

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 063 150 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**19.06.85**

(51)

Int. Cl. 4: **B 28 B 1/54**

(21)

Anmeldenummer: **81902982.8**

(22)

Anmeldetag: **27.10.81**

(86)

Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/AT 81/00027**

(87)

Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 82/01505 (13.05.82 Gazette 82/12)**

(54)

**VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON FORMKÖRPERN AUS HÜTTENSCHLACKE UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS.**

(30)

Priorität: **27.10.80 AT 5281/80**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.10.82 Patentblatt 82/43**

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**19.06.85 Patentblatt 85/25**

(84)

Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

(56)

Entgegenhaltungen:  
**DE - A - 2 113 005**  
**DE - C - 815 922**  
**US - A - 2 067 312**  
**US - A - 2 067 313**

(73)

Patentinhaber: **VOEST-ALPINE Aktiengesellschaft, Muldenstrasse 5, A-4020 Linz (AT)**

(72)

Erfinder: **Hulek, Anton, Goglerfeldgasse 15, A-4040 Linz (AT)**

(74)

Vertreter: **Wolfram, Gustav, Dipl.-Ing., Schwindgasse 7 P.O. Box 205, A-1041 Wien (AT)**

**EP 0 063 150 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formkörpern, insbesondere plattenförmigen Formkörpern aus Hüttenschlacke, wie Hochofenschlacke, unter Gewinnung der fühlbaren Wärme der Schlacke, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Aus der GB-A-153 082 ist es bekannt, die Schlacke in einzelne voneinander getrennte Formen mittels eines Fülltrichters kontinuierlich einzubringen, so daß trotz kontinuierlichen Vergießens in ihren Abmessungen nur relativ kleine Schlackensteine gebildet werden, die einzeln aus den Formen ausgestoßen werden müssen. Zur Herstellung relativ flacher, plattenförmiger Formkörper, wie z. B. Dachziegeln, ist dieses Verfahren nicht geeignet, da es die der Schlacke spezifischen Erstarrungsverhältnisse (infolge ihrer sehr geringen Wärmeleitfähigkeit) nicht berücksichtigt.

Es ist weiters aus der DE-C-17 313 ein Verfahren zum Gießen von Hochofenschlacke bekannt, bei dem die Schlacke in eine kreisringförmige Rinne mit Trogquerschnitt eingegossen wird, u. zw. in dünnen aufeinanderliegenden Schichten. Sobald die Rinne vollgegossen ist, wird die erstarrte Schlacke aus der Rinne ausgestoßen. Während dieses Vorganges muß das Gießen unterbrochen werden. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß es nicht kontinuierlich angewendet werden kann. Für dünne plattenförmige Formkörper ist es ebenfalls ungeeignet.

Aus der US-A-2 067 313 ist ein Verfahren zum Herstellen von porösen Formkörpern aus Schlacke bekannt, bei dem die Poren im Formkörper durch Zugabe von brennbaren Stoffen und durch Einblasen von Sauerstoff in die zu vergießende Schlacke erzeugt werden. Die so aufgeschäumte Schlacke wird kontinuierlich auf ein Band gegossen, wobei vor dem Vergießen der Schlacke nicht brennbare Stoffe zugesetzt werden. Dieses bekannte Verfahren ermöglicht nur die Herstellung von Poren aufweisenden Formkörpern, wobei der damit verbundene Aufwand sehr hoch ist und zusätzliche Energieträger benötigt werden, so daß die hergestellten Formkörper kostspielig sind.

Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, ein wirtschaftliches Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, welche eine kontinuierliche und wirtschaftliche Herstellung von insbesondere dünnwandigen, plattenförmigen Formkörpern, aus Hüttenschlacke ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Kombination folgender Verfahrensschritte gelöst:

- daß die Schlacke durch Kühlung auf einen Temperaturbereich gebracht wird, in dem sie zähflüssig bzw. teigförmig ist und eine Viskosität zwischen 3 und 15 Pa · s (30 und 150 Poise) aufweist,

- daß die Schlacke anschließend unter Bildung eines zusammenhängenden Stranges in einen ununterbrochenen Formhohlraum eines ein U-förmiges Profil aufweisenden Formbandes kontinuierlich gegossen wird,
- daß der vergossene Strang in mindestens einer am Formband vorgesehenen Kühlzone unter glasiger Erstarrung gekühlt wird, und
- daß der Kühlzone zur Kühlung des Stranges und zur Gewinnung der fühlbaren Wärme der Schlacke ein Kühlmittel zugeführt wird, wobei das in der Kühlzone erwärmte Kühlmittel in einem thermodynamischen Kreisprozeß als Kreislaufmedium verwendet wird.

Gemäß einer bevorzugten Variante werden der geschmolzenen Schlacke Zuschlagstoffe, wie  $\text{SiO}_2$  und/oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  enthaltende Zuschlagstoffe, zugesetzt, wobei die Zuschlagstoffe dazu dienen, die mechanischen Eigenschaften bei der Herstellung von glasig erstarrenden Formkörpern zu verbessern sowie während der Abkühlung entstehende Eigenspannungen zu verringern bzw. möglichst zu vermeiden. Zweckmäßig werden die Zuschlagstoffe in einem die Schlacke aufnehmenden Mischer, der zur Vergleichmäßigung der Temperatur und Schlacken Zusammensetzung der bei jedem Hochofenabstich anfallenden Schlacke dient, oder in einer die Schlacke zum Mischer führenden Einlauffrinne zugesetzt.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist durch die Kombination folgender Merkmale gekennzeichnet:

- daß die Vorrichtung einen Schlackenbehälter mit einem Ausfließspalt aufweist,
- daß dem Ausfließspalt ein Formband mit U-förmigem Profil nachgeordnet ist, welches Formband einen in Längsrichtung desselben ununterbrochenen Formhohlraum aufweist,
- daß an dem Formband mindestens eine Kühlzone vorgesehen ist, in der ein Wärmetauscher zur Gewinnung der Wärme der zu kühlenden Schlacke vorgesehen ist, und
- daß das den Wärmetauscher durchsetzende Kühlmedium in einem thermodynamischen Kreisprozeß geführt ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind zwei Kühlzonen vorgesehen, wobei zwischen der ersten und zweiten Kühlzone eine Formgebungszone zur Oberflächenformung des gegossenen Stranges angeordnet ist.

Vorteilhaft ist der Ausfließspalt beheizbar und seine Größe einstellbar.

Zweckmäßig ist eine oder sind mehrere der Kühlzonen beheizbar.

Vorzugsweise ist der Aufgabestation ein Mischer, insbesondere ein Durchlaufdrehrohrmischer, für die Schlacke vorgeordnet.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand der

Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert, wobei Fig. 1 eine schematische Seitenansicht (teilweise geschnitten) einer Anlage zum Gießen der Schlacke und Fig. 2 einen Schnitt gemäß der Linie II-II zeigen.

Mit 1 ist eine Aufgabestation für die Schlacke, die als Schlackensammelbehälter ausgebildet ist, mit 2 ein umlaufendes Formband mit Umlenkrollen 3, 3' und mit 4 sind die einzelnen Formen bzw. Platten des Formbandes bezeichnet. Diese Platten 4 haben seitlich aufragende Flansche 5 und somit U-förmiges Profil. Die Platten 4 können zur Hervorbringung ornamenter Effekte geprägt oder sonstwie strukturiert sein. Mehrere umlaufende Plattenbänder können nebeneinander angeordnet sein. In Längsrichtung überlappen sich die Enden der Platten 4, u. zw. sowohl im Flansch- als auch im Bodenbereich, so daß keine Schlacke ausfließen kann. Die Platten sind über Stützrollen 6 abgestützt. Die zähflüssige Schlacke mit 3 bis 15 Pa · s (30 bis 150 Poise) wird aus einem horizontalen Ausfließspalt 7 des Behälters 1 auf die Platten 4 des Formbandes 2 kontinuierlich ausfließen gelassen. Der Spalt ist beheizbar und in seiner Größe einstellbar. Der Ausfließspalt kann auch durch eine Ausnehmung am oberen Rand des Behälters 1 gebildet sein, wobei der Behälter 1 während des Gießens der Schlacke entsprechend nachgefüllt wird. Im Behälter 1 wird die Schlacke zweckmäßig in Bewegung (beispielsweise mittels eines Rührwerks) gehalten, um einen Temperaturausgleich zu erzielen bzw. um die Zähigkeit der Schlacke auf einen vorbestimmten Wert regeln zu können.

Das Formband 2 bewegt sich kontinuierlich durch eine erste Kühlzone 8 und durch eine Formgebungszone 9, in der Prägepressen 10 oder Walzgerüste mit Profilierrollen vorgesehen sind, die während des Prägevorganges mit dem Formband ein kurzes Stück mitlaufen bzw. ständig angestellt bleiben, wobei der Strang 12 in die Platten eingepreßt, verdichtet und die Oberfläche geprägt werden. An die Formgebungszone 9 schließt eine weitere Kühlzone 11 an, nach deren Durchlauf der Strang 12 in einzelne Stücke abgelängt wird. Die Kühlzone 11 ist in Längsrichtung in mehrere Sektionen unterteilt, wodurch ein Temperaturverlauf erzielt wird, der ein spannungs- bzw. rißfreies Abkühlen der Platten ermöglicht. Der optimale Temperaturverlauf ist von der Schlackenanalyse abhängig. Um eine kurzzeitige Anhebung und ein Halten der Temperatur zu ermöglichen, sind auch heizbare Sektionen vorgesehen (Fig. 2). Zur Erleichterung der Ablängung können in der Formgebungszone in den Formkörperstrang 12 Markierungskerben eingepreßt werden, entlang derer die Trennung erfolgt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere zur Herstellung von Dachziegeln, Boden- und Wandplatten und ähnlich dünnen Formkörpern geeignet.

Vor dem Behälter 1 kann ein Mischer 13, vorzugsweise ein Durchlaufdrehrohrmischer, zur Vergleichmäßigung der Temperatur und Schlackenzusammensetzung (Homogenisierung) vor-

gesehen sein. In diesen Mischer können erwünschtenfalls Zuschlagstoffe eingebracht werden.

Die Regelung der Größe des Ausfließspaltes 7 und der Bandgeschwindigkeit des Formbandes 2 erfolgt in Abhängigkeit von der Plattendicke und den Erfordernissen der zu vergießenden Schlacke, bei der die Zähigkeit eine Funktion von Temperatur und chemischer Zusammensetzung darstellt. Zweckmäßig erfolgt die Steuerung der Größe des Ausfließspaltes und der Bandgeschwindigkeit sowie des Zulaufes über entsprechende Meßfühler und eventuell über einen Mikroprozessor.

In Fig. 1 ist eine Rohrschlange 14 eingezeichnet, die innerhalb der Kühlzone 8 angeordnet ist. Diese Rohrschlange 14 dient dazu, ein Kühlmittel durch die Kühlzone 8 zu führen, das zur Gewinnung der fühlbaren Wärme der vergossenen Schlacke dient. Das erwärmte, dampfförmige Kühlmittel wird vorzugsweise in einem thermodynamischen Kreisprozeß geführt, der in Fig. 1 schematisch veranschaulicht ist. Mit 15 ist eine Turbine bezeichnet, von der der entspannte Dampf in einen Kondensator 16 geführt wird und von diesem zu einem Speisewasserbehälter 17 gelangt. Mittels einer Pumpe 18 wird das Wasser vom Speisewasserbehälter wiederum zur Rohrschlange 14 geleitet. Die Turbine treibt einen Generator 19. Es ist möglich, den in der Rohrschlange 14 entstehenden Dampf auch für andere Zwecke, beispielsweise für Heizzwecke etc., zu verwenden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Formkörpern, insbesondere plattenförmigen Formkörpern aus Hüttenschlacke, wie Hochofenschlacke, unter Gewinnung der fühlbaren Wärme der Schlacke, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Verfahrensschritte:

- daß die Schlacke durch Kühlung auf einen Temperaturbereich gebracht wird, in dem sie zähflüssig bzw. teigförmig ist und eine Viskosität zwischen 3 und 15 Pa · s (30 und 150 Poise) aufweist,
- daß die Schlacke anschließend unter Bildung eines zusammenhängenden Stranges (12) in einen ununterbrochenen Formhohlraum eines ein U-förmiges Profil aufweisenden Formbandes (2) kontinuierlich gegossen wird,
- daß der vergossene Strang (12) in mindestens einer am Formband (2) vorgesehenen Kühlzone (8, 11) unter glasiger Erstarrung gekühlt wird, und
- daß mindestens einer Kühlzone (8) zur Kühlung des Stranges und zur Gewinnung der fühlbaren Wärme der Schlacke ein Kühlmittel zugeführt wird, wobei das in der Kühlzone erwärmte Kühlmittel in einem thermodynamischen Kreisprozeß als Kreislaufmedium verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlacke vor dem Vergießen Zuschlagstoffe, insbesondere  $\text{SiO}_2$  und/oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$  enthaltende Zuschlagstoffe zugesetzt werden.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:

- daß die Vorrichtung einen Schlackenbehälter (1) mit einem Ausfließspalt (7) aufweist,
- daß dem Ausfließspalt (7) ein Formband (2) mit U-förmigem Profil nachgeordnet ist, welches Formband (2) einen in Längsrichtung desselben ununterbrochenen Formhohlraum aufweist,
- daß an dem Formband (2) mindestens eine Kühlzone (8) vorgesehen ist, in der ein Wärmetauscher (14) zur Gewinnung der Wärme der zu kühlenden Schlacke vorgesehen ist, und
- daß das den Wärmetauscher (14) durchsetzende Kühlmedium in einem thermodynamischen Kreisprozeß geführt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Kühlzonen (8, 11) vorgesehen sind, wobei zwischen der ersten und zweiten Kühlzone eine Formgebungszone (9) zur Oberflächenformung des gegossenen Stranges (12) angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausfließspalt (7) beheizbar und seine Größe einstellbar ist.

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere der Kühlzonen (8) beheizbar ist (sind).

7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Schlackenbehälter (1) ein Mischer (13), insbesondere ein Durchlaufdrehrohrmischer, für die Schlacke vorgeordnet ist.

## Claims

1. A method for the production of moulded bodies, in particular of plate-like moulded bodies, of metallurgical slag, such as blast-furnace slag, by recovering the sensible heat of the slag, characterised by the combination of the following method steps:

- that the slag, by cooling, is brought to a temperature range in which it is viscous or pasty and has a viscosity of between 3 and 15 Pa · s (30 and 150 poises),
- that, subsequently, the slag is continuously cast into a non-interrupted mould cavity of a moulding belt (2) having a U-shaped profile, thus forming a coherent strand (12),
- that the cast strand (12) is cooled in at least one cooling zone (8, 11) provided at the moulding belt (2) so as to glassily solidify, and

- that a coolant is supplied to at least one cooling zone (8) to cool the strand and to recover the sensible heat of the slag, the coolant heated in the cooling zone being used as a circulatory medium in a thermodynamic circulatory process.

2. A method according to claim 1, characterised in that additives, in particular  $\text{SiO}_2$ - and/or  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -containing additives, are added to the slag prior to casting.

3. An arrangement for carrying out the method according to claim 1 or 2, characterised by the combination of the following characteristic features:

- that the arrangement comprises a slag reservoir (1) having an outflow opening (7),
- that the outflow opening (7) is followed by a moulding belt (2) having a U-shaped profile and comprising a mould cavity non-interrupted in the longitudinal direction of the same,
- that at least one cooling zone (8) is provided at the moulding belt (2), in which a heat exchanger (14) is provided for recovering the heat of the slag to be cooled, and
- that the coolant penetrating the heat exchanger (14) is guided in a thermodynamic circulatory process.

4. An arrangement according to claim 3, characterised in that two cooling zones (8, 11) are provided, a moulding zone (9) being provided between the first and second cooling zones for moulding the surface of the cast strand (12).

5. An arrangement according to claim 3 or 4, characterised in that the outflow opening (7) is heatable and its dimension is adjustable.

6. An arrangement according to claims 3 to 5, characterised in that one or several of the cooling zones (8) are heatable.

7. An arrangement according to claims 3 to 6, characterised in that the slag reservoir (1) is preceded by a mixer (13), in particular a continuous rotary tubular mixer, for the slag.

## Revendications

1. Procédé de fabrication de pièces moulées, en particulier, de pièces moulées présentant la forme de plaques, en laitier sidérurgique, notamment en laitier de haut-fourneau, avec récupération de la chaleur sensible du laitier, caractérisé par la combinaison des phases de procédé suivantes: on ramène le laitier, par refroidissement, à un intervalle de température dans lequel il est visqueux ou pâteux et présente une viscosité comprise entre 3 et 15 Pa · s (entre 30 et 150 poises); ensuite, on coule le laitier en continu dans une cavité de moulage ininterrompue formée dans une bande de moulage (2) possédant un profil en U, en formant ainsi une barre cohérente (12), on refroidit la barre (12) coulée dans

au moins une zone de refroidissement (8, 11) prévue le long de la bande de moulage (2), avec solidification vitreuse; et on achemine un fluide de refroidissement à au moins l'une des zones de refroidissement (8) pour refroidir la barre et récupérer la chaleur sensible du laitier, le fluide de refroidissement chauffé dans la zone de refroidissement étant utilisé comme fluide caloporteur dans un cycle thermodynamique.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on ajoute des additifs, notamment des additifs contenant  $\text{SiO}_2$  et/ou  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , au laitier avant la coulée.

3. Installation pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée par la combinaison des caractéristiques suivantes: l'installation comprend un réservoir de laitier (1) présentant une fente de coulée (7); en aval de la fente de coulée (7) est agencée une bande de moulage (2) à profil en U, cette bande de moulage (2) présentant une cavité ou empreinte de moulage ininterrompue dans sa direction longitudinale; il est prévu le long de la bande de moulage (2) au moins une zone de refroidissement (8) dans laquelle est prévu un échangeur de chaleur (14) destiné à récupérer la chaleur du laitier à refroidir; et le fluide de refroidissement qui traverse l'échangeur de chaleur (14) parcourt un cycle thermodynamique.

4. Installation selon la revendication 3, caractérisée en ce qu'elle comprend deux zones de refroidissement (8, 11), tandis qu'une zone de moulage (9) est interposée entre la première et la deuxième des zones de refroidissement pour mettre en forme la surface de la barre coulée (12).

5. Installation selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisée en ce que la fente de coulée (7) peut être chauffée et que ses dimensions sont réglables.

6. Installation selon les revendications 3 à 5, caractérisée en ce que l'une ou plusieurs des zones de refroidissement (8) peut on peuvent être chauffée(s).

7. Installation selon les revendications 3 à 6, caractérisée en ce qu'un mélangeur à laitier (13), en particulier un mélangeur à tube rotatif à passage continu, est placé en amont du réservoir de laitier (1).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

