



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 409 465 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 2070/2000
(22) Anmeldetag: 12.12.2000
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2002
(45) Ausgabetag: 26.08.2002

(51) Int. Cl.⁷: **B22D 11/128**
B22D 11/20

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19809807A1 US 3812900A DE 4138740A1
WO 98/50185A1 DE 19713604A1 EP 908256A1

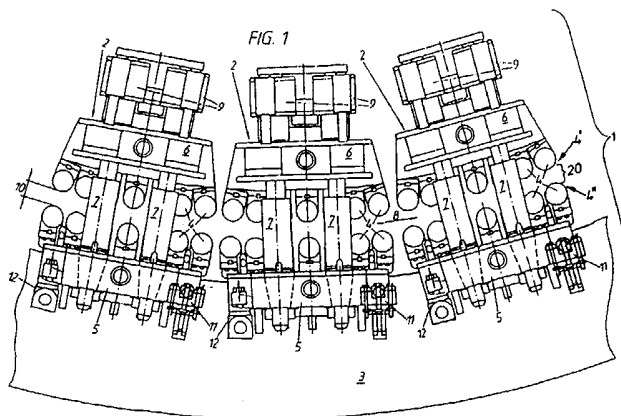
(73) Patentinhaber:
VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH
& CO
A-4020 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:
MÖRWALD KARL DR.
ST. FLORIAN, OBERÖSTERREICH (AT).
DITTENBERGER KURT DIPL.ING. DR.
LEONDING, OBERÖSTERREICH (AT).
FEDERSPIEL CHRISTIAN DIPL.ING.
GOLDWÖRTH, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM EINSTELLEN EINES GIESSSPALTES AN EINER STRANGFÜHRUNG EINER STRANGGIESSANLAGE

AT 409 465 B

(57) Ein Verfahren zum Einstellen eines Gießspaltes (20) an einer Strangführung einer Stranggießanlage ist zwecks Sicherstellung eines einwandfreien Gießbeginns und eines störungsfreien Gießens dadurch gekennzeichnet, daß der Gießspalt (20) vor Gießbeginn gemäß einem idealen Verlauf der Strangdicke über die Länge der Strangführung unter der Annahme, daß keine Kräfte vom Strang auf die Strangführung wirken, über ein Wegmeßsystem eingestellt wird und daß nach Gießbeginn ein kontinuierlich und sprungstellenfrei verlaufender Gießspalt (20) unter Betriebsbelastung eingestellt wird, wobei für die Einstellung des Gießspaltes (20) unter Betriebsbelastung die Betriebsbelastung rechnerisch bestimmt wird und diese Betriebsbelastung sowie den Gießspalt beeinflussende Steifigkeiten von Bauteilen (2, 3, 4, 5, 6, 7, ...) der Strangführung zur Berechnung von Korrekturwerten für die Einstellung des Gießspaltes (20) berücksichtigt werden.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einstellen eines Gießspaltes an einer Strangführung einer Stranggießanlage sowie eine Stranggießanlage zur Durchführung dieses Verfahrens.

Ein Verfahren zum Einstellen eines Gießspaltes an einer Strangführung einer Stranggießanlage sowie eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens sind beispielsweise aus der
 5 DE 198 09 807 A1 bekannt. Aus diesem Dokument ist ein ein Strang beidseitig mittels Stützrollen abstützendes Rollensegment zu entnehmen, bei dem die Stützrollen jeweils einer Seite an Rollenträgern befestigt sind und diese Rollenträger gegeneinander oder voneinander mittels Hydraulikzylindereinheiten bewegbar sind. Hierdurch können unterschiedliche Abstände der einander gegenüberliegenden Stützrollen eingestellt werden. Die Stützrollen sind über die Hydraulikzylindereinheiten positionsgeregelt, wobei von einem positionsgeregelten auf einen druckgeregelten
 10 Betrieb umgeschaltet werden kann, wenn der Druck einer Hydraulikzylindereinheit einen Grenzwert erreicht. Hierbei können im positionsgeregelten Betrieb den Hydraulikzylindereinheiten Anstellungen derart vorgegeben werden, daß kraftbedingte Auffederungen kompensiert werden können.

Aus der US 3 812 900 A ist es bekannt, den Abstand einander gegenüberliegender Stützrollen einer Stranggießanlage mittels Hydraulikzylinder zu verändern. Hierbei wird die jeweilige Lage
 15 (Istwert) der bewegbaren Strangführungsrolle mittels eines Meßgerätes festgestellt und mit einem Sollwert mittels eines Vergleiches verglichen. Der Vergleich steuert bei Abweichung des Istwerts vom Sollwert eine Servoeinheit an, über die die Hydraulikverstellzylinder mit einer Druckquelle verbindbar sind.

Eine ähnliche Einrichtung zum Verstellen des Abstandes einander gegenüberliegender Stützrollen einer Stranggießanlage ist aus der DE 41 38 740 A1 bekannt.

Schwierigkeiten können sich ergeben, wenn ein Gießspalt schon vor Gießbeginn derart eingestellt wird, daß kraftbedingte Auffederungen kompensiert werden, u.zw. beim Vermessen des Gießspaltes als auch zu Beginn des Stranggießens. Beim Vermessen des Gießspaltes wird üblicherweise ein strangförmiges Meßgerät durch den Gießspalt bewegt, wobei die Strangführungselemente, wie beispielsweise Strangführungsrollen, mit einer vorbestimmten Kraft - größer als
 25 deren Eigengewicht - mittels des Gießspaltmeßgerätes beaufschlagt werden, so daß Spiele, wie z.B. das Lagerspiel von Strangführungsrollen, ausgeschaltet sind. Es sind jedoch Kräfte in der Größenordnung, wie sie vom Strang verursacht werden, mit dem Gießspaltmeßgerät nicht erzeugbar, so daß nur verfälschte Meßergebnisse feststellbar sind.

Weiters ergeben sich Nachteile, wenn ein sogenannter Kaltstrang durch den Gießspalt bewegt wird, wie es zu Gießbeginn notwendig ist. Durch den Kaltstrangkopf, der zu Gießbeginn die Durchlaufkokille am unteren Ende verschließt, kann es zu einer Beschädigung von Strangführungsrollen kommen, wenn diese zur Berücksichtigung einer vom Strang verursachten kraftbedingten Auffederung des Gießspaltes vorweg auf eine geringere Strangdicke eingestellt sind.
 35

Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zum Einstellen eines Gießspaltes an einer Strangführung einer Stranggießanlage sowie eine Stranggießanlage zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen, welche in einwandfreier Weise ein Vermessen, das Feststellen von Defekten sowie einen störungsfreien
 40 Gießbeginn als auch ein störungsfreies Gießen ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Gießspalt vor Gießbeginn gemäß einem idealen Verlauf der Strangdicke über die Länge der Strangführung unter der Annahme, daß keine Kräfte vom Strang auf die Strangführung wirken, über ein Wegmeßsystem eingestellt wird und daß nach Gießbeginn ein kontinuierlich und sprungstellenfrei verlaufender Gießspalt unter
 45 Betriebsbelastung eingestellt wird, wobei für die Einstellung des Gießspaltes unter Betriebsbelastung die Betriebsbelastung rechnerisch bestimmt wird und diese Betriebsbelastung sowie den Gießspalt beeinflussende Steifigkeiten von Bauteilen der Strangführung zur Berechnung von Korrekturwerten für die Einstellung des Gießspaltes berücksichtigt werden.

Vorteilhaft wird der Gießspalt über vier unabhängige Positionsregelkreise mit je einem unabhängigen Wegmeßsystem eingestellt, wobei jeweils ein Positionsregelkreis einem von vier den Gießspalt einstellenden Stellmitteln, die mit Weggebern ausgestattet sind, zugeordnet ist. Denkbar wäre auch eine Anordnung mit nur drei unabhängigen Positionsregelkreisen für vier den Gießspalt einstellende und mit Weggebern ausgerüstete Stellmittel, sofern ein Positionsregelkreis zwei Druckmittelzylindern zugeordnet ist.

55 Die Einstellung des Gießspaltes vor Gießbeginn gemäß einem idealen Verlauf der Strangdicke

ermöglicht ein einwandfreies Vermessen der Stranggießanlage vor Gießbeginn, wobei bei der Gießspaltvermessung Lagerspiele, wie das Lagerspiel der Strangführungsrollen, durch eine Belastung derselben mittels eines Gießspaltmeßgerätes ausgeschaltet werden kann. Hierdurch gelingt eine Überprüfung der eingestellten Toleranzen. Weiters wird hierdurch ein einwandfreies Ausziehen eines Kaltstranges gewährleistet.

Erfindungsgemäß erfolgt die Einstellung eines kontinuierlich und sprungstellenfrei verlaufenden Gießspaltes unter Betriebsbelastung nach Gießbeginn, so daß nach Ausziehen des Kaltstranges während der Belastung der Strangführung durch den Strang ein idealer Gießspalt vorliegt. Würde man die Betriebsbelastung vor Gießbeginn berücksichtigen, so ergäben sich für unterschiedlich dimensionierte Bauteile der Strangführung bei beispielsweise nacheinander liegenden Segmenten unterschiedliche Dimensionen des Gießspaltes, d.h. stufenweise Änderungen des Gießspaltes über dessen Längsverlauf, so daß eine Vermessung des Gießspaltes und weiters ein einwandfreies Ausziehen eines Kaltstranges infolge des Auflaufens des Kaltstrangkopfes an den Abstufungen nicht möglich wären.

Für die Errechnung der Betriebsbelastung sind insbesondere folgende Belastungen zu berücksichtigen:

- der ferrostatische Druck
- die Breite des Stranges
- die Dicke der Strangschale
- die Temperaturverteilung in der Strangschale
- die Festigkeit der Strangschale, insbesondere auch die Lastaufnahme durch die Strangschmalseiten, sowie
- Zusatzkräfte, die von der Strangführung auf den Strang aufgebracht werden, wie beispielsweise ein Biegen, Richten, oder eine Dickenreduktion bzw. von der Strangführung auf den Strang wirkende Anstellkräfte.

Vorzugsweise wird die Betriebsbelastung kontinuierlich errechnet und der Gießspalt kontinuierlich entsprechend der errechneten Betriebsbelastung angepaßt.

Unter Umständen reicht es auch, wenn die Betriebsbelastung kontinuierlich errechnet wird und der Gießspalt bei sich daraus ergebender Änderung über ein vorbestimmtes Maß zum zuvor eingestellten Gießspalt angepaßt wird.

Gemäß einer vereinfachten Variante wird die Betriebsbelastung periodisch errechnet und in Abhängigkeit des festgestellten Wertes der Gießspalt bei sich daraus ergebender Änderung, vorzugsweise bei einer Abweichung über ein vorbestimmtes Maß, vom zuvor eingestellten Gießspalt neu eingestellt.

Zweckmäßig werden bei der Errechnung der Betriebsbelastung für einen mehrere Strangführungsrollen tragenden Bauteil die Rollenteilung und die Anzahl der Strangführungsrollen dieses Bauteiles berücksichtigt.

Vorzugsweise wird eine Regelung verwirklicht, bei der als Störgrößen veränderliche Betriebsbelastungen wirken und als Stellgröße Werte für eine Änderung der Einstellung des Gießspaltes auftreten.

Ist eine Mehrzahl von hintereinander in Stranglaufrichtung angeordneten Strangführungselementen vorgesehen, wird vorteilhaft für jedes Strangführungssegment individuell ein Gießspalt in Abhängigkeit der Steifigkeit dieses Strangführungssegmentes und in Abhängigkeit von der örtlich auf dieses Strangführungssegment wirkenden errechneten Betriebsbelastung eingestellt.

Eine Stranggießanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer Strangführung, gebildet von zwei einander gegenüberliegenden Strangführungsbahnen, zwischen denen der Strang geführt ist, wobei die beiden Strangführungsbahnen mittels von Weggebern kontrollierter Stellmittel relativ zueinander verstellbar sind, ist gekennzeichnet durch einen einer Prozeßkontrolleinrichtung überlagerten Regelkreis, der einen Rechner zur Errechnung der Betriebsbelastung anhand von Verfahrensparametern des Stranggießverfahrens aufweist und der über einen Regler gekoppelt ist mit den Stellmitteln der Strangführung, wobei zweckmäßig in den Rechner konstante Verfahrensparameter des Stranggießverfahrens und konstante konstruktionsspezifische Parameter der Stranggießanlage eingegeben sind.

Vorteilhaft sind die beiden Strangführungsbahnen mittels vierer unabhängiger Positionsregelkreise relativ zueinander verstellbar, denen ein Regelkreis überlagert ist.

Vorteilhaft ist der Rechner mit während des Stranggießens gemessenen Meßwerten beaufschlagt.

Zweckmäßig ist die Strangführung mit während des Gießbetriebes stufenlos verstellbaren Stellmitteln ausgestattet.

5 Unter Umständen kann es sich als vorteilhaft erweisen, wenn die Strangführung mit Stellmitteln, die eine feinstufige Verstellung der Strangführungsbahnen gestatten, insbesondere in Stufen von 0,10 bis 0,15 mm, ausgestattet ist.

Ein Verfahren zum Stranggießen eines Stranges, insbesondere eines Stahlstranges, unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei der Strang mit flüssigem Kern aus einer
10 Durchlaufkokille austritt und entlang einer einen Gießspalt aufweisenden Strangführung geführt wird, ist dadurch gekennzeichnet, daß der Gießspalt während des Gießens unter Berücksichtigung der vom Strang auf Bauteile der Strangführung wirkenden und sich während des Stranggießens ändernden Betriebsbelastungen eingestellt wird, wobei vorteilhaft zu Gießbeginn zunächst ein sich
15 über die gesamte Länge der Strangführung parallel erstreckender oder stückweise keilförmig ausgebildeter und sich in Gießrichtung verjüngender Gießspalt eingestellt wird, worauf unmittelbar nach Auftreten einer vom Strang auf die Strangführung wirkenden Betriebsbelastung eine Einstellung des Gießspaltes unter Berücksichtigung der Steifigkeit der Bauteile der Strangführung und der Betriebsbelastung im Sinne einer Verkleinerung des Gießspaltes vorgenommen wird.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei Fig. 1 eine Teilseitenansicht einer Strangführung einer Stranggießanlage, Fig. 2 ein einzelnes Stücksegment, teilweise geschnitten, in Schrägansicht, und Fig. 3 eine
20 Schaltungsanordnung des Verstellmechanismus für ein Stützsegment veranschaulichen. Fig. 4 gibt ein Verfahrensschema wieder.

Eine Strangführung 1 einer Bogenstranggießanlage weist zur Aufnahme mehrerer einen Strang stützender Stützsegmente 2 durchgehende, bogenförmig gestaltete, als Tragwerk 3 für die Stützsegmente 2 dienende Längsträger auf, die jeweils mittels nicht näher dargestellter Lager am Fundament abgestützt sind.

Je nach Baulänge der Strangführung 1 sind zwei oder mehrere Längsträger 3 in Längsrichtung der Strangführung hintereinander vorgesehen, wobei jeder Längsträger 3 jeweils zwei oder mehrere
30 Stützsegmente 2 trägt, an denen Strangstützelemente 4, insbesondere Rollen, angeordnet sind.

Dem bogenförmigen Längsträger 3 nachfolgend setzt sich die Strangführung 1 über mindestens die Länge fort, innerhalb der der gegossene Strang einen flüssigen Kern aufweist, so daß in der Regel Längsträger 3 auch in der dem bogenförmigen Teil der Strangführung 1 nachfolgenden horizontalen Teil der Strangführung 1 in gleicher Weise angeordnet werden können, die ebenfalls
35 Stützsegmente 2 tragen. Anstelle der Längsträger 3 könnten auch gegossene Betonfundamente oder ein einziges Betonfundament vorgesehen sein, an denen bzw. an dem die Stützsegmente 2 gelagert sind. Wenn ein Betonfundament als Tragwerk 3 dient, sind zweckmäßig die Stützsegmente 2 an an diesem Betonfundament befestigten Stahlplatten, an denen vorzugsweise höchstens zwei bis vier Lagerstellen vorgesehen sind, angeordnet.

Jedes Stützsegment 2 ist von unteren Rollenträgern 5 und oberen Rollenträgern 6 gebildet, die durch Zuganker 7 miteinander verbunden sind. Die Zuganker 7 erstrecken sich etwa senkrecht zur Längserstreckung 8 der Strangführung 1 und damit auch zum Tragwerk 3, so daß sie im Fall einer bogenförmigen Strangführung 1 etwa zum Krümmungsmittelpunkt gerichtet sind. An den oberen, d.h. bogeninneren Enden der Zuganker 7 sind Hydraulik-Verstellzylinder 9 vorgesehen, mit deren
45 Hilfe der Rollenabstand 10 der einander gegenüberliegenden Rollen 4, die an den Rollenträgern 5 und 6 drehbar befestigt sind, geändert werden kann. Zu diesem Zweck wird der obere Rollenträger 6 gegen den unteren Rollenträger 5 entlang der Zuganker 7 um ein vorbestimmtes Maß bewegt und nach Erreichen der gewünschten Lage positioniert.

Gemäß dem in Fig. 2 dargestellten Stützsegment 2 sind insgesamt vier Hydraulik-Verstellzylinder 9 vorgesehen, u.zw. einer jeweils an einem der vier - im Grundriß gesehen - an den Eckpunkten des Stützsegmentes 2 vorgesehenen Zuganker 7. Wegmeßsysteme sind entweder in die Hydraulik-Verstellzylinder 9 integriert oder extern am Stützsegment 2 befestigt.

Jedes der Stützsegmente 2 ist mit dem unteren Rollenträger 5 an einem Ende mittels eines Festlagers 11 und am gegenüberliegenden Ende mittels eines Loslagers 12 am Längsträger 3
55 befestigt.

Das in Fig. 2 dargestellte Stützsegment weist auch angetriebene Rollen 4 auf, die über eigene Druckmittelzylinder 13 an den gegossenen Strang anstellbar sind. Die Antriebe der antreibbaren Rollen 4 sind mit 14 bezeichnet.

Wie insbesondere aus den Fig. 2 und 3 zu ersehen ist, sind die Zuganker 7, die am Rollenträger 5 verkeilt sind, mit dem Rollenträger 6 über die Hydraulik-Verstellzylinder 9 verbunden, wobei deren Kolben 15 vorzugsweise jeweils zur gleichmäßigen und radialsymmetrischen Krafteinleitung als Hohlkolben 15 ausgebildet sind, die jeweils vom Zuganker 7 durchsetzt sind. Das vordere Ende jedes Hohlkolbens stützt sich am Rollenträger 6 ab. Der Zylinder 16 des Hydraulik-Verstellzylinders 9 ist an einem Zusatzträger 17 abgestützt, der ebenfalls gegenüber dem Zuganker 7 verkeilt ist, so daß der Zusatzträger in seiner Lage gegenüber dem Tragwerk 3 fixiert ist. Der Rollenträger 6 ist somit mit Hilfe des Kolbens 15 entlang der Zuganker verschiebbar.

Zwischen dem Zusatzträger 17 und dem Rollenträger 6 ist jeweils in Parallelanordnung zum Hydraulik-Verstellzylinder 9 ein Balancierzylinder 18 vorgesehen, der stets so beaufschlagt ist, daß der Rollenträger 6 am vorderen Ende des Kolbens 15 des Hydraulik-Verstellzylinders 9 anliegt, d.h. gegen diesen gepreßt ist. Der Zylinder des Balancierzylinders ist mit dem Zusatzträger 17 und der Kolben mit dem Rollenträger 6 verbunden. Dieser Balancierzylinder 18 könnte auch in um 180° gedrehter Position zwischen dem Zusatzträger 17 und dem Rollenträger 6 angeordnet sein. Der Balancierzylinder 18 ermöglicht eine spielfreie Positionierung des Rollenträgers 6 in bezug auf das Tragwerk 3 und enthält beispielsweise zusätzlich einen Wegaufnehmer zur Feststellung der Ist-Position des Rollenträgers 6, wie er in schematischer Darstellung in Fig. 3 gezeigt ist. Auf diese Art und Weise sind Verquetschungen oder Verschmutzungen der Kraftangriffsstelle des Hydraulik-Verstellzylinders 9 am Rollenträger 6, also an der Auflagestelle 19 des Kolbens 15, ohne negativen Einfluß auf die einzustellende Soll-Position des Rollenträgers 6 und damit auf einen von den einander gegenüberliegenden Rollen 4 gebildeten Gießspalt 20.

Wie insbesondere aus Fig. 3 ersichtlich ist, sind Hydraulik-Arbeitsleitungen 21, 22 jeweils über Drosseln 23 bzw. Blenden und Wegeventile 24A, 24B und diesen nachgeordnete gesteuerte Rückschlagventile 25A, 25B mit jeweils einer Kammer 26, 27 des Hydraulik-Verstellzylinders 9 verbindbar. Die jeweilige Position des Kolbens des Hydraulik-Verstellzylinders 9 - und damit des Rollenträgers 6 - wird über den Wegaufnehmer in den Balancierzylindern 18, festgestellt und sein Signal dann an einen Vergleicher 28 eines Dreipunktreglers 29 weitergegeben. In den Vergleicher 28 einbaubar ist die Sollwertvorgabe für die Stellung des Kolbens 15 des Hydraulik-Verstellzylinders 9. Bei einer Abweichung des Istwerts vom Sollwert tritt der Dreipunktreger 29 in Funktion, wobei mit dem Signal +1 das Ventil 24A und mit dem Signal -1 das Ventil 24B schaltet. Eine Verwendung von Proportional- oder Regelventilen mit stetigen Regelalgorithmen, wie z.B. P-Regler, ist ebenfalls möglich.

Die in den zu den beiden Kammern 26 und 27 des Hydraulik-Verstellzylinders 9 führenden Hydraulik-Arbeitsleitungen 21, 22 vorhandenen Rückschlagventile 25A und 25B werden jeweils von der in die andere Kammer 26, 27 mündenden Hydraulik-Arbeitsleitung 21, 22 über die Steuerleitungen 30 beaufschlagt.

Gemäß der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform ist der Balancierzylinder 18 von einer eigenen Hydraulik-Arbeitsleitung 31 mit Druck beaufschlagbar. Weiters ist noch ein Druckbegrenzungsventil 32 vorgesehen, das die Kraft des Kolbens 15 des Hydraulik-Verstellzylinders 9 begrenzt.

Im Fall, daß je Stützsegment 2 vier Zuganker 7 mit je einem Verstellzylinder 9 vorgesehen sind, sind vorteilhaft vier Positionsregelkreise mit je einem Wegmeßsystem installiert, wobei für jeden Verstellzylinder 9 eine Istwerteingabe für einen den vier Verstellzylindern 9 gemeinsamen Vergleicher 28 bzw. Dreipunktreger 29 vorgesehen und für jeden Verstellzylinder 9 eine eigene Steuerleitung 30 (gemäß Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 je zwei Steuerleitungen 30) vom Dreipunktreger 29 beaufschlagbar sind.

Für die Einstellung des von den Rollen 4 der Strangführung begrenzten Gießspaltes 20 wird wie folgt vorgegangen:

Zunächst wird ein Idealgießspalt eingestellt, wobei elastische Segmentverformungen, hervorgerufen durch vom Strang auf die Bauteile der Strangführung wirkende Kräfte, unberücksichtigt bleiben. Nach Einstellung des Idealgießspaltes wird dieser vermessen, wobei mittels eines Gießspaltmeßgerätes, das durch den Gießspalt 20 hindurchgeführt wird, so große Kräfte auf die Rollen

4 ausgeübt werden, daß die Lagerspiele der Rollen 4 eliminiert werden. Auf diese Art und Weise kann der Gießspalt 20 unabhängig von der Größe der Lagerspiele auf das Idealmaß eingestellt bzw. korrigiert werden. Bei diesem Vorgang treten jedoch noch keine bzw. vernachlässigbare elastische Verformungen der Zuganker 7 sowie der Rollenträger 5 und 6 auf.

5 Nach Einstellen, Vermessen und Nacheinstellen des Gießspaltes 20 auf ein Idealmaß erfolgt das Angießen, wobei der Strang mit Hilfe eines Kaltstranges, der mit dem Strang über einen Kaltstrangkopf verbunden ist, aus einer Durchlaufkokille ausgezogen und durch die Strangführung, d.h. den Gießspalt 20 hindurch bewegt wird. Nachdem der Kaltstrangkopf den Gießspalt 20 passiert hat, kann dieser nachjustiert werden, da durch vom Strang auf die Stützsegmente 2 wirkende
10 Kräfte in Abhängigkeit der Segmentsteifigkeiten, d.h. der Elastizitätsmodule der verwendeten Materialien und geometrische Abmessungen der verwendeten Einzelkomponenten, wie z.B. Zuganker 7 und Rollenträger 5, 6 etc., Aufweitungen des Gießspaltes 20 hervorgerufen werden, u.zw. im elastischen Bereich.

15 Die Belastung der Stützsegmente 2 durch den Strang wird errechnet, da Meßverfahren eine zu große Ungenauigkeit beinhalten und zudem infolge der Stranghitze nur schwierig verwirklichtbar sind. Hierbei können je nach Anforderung an die Genauigkeit des Gießspaltes 20 der ferrostatische Druck, die Breite des Stranges, die Dicke der Strangschale, die Temperaturverteilung in der Strangschale, die temperaturabhängige Festigkeit der Strangschale, insbesondere die Lastaufnahme durch die Strangschmalseiten sowie gegebenenfalls Zusatzkräfte berücksichtigt werden,
20 die von der Strangführung auf den Strang aufgebracht werden. Solche Zusatzkräfte treten beim Biegen, Richten oder bei einer allfälligen Dickenreduktion des Stranges auf.

In Abhängigkeit der Steifigkeiten der Bauteile, die entweder experimentell oder auch rechnerisch bestimmt werden kann, insbesondere in Abhängigkeit der Steifigkeiten der Stützsegmente 2, erfolgt anschließend aufgrund der errechneten Betriebsbelastung die Nachjustierung der Stützsegmente 2. Hierbei kann die Betriebsbelastung kontinuierlich errechnet und der Gießspalt 20 bei
25 Änderung der Betriebsbelastung über ein vorbestimmtes Maß angepaßt werden. Weiters ist es möglich, die Betriebsbelastung periodisch zu errechnen und den Gießspalt 20 bei Abweichung der Betriebsbelastung über ein vorbestimmtes Maß von einer vorher ermittelten Betriebsbelastung neu einzustellen.

30 Gemäß dem in Fig. 4 dargestellten Verfahrensschema erfolgt die Nachjustierung der Stützsegmente 2 und damit die Nachjustierung des Gießspaltes 20 segmentweise. Die Einstellung des Gießspaltes 20 aufgrund der Betriebsbelastung kann jedoch auch in größeren Abschnitten, d.h. über jeweils zwei oder mehrere Stützsegmente 2 erfolgen.

35 Zur Errechnung der Betriebsbelastung ist ein Prozeßcomputer 33 vorgesehen, dem Werte des Idealgießspaltes und Segmentsteifigkeiten eingegeben werden. Dieser Prozeßcomputer 33 legt die Soll-Positionen der Stützsegmente 2 fest, die vorteilhaft über eigene Segmentcontroller 34 eingestellt werden, indem die Ventile der Hydraulik-Verstellzylinder 9 entsprechend den Erfordernissen betätigt werden.

40 Die Gießspaltaufweitung durch die Betriebsbelastung ist durch elastische Verformungen sowohl von Bauteilen der bogenäußeren bzw. unteren als auch der bogeninneren bzw. oberen von den Strangstützelementen 4 gebildeten Stützbahnen 4', 4'' verursacht. Bei nacheinanderliegenden Stützsegmenten 2 mit stark unterschiedlich dimensionierten Bauteilen ist hierauf Rücksicht zu nehmen, beispielsweise durch eine spezielle Lagerung der Stützsegmente 2 mittels Festlager 11 und Loslager 12, derart, daß diese Lager verstellbar sind, wodurch ein Schwenken der Stützsegmente 2 ermöglicht wird, wie dies in der AT 404.806 B beschrieben ist.
45

PATENTANSPRÜCHE:

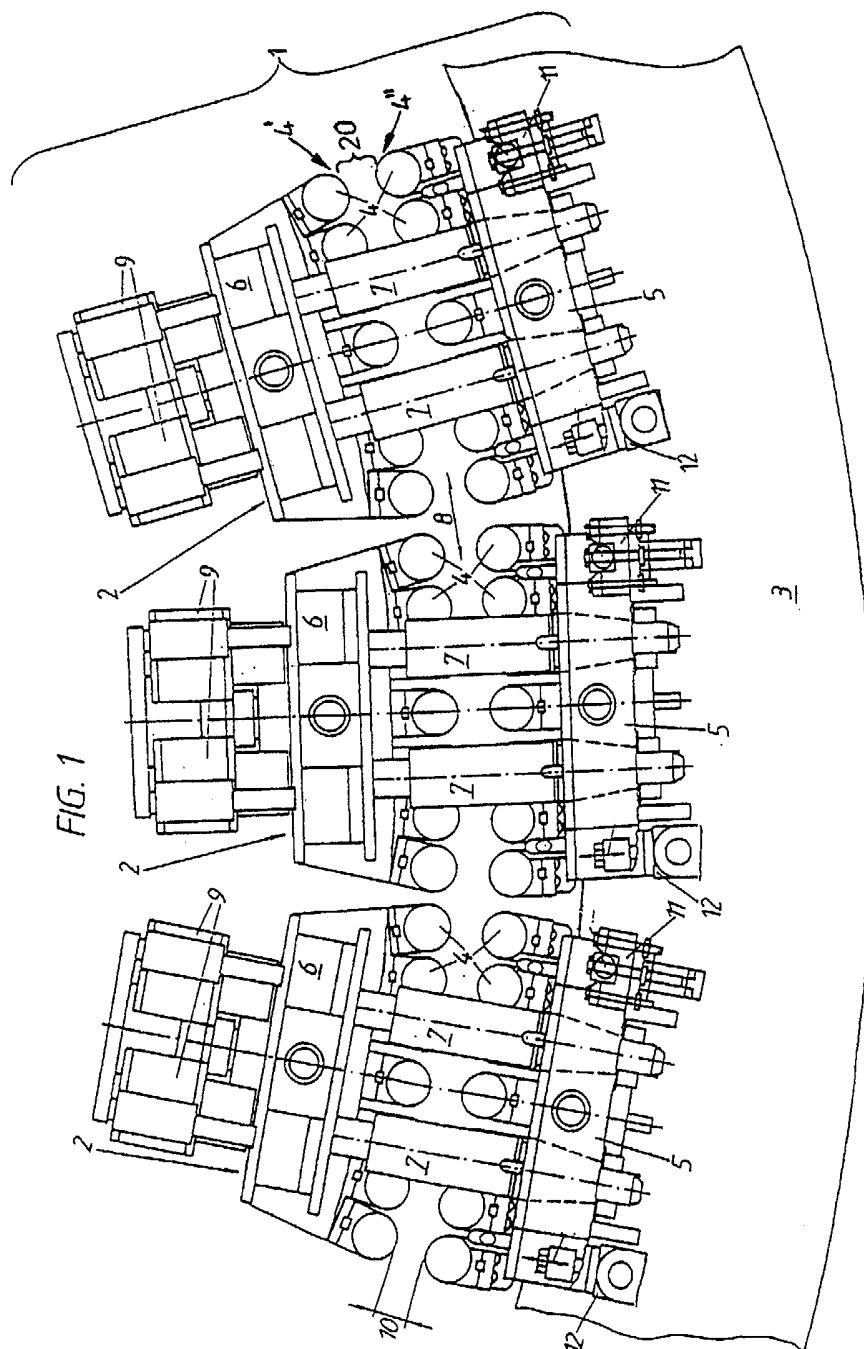
- 50 1. Verfahren zum Einstellen eines Gießspaltes (20) an einer Strangführung einer Stranggießanlage, dadurch gekennzeichnet, daß der Gießspalt (20) vor Gießbeginn gemäß einem idealen Verlauf der Strangdicke über die Länge der Strangführung unter der Annahme, daß keine Kräfte vom Strang auf die Strangführung wirken, über ein Wegmeßsystem eingestellt wird und daß nach Gießbeginn ein kontinuierlich und sprungstellenfrei verlaufender
55 Gießspalt (20) unter Betriebsbelastung eingestellt wird, wobei für die Einstellung des

- Gießspaltes (20) unter Betriebsbelastung die Betriebsbelastung rechnerisch bestimmt wird und diese Betriebsbelastung sowie den Gießspalt beeinflussende Steifigkeiten von Bauteilen (2, 3, 4, 5, 6, 7, ...) der Strangführung zur Berechnung von Korrekturwerten für die Einstellung des Gießspaltes (20) berücksichtigt werden.
- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gießspalt über vier unabhängige Positionsregelkreise mit je einem unabhängigen Wegmeßsystem eingestellt wird, wobei jeweils ein Positionsregelkreis einem von vier den Gießspalt einstellenden Stellmitteln, die mit Weggebern ausgestattet sind, zugeordnet ist.
 - 10 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Errechnung der Betriebsbelastung der ferrostatische Druck berücksichtigt wird.
 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Errechnung der Betriebsbelastung die Breite des Stranges berücksichtigt wird.
 - 15 5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Errechnung der Betriebsbelastung die Dicke der Strangschale berücksichtigt wird.
 6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Errechnung der Betriebsbelastung die Temperaturverteilung in der Strangschale berücksichtigt wird.
 - 20 7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Errechnung der Betriebsbelastung die Festigkeit der Strangschale berücksichtigt wird, insbesondere auch die Lastaufnahme durch die Strangschmalseiten.
 8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Errechnung der Betriebsbelastung Zusatzkräfte, die von der Strangführung auf den Strang aufgebracht werden, wie beispielsweise ein Biegen, Richten oder eine Dickenreduktion bzw. von der Strangführung auf den Strang wirkende Anstellkräfte, berücksichtigt werden.
 - 25 9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsbelastung kontinuierlich errechnet wird und der Gießspalt (20) kontinuierlich angepaßt wird.
 - 30 10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsbelastung kontinuierlich errechnet wird und der Gießspalt (20) bei sich daraus ergebender Änderung über ein vorbestimmtes Maß zum zuvor eingestellten Gießspalt angepaßt wird.
 - 35 11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsbelastung periodisch errechnet wird und in Abhängigkeit des festgestellten Wertes der Gießspalt (20) bei sich daraus ergebender Änderung, vorzugsweise bei einer Abweichung über ein vorbestimmtes Maß, vom zuvor eingestellten Gießspalt neu eingestellt wird.
 - 40 12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Errechnung der Betriebsbelastung für einen mehrere Strangführungsrollen (4) tragenden Bauteil (2) die Rollenteilung und die Anzahl der Strangführungsrollen (4) dieses Bauteiles (2) berücksichtigt werden.
 - 45 13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch eine Regelung, bei der als Störgrößen veränderliche Betriebsbelastungen wirken und als Stellgröße Werte für eine Änderung der Einstellung des Gießspaltes (20) auftreten.
 - 50 14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Strangführung von einer Mehrzahl von hintereinander in Stranglaufrichtung angeordneten Strangführungssegmenten gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß für jedes Strangführungssegment individuell ein Gießspalt in Abhängigkeit der Steifigkeit dieses Strangführungssegmentes und in Abhängigkeit von der örtlich auf dieses Strangführungssegment wirkenden errechneten Betriebsbelastung eingestellt wird.
 - 55 15. Stranggießanlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 mit einer Strangführung, gebildet von zwei einander gegenüberliegenden Strangführungsbahnen, zwischen denen der Strang geführt ist, wobei die beiden Strangführungsbahnen mittels von Weggebern (18) kontrollierter Stellmittel (9) relativ zueinander

verstellbar sind, gekennzeichnet durch einen einer Prozeßkontrolleinrichtung überlagerten Regelkreis, der einen Rechner (33) zur Errechnung der Betriebsbelastung anhand von Verfahrensparametern des Stranggießverfahrens aufweist und der über einen Regler gekoppelt ist mit den Stellmitteln der Strangführung.

- 5 16. Stranggießanlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Strangführungsbahnen zumindest abschnittsweise mittels vier Stellmittel (9) und mittels vier unabhängiger Positionsregelkreise, von denen jeder einem Stellmittel (9) zugeordnet ist, relativ zueinander verstellbar sind, denen ein Regelkreis überlagert ist.
- 10 17. Stranggießanlage nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß in den Rechner (33) konstante Verfahrensparameter des Stranggießverfahrens und konstante konstruktionsspezifische Parameter der Stranggießanlage eingegeben sind.
18. Stranggießanlage nach Anspruch 15, 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (33) mit während des Stranggießens gemessenen Meßwerten beaufschlagt ist.
- 15 19. Stranggießanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Strangführung mit während des Gießbetriebes stufenlos verstellbaren Stellmitteln (9) ausgestattet ist.
- 20 20. Stranggießanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Strangführung mit Stellmitteln, die eine fernstufige Verstellung der Strangführungsbahnen gestatten, insbesondere in Stufen von 0,10 bis 0,15 mm, ausgestattet ist.
- 25 21. Verfahren zum Stranggießen eines Stranges, insbesondere eines Stahlstranges, unter Anwendung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Strang mit flüssigem Kern aus einer Durchlaufkokille austritt und entlang einer einen Gießspalt (20) aufweisenden Strangführung geführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Gießspalt (20) während des Gießens unter Berücksichtigung der vom Strang auf Bauteile (2, 3, 4, 5, 6, 7, ...) der Strangführung wirkenden und sich während des Stranggießens ändernden Betriebsbelastungen eingestellt wird.
- 30 22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß zu Gießbeginn zunächst ein sich über die gesamte Länge der Strangführung parallel erstreckender oder stückweise keilförmig ausgebildeter Gießspalt eingestellt wird, worauf unmittelbar nach Auftreten einer vom Strang auf die Strangführung wirkenden Betriebsbelastung eine Einstellung des Gießspaltes (20) unter Berücksichtigung der Steifigkeit der Bauteile (2 bis 7, ...) der Strangführung und der Betriebsbelastung im Sinne einer Verkleinerung des Gießspaltes (20) vorgenommen wird.

HIEZU 4 BLATT ZEICHNUNGEN



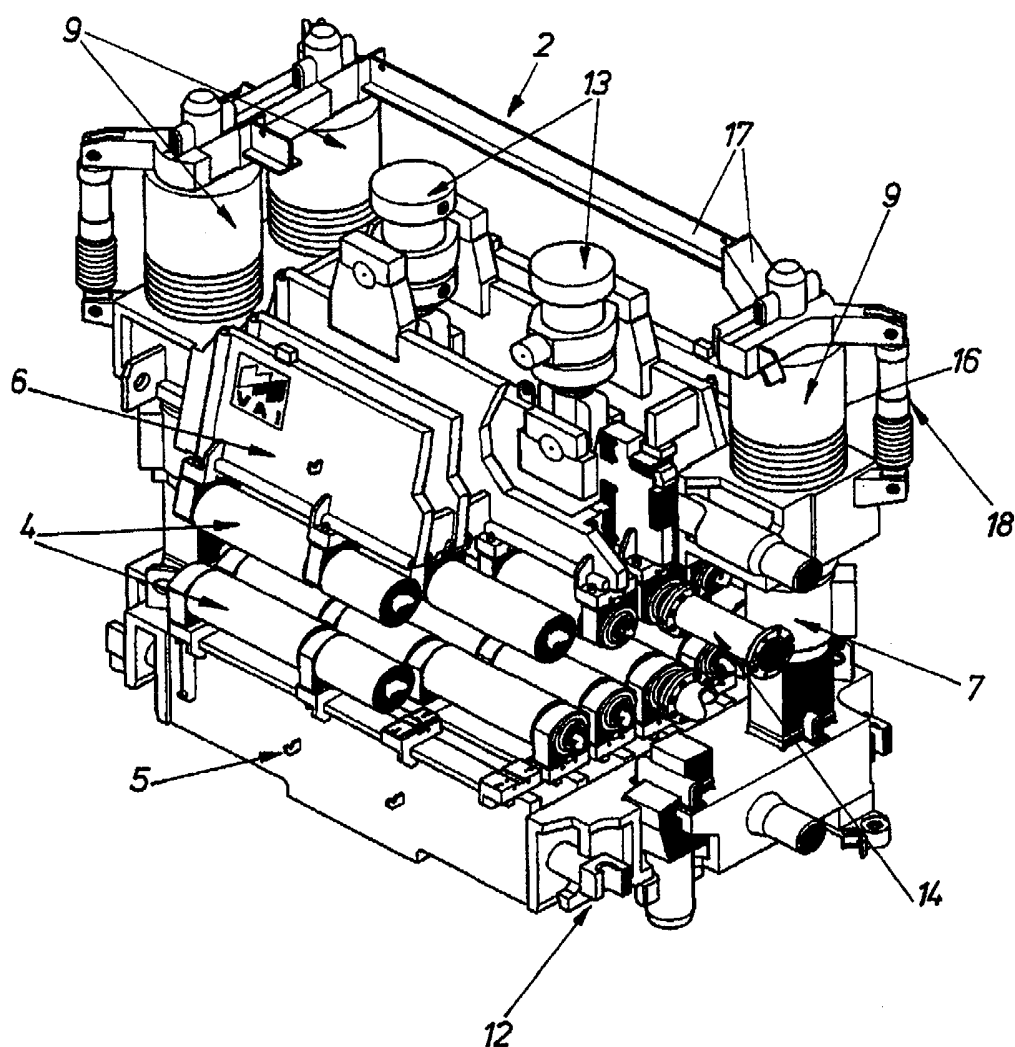


FIG. 2

[illegible]

FIG. 4

