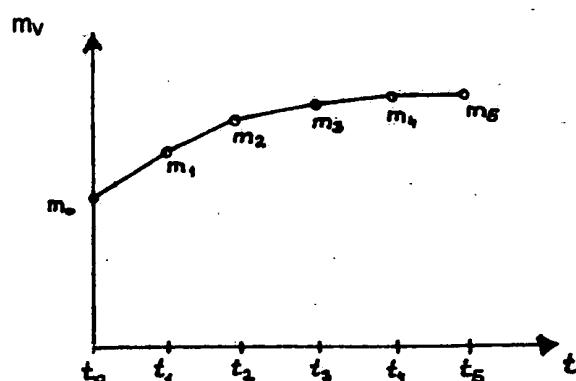
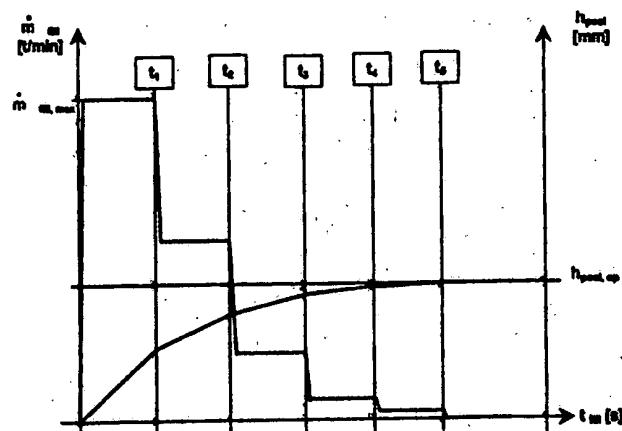
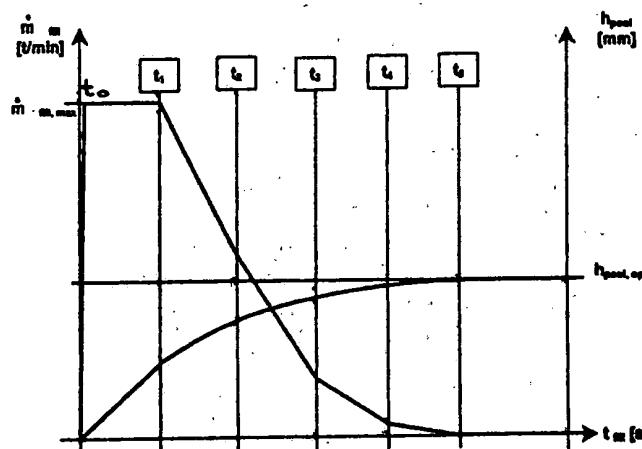


Fig. 1



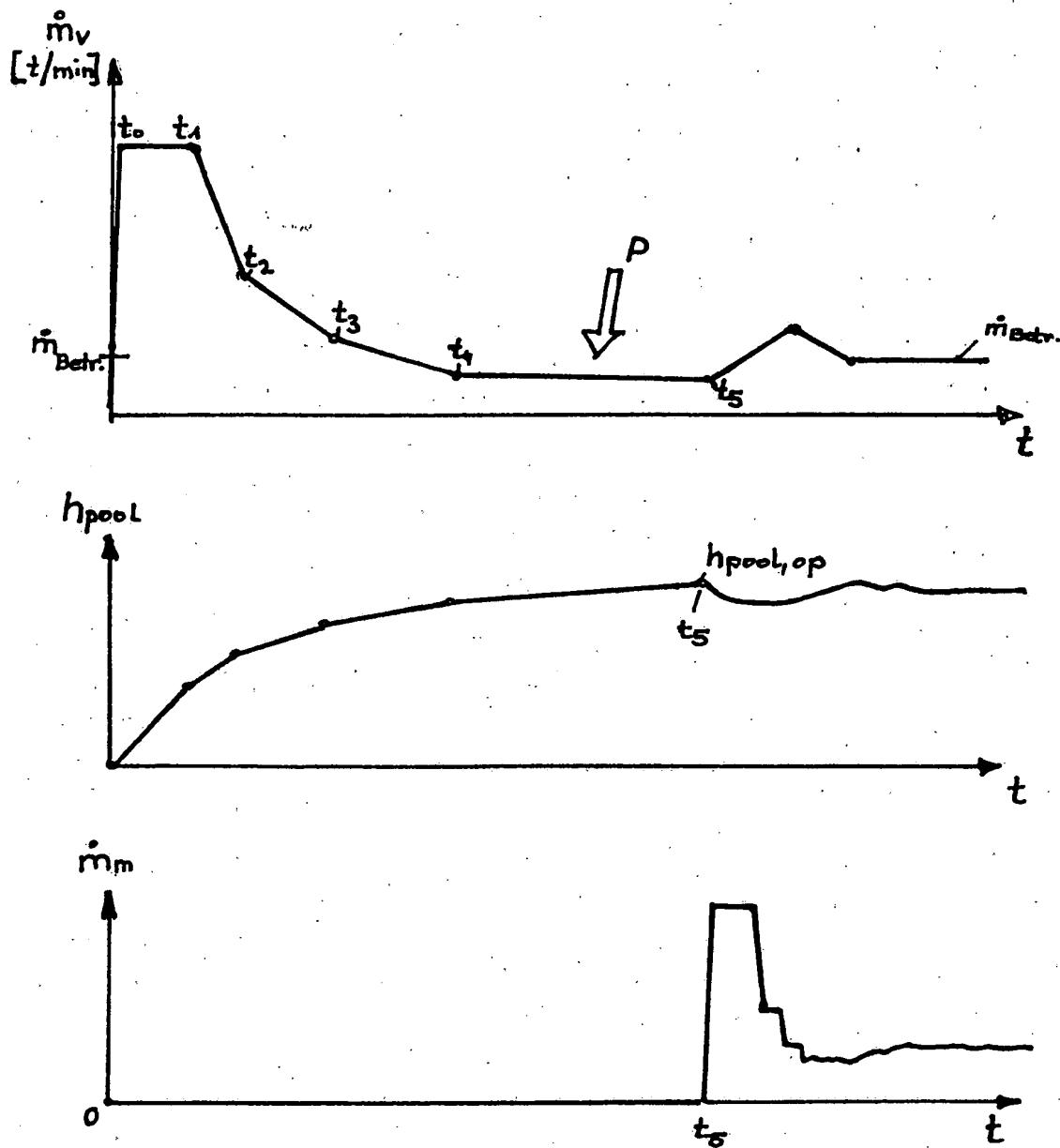


Fig. 5

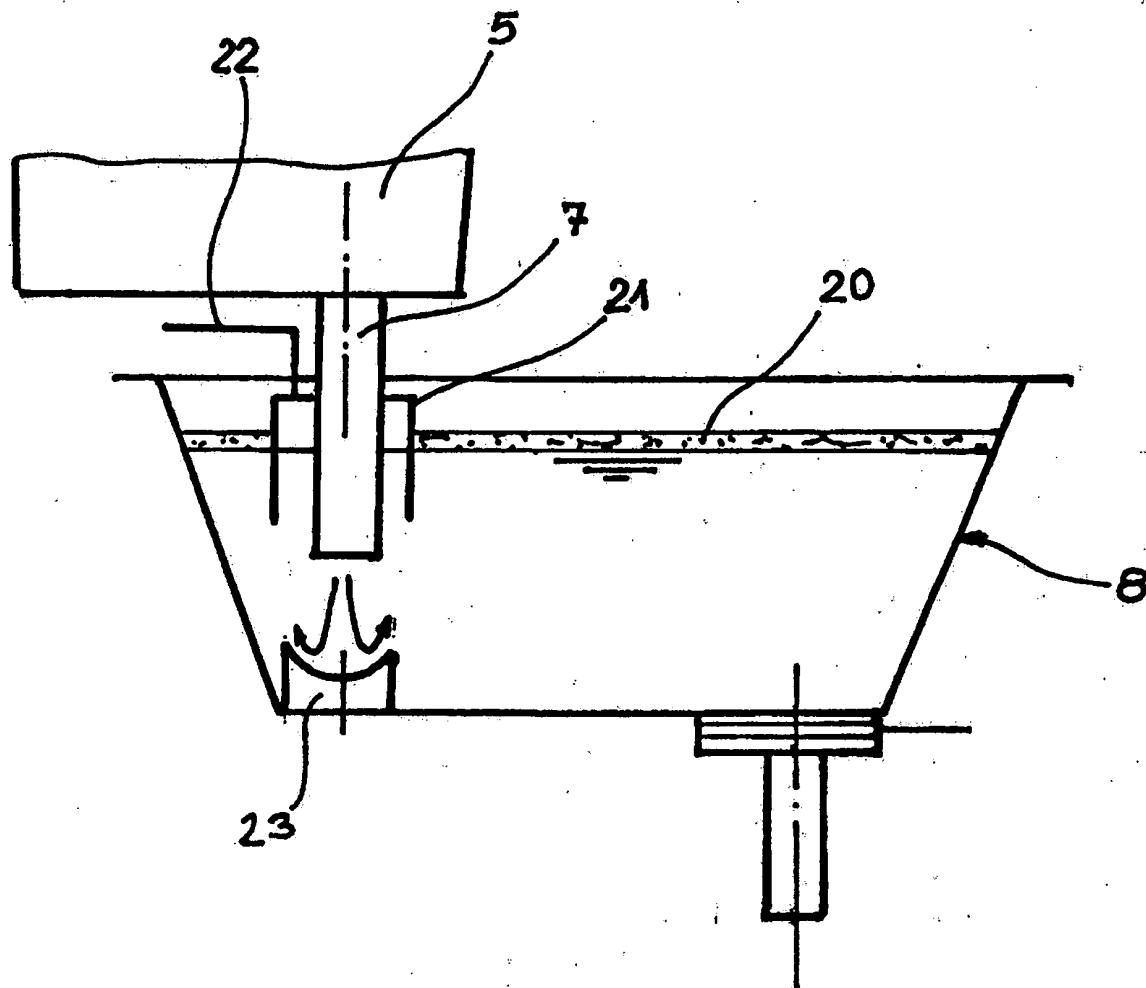


Fig. 6