



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 245 142 A1

4(51) B 22 D 46/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 22 D / 285 305 1

(22) 24.12.85

(44) 29.04.87

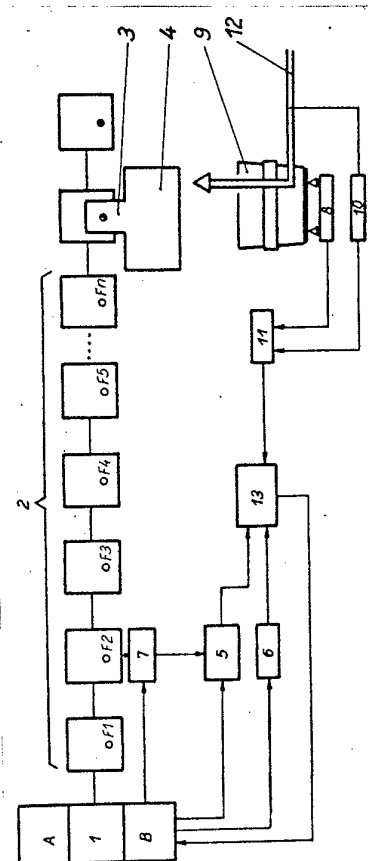
(71) VEB Kombinat Gießereianlagenbau und Gußerzeugnisse – GISAG – Stammbetrieb, 7034 Leipzig, Gerhard-Ellrodt-Straße 21, DD

(72) Meister, Friedhelm, Dr. Dipl.-Phys., DD

(54) Verfahren zur Steuerung eines automatisierten Form-Gieß-Prozesses

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Form-Gieß-Prozesses beim Einsatz flexibler automatischer Formanlagen mit automatischer Modellplattenschnellwechseleinrichtung, die über mindestens zwei Modelle mit unterschiedlichem Flüssigmetallbedarf der jeweiligen Form verfügen und mechanisierten bzw. automatisierten Vergießeinrichtungen. Das Ziel besteht darin, bei technisch-technologisch minimaler Speicherkapazität der Vergießeinrichtung an Flüssigmetall die durch unzureichendes Flüssigmetallangebot verursachten Stillstandszeiten der Formanlage zu vermindern. Gesucht war ein Verfahren, mit dem eine quasi kontinuierliche Anpassung des auch in kürzeren Produktionszeiträumen auftretenden veränderlichen Flüssigmetallbedarfs an das in diesem Zeitraum erwartbare Flüssigmetallangebot erreichbar ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mittels einer aus dem jeweils spezifischen Bedarf der im Formspeicher zwischen Formautomat und Vergießeinrichtung gespeicherten, abgießfähigen Formen an Flüssigmetall und dem durch die Leistung des Schmelzbetriebes und des Transportsystems für das Flüssigmetall bestimmten Flüssigmetallangebotes eine Kenngröße ermittelt und mit dieser die Modellplattenschnellwechseleinrichtung gesteuert wird.

Figur



Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Steuerung eines automatisierten Form-Gieß-Prozesses bei Einsatz flexibler automatischer Formanlagen mit automatischer Modellplattenschnellwechseleinrichtung, die über mindestens zwei Modelle mit unterschiedlichem Flüssigmetallbedarf der jeweiligen Form verfügt, und mechanisierten bzw. automatisierten Vergießeinrichtungen für das Flüssigmetall, **gekennzeichnet dadurch**, daß aus dem jeweils spezifischen Bedarf der im Formenspeicher zwischen Formautomat und Vergießeinrichtung gespeicherten, abgießfähigen Formen an Flüssigmetall und dem durch die Leistung des Schmelzbetriebes und des Transportsystems für das Flüssigmetall bestimmten Flüssigmetallangebot eine Kenngröße ermittelt und mit dieser die Modellplattenschnellwechseleinrichtung gesteuert wird.
2. Verfahren nach Pkt. 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kenngröße zur Steuerung der Modellplattenschnellwechseleinrichtung als Quotient aus dem Verhältnis des summierten Flüssigmetallbedarfs der im Formenspeicher jeweils bereitgestellten, abgußfähigen Formen und der mittleren gleitenden Taktzeit der Formanlage einerseits und dem Flüssigmetallangebot als Verhältnis der Flüssigmetallmenge der den Flüssigmetallspeicher der Vergießeinrichtung nachfüllenden Transportpfanne und der Zeitdauer für den vollständigen Transportzyklus andererseits bestimmt wird.
3. Verfahren nach den Punkten 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Steuersignal an die Modellplattenschnellwechseleinrichtung zum Modellwechsel auf eine entsprechende Form mit größerem Flüssigmetallbedarf ausgegeben wird, wenn die Kenngröße um einen bestimmten Betrag kleiner als 1 ist und zum Modellwechsel auf eine entsprechende Form mit kleinerem Flüssigmetallbedarf, wenn die Kenngröße um einen bestimmten Betrag größer als 1 ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung ist auf dem Gebiet des Gießereiwesens anwendbar. Sie betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Form-Gieß-Prozesses, insbesondere beim Einsatz automatisierter Form- und Gießtechnik.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Moderne automatisierte Prozesse zeichnen sich durch hohe Produktivität und Flexibilität aus. Auf dem Gebiet der Formtechnik weisen Hochleistungsformanlagen bereits eine Produktivität von über 200 Formen pro Stunde bei hoher Fertigungsflexibilität, d. h. geringer Losgrößen und mit einem Modellwechsel innerhalb des Anlagentaktes auf.

Dieser hochproduktive automatische Formherstellungsprozeß unterliegt jedoch technisch-technologischen und organisatorischen Störungen, die zur Verringerung der Leistungsparameter führen und somit den Fertigungsprozeß der gesamten Gießerei beeinflussen.

Analysen zeigen, daß die Ausfallzeiten, bedingt durch diese Störgrößen, 12–16% der Betriebszeit der Formanlage betragen. Weiterhin wurde ermittelt, daß diese Ausfallzeiten zu ca. 60–80% durch technisch-technologische und organisatorische Störungen in den vor- und nachgelagerten Prozessen der Formherstellung verursacht werden.

Ein Schwerpunkt bildet in diesem Zusammenhang die Kopplung von Form- und Gießprozeß; denn wiederum bis 20% der Ausfallzeiten automatischer Formanlagen werden durch fehlendes Flüssigmetall im Gießprozeß verursacht.

Zur Gewährleistung eines produktiven Formprozesses mit hoher Flexibilität muß der Gießprozeß folgenden Bedingungen genügen:

1. Einsatz mechanisierter oder automatisierter Gießtechniken
2. Kontinuierliche Bereitstellung von Flüssigmetall entsprechend dem Bedarf der Formlinie

Es sind technische Lösungen bekannt, die die informationelle Kopplung automatischer Formanlagen mit automatischen Vergießeinrichtungen ermöglichen (DD-WP 203834).

Damit wird gewährleistet, daß die für das automatisierte Gießen relevanten Informationen automatisch von den Formstationen an die Gießstation übermittelt werden. Modellwechsel, die eine Änderung der Gießparameter nach sich ziehen, verursachen somit keine Stillstände der Formanlage mehr. Voraussetzung dafür, daß die automatische Vergießeinrichtung jede Form in der vorgegebenen Taktzeit der Formlinie abgießen kann, ist der ausreichende Vorrat an Flüssigmetall. Die kontinuierliche Bereitstellung der erforderlichen Flüssigmetallmenge führt zum Einsatz mechanisierter bzw. automatisierter Vergießeinrichtungen mit entsprechendem Flüssigmetallspeicher (Lit. M. Ogrissek, „Gießerei“ 70[1983] H 9 S. 268–274). Diese Speicher, die im Flüssigmetallbedarf des Formprozesses und im Flüssigmetallangebot des Schmelz-Gieß-Prozesses dienen, bzw. Störungen in diesen Prozeßabschnitten überbrücken sollen, werden entsprechend der Gestaltung des technisch-technologischen Prozesses dimensioniert.

Wird die Speicherkapazität sehr groß gewählt, entstehen erhebliche Kosten sowohl im Realisierungsaufwand als auch im Produktionsprozeß selbst. Bei zu geringer Speicherkapazität ist nur ein begrenzter Ausgleich der unterschiedlichen Prozeßdynamik d. h. des Schmelzprozesses mit entsprechendem Flüssigmetallangebot und des Formprozesses mit entsprechendem Flüssigmetallbedarf bzw. eine kurze Überbrückungszeit bei Störungen möglich.

Eine hohe Flexibilität der Formherstellung kann weiterhin bedeuten, daß der automatisierte Prozeß große Speicherkapazitäten bedingt, um Schwankungen im Flüssigmetallbedarf auszugleichen. Hierbei wird die Wirtschaftlichkeit bei zunehmender Fertigungsflexibilität verringert.

Die ökonomisch nicht vertretbaren Speichergößen führten zur Planung der Reihenfolge und der Abformzahlen von Gußsortimenten mittels EDV-Anlagen um eine Abstimmung des Flüssigmetallbedarfs und des Flüssigmetallangebotes zu erreichen (Lit. J. Bast, L. Rutschitzka Gießereitechnik 29 [1983] H4 S.99-102).

Nachteilig an diesem Verfahren ist, daß innerhalb der Planungsperiode, die sich bis auf die jeweilige Schicht beziehen kann, veränderte Prozeßbedingungen vorliegen können, die eine Abstimmung zwischen dem Flüssigmetallbedarf und -angebot nicht mehr gewährleisten und somit zu Störungen im gesamten Prozeßablauf führen.

Eine weitere Verbesserung zur technisch-organisatorischen Steuerung eines flexiblen Fertigungsprozesses wurde mit dem Einsatz von Prozeßrechnern erreicht. Im Echtzeitbetrieb wird die abzuformende Modellfolge für die jeweilige Planungsperiode bestimmt; das heißt, wird ein Fertigungsauftrag mit den vorgegebenen Abformzahlen abgearbeitet, bestimmt der Prozeßrechner aus den Prozeßkenngrößen das im Anschluß abzuarbeitende Modell.

Damit wird eine prozeßbezogene Reihenfolge der Fertigungsaufträge erreicht.

Nachteilig an dieser Lösung bleibt jedoch, daß als kleinster Steuerungszeitraum die Zeit zur Fertigung eines Auftrages nicht unterschritten werden kann. Veränderungen im Prozeß während der Bearbeitung des Fertigungsauftrages, die zu Störungen führen, können nicht berücksichtigt und somit ausgeglichen werden.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, ein Verfahren zur Steuerung eines Form-Gieß-Prozesses bei Einsatz flexibler automatischer Formanlagen und mechanisierter bzw. automatisierter Vergießeinrichtungen zu schaffen, um bei technisch-technologisch minimaler Speicherkapazität des Flüssigmetallspeichers der Vergießeinrichtung die durch unzureichendes Flüssigmetallangebot verursachten Stillstandszeiten der Formanlagen zu vermindern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung eines Form-Gieß-Prozesses beim Einsatz flexibler automatischer Formanlagen mit automatischer Modellplattenschnellwechseleinrichtung und mechanisierter bzw. automatisierter Vergießeinrichtung zu schaffen, mit dem eine quasi-kontinuierliche Anpassung des auch in kurzen Produktionszeiträumen auftretenden veränderlichen Flüssigmetallbedarfs an das in diesem Zeitraum erwartbare Flüssigmetallangebot erreichbar wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß mittels einer aus dem spezifischen Bedarf der im Formspeicher zwischen Formautomat und Vergießeinrichtung gespeicherten abgußfähigen Formen an Flüssigmetall und dem durch die Leistung des Schmelzbetriebes und somit des Transportsystems für das Flüssigmetall bestimmten Flüssigmetallangebotes eine Kenngröße ermittelt und mit dieser die Modellplattenschnellwechseleinrichtung gesteuert wird.

Das Verfahren ist dadurch charakterisiert, daß die Kenngröße zur Steuerung der Modellplattenschnellwechseleinrichtung als Quotient aus dem Verhältnis des summierten Flüssigmetallbedarfs

$$FM = \sum_{i=1}^n M_i \cdot C_i$$

mit M_i = Flüssigmetallbedarf des i-ten gespeicherten Formballens

n = Anzahl der gespeicherten Formen

C_i = Ausschußfaktor des i-ten gespeicherten Formballens mit

0 = Ausschußform

1 = kein Ausschuß

der im Formspeicher jeweils bereitgestellten, abgußfähigen Formen und der mittleren gleitenden Taktzeit der Formanlage einerseits und dem Flüssigmetallangebot als Verhältnis der Flüssigmetallmenge der den Flüssigmetallspeicher der Vergießeinrichtung nachfüllenden Transportpfanne und der Zeitdauer für einen vollständigen Transportzyklus andererseits bestimmt wird.

An die automatische Modellplattenschnellwechseleinrichtung des Formautomaten, die erfindungsgemäß über mindestens zwei Modelle mit unterschiedlichem Flüssigmetallbedarf der jeweiligen Form verfügt, wird ein Signal zum Modellwechsel auf eine entsprechende Form mit größerem oder kleineren Flüssigmetallbedarf ausgegeben, wenn die Kenngröße

$K = \frac{\text{Flüssigmetallbedarf } FM_1 \dots FM_n}{\text{mittlere gleitende Taktzeit der Formanlage Flüssigmetallmenge der Transportpfanne Transportzeit des vollständigen technologischen Zyklus}}$

um einen bestimmten Betrag kleiner oder größer 1 ist.

Die Belegung der automatischen Modellplattenschnellwechseleinrichtung mit unterschiedlichen Modellen erfolgt entsprechend dem für die Schicht bzw. dem jeweiligen Produktionszyklus vorgegebenen Fertigungsplan.

Ausführungsbeispiel

Nachstehend ist die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Die zugehörige Zeichnung zeigt die schematische Darstellung einer Einrichtung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung des Form-Gieß-Prozesses. Die nicht dargestellte automatische Formanlage verfügt über eine Modellplattenschnellwechseleinrichtung 1 und einen Formspeicher 2, an dem die mechanisierte oder automatisierte Vergießeinrichtung 3 mit einem entsprechenden Flüssigmetallspeicher 4 angeordnet ist.

Die automatisierte Modellplattenschnellwechseleinrichtung 1 umfaßt zwei Modelle (Modell A und Modell B) mit jeweils großem und geringen Flüssigmetallbedarf der zugehörigen Formen.

Während der Formherstellung wird der Metallbedarf der jeweils im Formspeicher 2 zwischen Formautomat und Vergießeinrichtung 3 vorhandenen Formen $F_1, \dots, F_n$ auf der Grundlage der gespeicherten Meßdaten des Flüssigmetallbedarfs der jeweiligen Formbelegung in einem summenbildenden Rechner 5 bestimmt und die mittlere Taktzeit des Formautomaten als Mittelwert der n-letzten Taktzeiten in einem weiteren Rechner 6 ermittelt. Die Ausschußformen werden manuell bzw. automatisch an einer Prüfstation 7 erfaßt und entsprechend, d. h. als nicht mit Flüssigmetall zu füllende Formen im Rechner 5 berücksichtigt.

Mit üblichen wägetechnischen Meßeinrichtungen 8 werden die Flüssigmetallmengen der dem Nachfüllen des Flüssigmetallspeichers dienenden Transportpfanne 9 und durch den Zeitmesser 10 die Transportzeit während des Transportzyklus gemessen.

In einem Rechner 11 wird hieraus die Leistung des Flüssigmetalltransportsystems bestimmt. Mit jedem Takt der Formanalyse wird im Steuerrechner 13 der spezifische Flüssigmetallbedarf der im Formspeicher jeweils vorhandenen, abgießfähigen Formen als Quotient des summierten Metallbedarfs und der mittleren Taktzeit bestimmt und der Quotient als Kenngröße K zum Flüssigmetallangebot des Transportsystems 12 gebildet. Ist die Kenngröße $K > 1$, das heißt liegt der Flüssigmetallbedarf über dem Flüssigmetallangebot, wird ein Signal an die Modellplattenschnellwechseleinrichtung 1 ausgegeben, um das Modell mit dem geringeren Flüssigmetallbedarf der Form abzuformen bzw. umgekehrt.

Hierbei hat es sich als zweckmäßig erwiesen, ein Steuersignal an die Modellplattenschnellwechseleinrichtung zum Modellwechsel auf die Form mit größerem Flüssigmetallbedarf dann auszugeben, wenn die Kenngröße mindestens 10 % kleiner als 1 ist und zum Modellwechsel auf eine Form mit kleinerem Flüssigmetallbedarf, wenn die Kenngröße mindestens 10 % größer als 1 ist.

Die verfahrenstechnische Realisierung der Erfindung wird in folgendem detailliert erläutert.

Die Formerei hat ein Produktionsprogramm von 35 Sortimenten mit Stückzahlen von 5000 bis 400000 pro Jahr und einer Gußmasse pro Form von 8 bis 50 kg. Der Formautomat weist eine Modellplattenschnellwechseleinrichtung 1 auf, um jeweils im Arbeitstakt der Formanlage die Modelle A oder B wechselweise abzuformen. Die Taktzeit zur Herstellung einer Form beträgt 20 sec.

Die Flüssigmetallbereitstellung erfolgt in einem Kupolofen mit einer Schmelzleistung von 6 t/h. Das Flüssigmetall wird vom Kupolofen mit Hilfe eines Transportsystems 12, bestehend aus einer Hängebahn mittels Transportpfanne 9 zur stationären Vergießeinrichtung 3 mit einem Flüssigmetallspeicher 4 von 2,5 t Fassungsvermögen transportiert. Die Transportzeit beträgt 4 bis 5 min. und die Flüssigmetallmenge pro Transportpfanne 9700 bis 900 kg. Als Modell A liegt eine Form mit einem Flüssigmetallbedarf von 25 kg je Form und als Modell B mit 45 kg je Form vor.

Der Steuerrechner 13 bestimmt z. B. folgende Abformreihenfolge, A, B, B, B, A, A, B, B, A, ..., die zu einer hohen Übereinstimmung zwischen dem Flüssigmetallbedarf und -angebot führte.

Die alleinige Fertigung des Modells A führte hingegen zu einem Überschuß an Flüssigmetall und folglich zur Drosselung der Kupolofenschmelzleistung, wie andererseits die ausschließliche Fertigung des Modells B zu einem Mangel an Flüssigmetall und letztlich zum Anhalten der Formanlage Anlaß gab.

Als Vorteile bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind anzusehen, daß mit geringem gerätetechnischem Aufwand eine quasi kontinuierliche Anpassung des wechselnden Flüssigmetallbedarfs an das durch die Leistung des Schmelzaggregates bzw. des Flüssigmetalltransportsystems bestimmte Flüssigmetallangebot erreichbar ist. Gleichzeitig wird eine Minimierung der zwischen Schmelzaggregat und Vergießeinrichtung aus technologischen Gründen erforderlichen Speicherkapazität für das Flüssigmetall möglich bei Vermeidung der durch Flüssigmetallmangel außerhalb von Havarien am Schmelzaggregat verursachten Stillstandszeiten der Formanlage.

Darüber hinaus erlaubt das gewählte Verfahren die problemlose Einbindung der Flüssigmetallanpassung an übergeordnete prozeßlenkende Systeme, wie z. B. die Fertigungssteuerung über größere Produktionszeiträume.

