

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 916 407 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.05.1999 Patentblatt 1999/20

(51) Int. Cl.⁶: **B02C 4/30**

(21) Anmeldenummer: **98120943.0**

(22) Anmeldetag: **04.11.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **12.11.1997 DE 19750144**

(71) Anmelder: **KRUPP POLYSIUS AG
59269 Beckum (DE)**

(72) Erfinder:
• **Schröder, Heinz Dipl.-Ing.
59269 Beckum (DE)**
• **Lücke, Helmut Dipl.-Ing.
59269 Beckum (DE)**
• **Rübbelke, Ludger Dr.-Ing.
33129 Delbrück (DE)**

(74) Vertreter:
**Tetzner, Michael, Dipl.-Ing. et al
Van-Gogh-Strasse 3
81479 München (DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung einer Mahlwalze**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Mahlwalze, bei der auf einen Walzenrundkörper ein Walzenmantel aus einem hochverschleißfesten bainitischen Gußwerkstoff aufgebracht wird. Um einen Walzenmantel mit besonders hoher Sicherheit gegenüber Brüchen und mit relativ hoher Verschleiß- und Druckfestigkeit zu schaffen, wird dieser Walzenmantel aus einem duktilen bainitischen Sphäroguß mit einer Bruchdehnung von etwa 0,1 bis etwa 2,5 % und einer Druckfestigkeit von etwa 1.000 bis 1.800 MPa hergestellt.

EP 0 916 407 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Mahlwalze für die Zerkleinerung von spröden Mahlgütern in einer Gutbett-Walzenmühle, entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[0002] Es ist bereits allgemein bekannt, daß relativ spröde Mahlgüter, wie z.B. Zementrohmaterialien, Zementklinker, Erzmaterial, Kohle u.dgl. besonders wirtschaftlich bzw. energiesparend in einer sogenannten Gutbett-Walzenmühle zerkleinert werden können, in der zwei gegenläufig rotierend antreibbare Mahlwalzen mit verhältnismäßig hohem Druck gegeneinandergedrückt werden (vgl. z.B. Walter Duda, Cement-Data-Book, Bd.1, 3. Aufl., 1985, S.255 bis 261).

[0003] Da die Walzenoberflächen (Außenumfangsflächen) gerade bei den erwähnten spröden und abrasiven Mahlgütern sehr hohen Beanspruchungen sowohl hinsichtlich des Abriebs (Verschleißes) als auch hinsichtlich der Drücke ausgesetzt sind, wird der Walzenmantel jeder hier verwendeten Mahlwalze aus entsprechend widerstandsfähigem und insbesondere verschleißfestem Werkstoff hergestellt. Zu diesen Walzenwerkstoffen zählen vor allem Hartguß sowie legierte Hartwerkstoffe, die durch Auftragsschweißungen auf das Grundmaterial aufgebracht werden. Bei dieser Zerkleinerung in einer Gutbett-Walzenmühle bewirken die an den Walzenoberflächen bzw. Walzenmänteln auftretenden hohen Drücke, daß nach entsprechenden Lauf- bzw. Betriebszeiten der Walzenwerkstoff vor allem der heutzutage meistens verwendeten auftragsgeschweißten Walzenmäntel insbesondere im oberflächennahen Bereich ermüdet, abgesehen von dem zum Teil erheblichen Verschleiß. Diese Werkstoffermüdung führt dazu, daß die Standzeiten dieser Mahlwalzen begrenzt sind; dabei lassen sich die Walzenmäntel auch nicht mehr sinnvoll regenerieren.

[0004] In der EP-B-563 564 ist daher eine Gutbett-Walzenmühle vorgeschlagen worden, in der Mahlwalzen verwendet werden, die entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1 hergestellt sind, d.h. die insbesondere einen Walzenmantel aus einem verschleißfesten Hartguß besitzen, bei dem es sich u.a. aus einem hochverschleißfesten bainitischen Gußwerkstoff handeln kann. Das Besondere bei diesen bekannten Mahlwalzen besteht darin, daß auf die Oberfläche des Hartguß-Walzenmantels jeder Mahlwalze Profilierungen in Form von Schweißraupen aus verschleißfestem Auftragsschweißwerkstoff aufgebracht sind. Es hat sich zwar gezeigt, daß durch diese Herstellung der Mahlwalzen aus Hartguß mit Auftragsschweißungen eine deutlich höhere Druckfestigkeit und damit höhere Lebensdauer hinsichtlich Verschleiß als bei den weiter oben genannten auftragsgeschweißten Mahlwalzen erzielt werden kann. Bei diesen bekannten Mahlwalzen mit einem Walzenmantel aus Hartguß ist jedoch zu beachten, daß der Hartguß bzw. der Hartgußwerkstoff ein verhältnismäßig sprödes Verhalten besitzt. Letzte-

res kann vor allem bei verhältnismäßig stoßweiser bzw. schlagender Zerkleinerungsarbeit bzw. Beanspruchung der Mahlwalzen, wie es vor allem bei sehr spröden und grobstückigen Mahlgütern häufig der Fall ist, dazu führen, daß der Hartgußwerkstoff spontan bricht. Außerdem kann es bereits bei der Herstellung der Mahlwalzen zu unerwünschten Brüchen kommen; dies kann bereits bei einem Aufschumpfen des Walzenmantels auf den Walzenrundkörper durch dabei entstehende Schrumpfspannungen geschehen.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruches 1 vorausgesetzten Art in der Weise weiter zu verbessern, daß bei weiterhin relativ hoher Verschleiß- und Druckfestigkeit eine besonders hohe Betriebssicherheit des Walzenmantels (und damit der ganzen Mahlwalze) gegenüber Brüchen erzielt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Kennzeichen des Anspruches 1 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dieser Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Ein wesentlicher Gedanke der vorliegenden Erfindung wird darin gesehen, daß der Walzenmantel aus einem duktilen bainitischen Sphäroguß mit einer Bruchdehnung von etwa 0,1 bis etwa 2,5 % und einer Druckfestigkeit von etwa 1.000 bis 1.800 MPa hergestellt wird, wobei ein bevorzugter Höchstwert der zuvor genannten Bruchdehnung bei etwa 2,0 % liegt. Im Vergleich zu den weiter oben beschriebenen bekannten Mahlwalzen (aus EP-B-563 564), bei denen der Walzenmantel aus relativ sprödem Hartguß hergestellt ist, ergibt sich durch die erfindungsgemäße Herstellung von Mahlwalzen ein Walzenmantel-Werkstoff, der sich neben seiner hohen Druckfestigkeit und Verschleißfestigkeit durch eine relativ große Zähigkeit auszeichnet, wodurch dieser Werkstoff und somit der daraus hergestellte Walzenmantel eine besonders hohe Sicherheit gegenüber Brüchen des Walzenmantels gewährleistet. Bei den der Erfindung zugrundeliegenden umfangreichen Versuchen konnte diese hohe Sicherheit gegenüber Brüchen sowie eine relativ hohe Druckfestigkeit des Werkstoffes nachgewiesen werden, d.h. bei diesem Walzenmantelwerkstoff treten auch bei relativ großen und ungleichmäßigen Belastungen während der Zerkleinerung von spröden Mahlgütern in einer Gutbettwalzenmühle keine Werkstoffermüdungen auf.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird eine Bruchdehnung des Gußwerkstoffes und somit des Walzenmantels von wenigstens etwa 0,5 %, also eine Bruchdehnung von etwa 0,5 bis 2,5 %, besonders bevorzugt von etwa 0,5 bis 2,0 %, und eine Druckfestigkeit von etwa 1.200 bis 1.600 MPa gewählt.

[0010] Für besonders vorteilhaft wird es ferner angesehen, wenn hierbei der Walzenmantel mit einer Härte von etwa 42 bis 55 HRc, bevorzugt von etwa 45 bis 50 HRc, d.h. Härte nach Rockwell, hergestellt wird.

[0011] Um bei der Zerkleinerung von spröden Mahlgü-

tern in einer Gutbett-Walzenmühle stets ein zuverlässiges Einziehen von Mahlgut in den zwischen den beiden Mahlwalzen gebildeten Walzenspalt gewährleisten zu können, wird bei dieser erfindungsgemäßen Walzenherstellung auf der Außenumfangsfläche des Walzenmantels eine an sich bekannte Oberflächenprofilierung angebracht. Obwohl diese Oberflächenprofilierung generell bereits beim Gießen der Walzenmantels hergestellt bzw. ausgebildet werden kann, wird es im allgemeinen vorgezogen, diese Oberflächenprofilierung durch eine Auftragsschweißung von Hartwerkstoff auf die Außenumfangsfläche des Walzenmantels auszubilden.

[0012] Gemäß einer vielfach zweckmäßigen Ausführungsvariante besteht ferner die Möglichkeit, auf die Außenumfangsfläche des Walzenmantels zunächst mehrere komplette Zusatzschichten aus Hartwerkstoff durch Aufschweißung aufzubringen und auf die äußerste Zusatzschicht die Oberflächenprofilierungen aus Hartwerkstoff ebenfalls durch Hartauftragsschweißung zu bilden.

[0013] Bei den genannten Versuchen konnte festgestellt und bestätigt werden, daß der erfindungsgemäß für den Walzenmantel verwendete Gußwerkstoff die zuvor erwähnten Auftragsschweißungen ausgezeichnet verträgt. Da bei diesem Gußwerkstoff - wie oben erwähnt - keine Werkstoffermüdung auftritt, ergibt sich der weitere Vorteil, daß verschlissene Auftragsschweißungen beliebig wiederholt und somit die Verschleißoberfläche des Walzenmantels entsprechend leicht und oft regeneriert werden kann. Aufgrund dieser Auftragschweißungen auf den erfindungsgemäß verwendeten Gußwerkstoff ergibt sich ein äußerst verschleißfester Walzenmantel, der somit eine im Vergleich zu den bekannten Ausführungen besonders lange Lebensdauer besitzt. Letzteres wird noch dadurch unterstützt, daß - wie die Versuche ebenfalls gezeigt haben - der durch Auftragsschweißung aufgebrachte Hartwerkstoff noch härter ist als bei den oben erwähnten bekannten Ausführungen. Selbst wenn sich beim Erkalten des Hartauftragsschweißwerkstoffes Risse bilden sollten, dann handelt es sich doch nur um verhältnismäßig kurze Risse, die für die Verschleißfestigkeit und Druckfestigkeit und somit für die Lebensdauer des so hergestellten Walzenmantels unschädlich sind.

[0014] Für die erfindungsgemäße Herstellung des Walzenmantels einer Mahlwalze seien nachfolgend Beispiele für typische Zusammensetzungen genannt.

[0015] Für die Herstellung des Walzenmantels, d.h. für den eigentlichen Mantelkörper, kann ein duktiler bainitischer Sphäroguß aus einer Gußlegierung mit - in Gew-% - 3,0 - 3,5 % Kohlenstoff, 1,5 - 2,0 % Silizium, 0,3 - 0,4 % Mangan, 0,05 % Phosphor, 1,5 - 4,0 % Nickel, 0,7 - 1,0 % Molybdän und 0,04 - 0,07 % Magnesium ausgewählt werden, wobei bei einer bevorzugten Ausführung der Anteil an Silizium auch etwa 1,8 bis 2,0 Gew.-% betragen kann.

[0016] Als Hartauftragsschweißwerkstoff wird vor-

zugsweise eine hochverschleißfeste Chrom-Kohlenstoff-Legierung verwendet, in der sich neben Chromkarbiden noch Sonderkarbide ausbilden. Alternativ dazu kann der Hartwerkstoff auch durch hochverschleißfeste Wolframkarbid-Auftragsschweißungen gebildet werden.

[0017] Nach einem typischen Beispiel wird der Hartauftragsschweißwerkstoff durch eine Hartlegierung mit - in Gew-% - etwa 5,0 % Kohlenstoff, etwa 2,0 % Mangan, etwa 1,5 % Silizium, etwa 22,0 % Chrom, etwa 7,2 % Niobium und etwa 0,5 % Vanadium gebildet.

[0018] Bei dieser erfindungsgemäßen Herstellung der Mahlwalze und insbesondere des Walzenmantels können die Werkstoffeigenschaften des duktilen bainitischen Sphärogusses durch gesteuerte Abkühlung und/oder Wärmebehandlung des Walzenmantels in der gewünschten bzw. erforderlichen Weise eingestellt werden.

[0019] Es sei noch darauf hingewiesen, daß die erfindungsgemäß hergestellte Mahlwalze in konstruktiver bzw. baulicher Hinsicht sowie in ihrer Formgebung ansonsten generell gleichartig ausgeführt sein kann, wie es bei Gutbett-Walzenmühlen allgemein bekannt und auch im wesentlichen in der erwähnten EP-B 563 564 beschrieben ist. Dies bedeutet somit, daß diese Mahlwalze generell zweiteilig aus dem Walzengrundkörper (teilweise auch als Walzenwelle bezeichnet) und dem darauf fest aufgebrachten Walzenmantel besteht. Der Walzengrundkörper kann dabei in üblicher Weise als geschmiedeter Bauteil hergestellt sein, auf den der Walzenmantel beispielsweise durch einen lösbaren Schrupfsitz fest und zuverlässig befestigt wird.

[0020] Schließlich seien nochmals einige wesentliche Vorteile des aus duktilem, bainitischem Sphäroguß hergestellten Walzenmantels angeführt:

- der erfindungsgemäße Walzenmantel besitzt eine ähnlich hohe Druckfestigkeit wie bekannte Walzen aus Hartgußwerkstoffen, ohne daß bei ihm jedoch Werkstoffermüdungen auftreten, mit der Folge einer besonders hohen Standzeit;
- die hohe Druckfestigkeit des duktilen bainitischen Sphärogusses erlaubt höhere Mahldrücke als bei auftragsgeschweißten Mahlwalzen;
- neben der ausgezeichneten Druckfestigkeit besitzt der aus dem duktilen bainitischen Sphäroguß hergestellte Walzenmantel besonders gute Zähigkeitseigenschaften, wodurch er besonders hohe Sicherheiten gegenüber einem spröden Versagen bzw. Sprödrüchen aufweist;
- durch sinnvolle Variationen in der chemischen Analyse des Gußwerkstoffes sowie durch eine gesteuerte Abkühlung und/oder Wärmebehandlung des Walzenmantels nach dem Guß können die Werkstoffeigenschaften optimal den Beanspruchungen

bei der Zerkleinerung in einer Gutbett-Walzenmühle angepaßt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Mahlwalze für die Zerkleinerung von spröden Mahlgütern in einer Gutbett-Walzenmühle, in der zwei gegenläufig rotierende Mahlwalzen mit hohem Druck gegeneinandergedrückt werden, wobei auf einem Walzengrundkörper ein Walzenmantel fest aufgebracht und dieser Walzenmantel aus einem hochverschleißfesten bainitischen Gußwerkstoff hergestellt wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Walzenmantel aus einem duktilen bainitischen Sphäroguß mit einer Bruchdehnung von etwa 0,1 bis etwa 2,5 % und einer Druckfestigkeit von etwa 1.000 bis etwa 1.800 MPa hergestellt wird.

5
10
15
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bruchdehnung des Walzenmantels von wenigstens etwa 0,5 % und eine Druckfestigkeit von etwa 1.200 bis 1.600 MPa gewählt wird.

25
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Walzenmantel mit einer Härte von etwa 42 bis 55 HRc (Härte nach Rockwell) hergestellt wird.

30
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Außenumfangsfläche des Walzenmantels eine Oberflächenprofilierung aufgebracht wird.

35
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenprofilierung durch eine Auftragsschweißung von Hartwerkstoff auf die Außenumfangsfläche des Walzenmantels gebildet wird.

40
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Außenumfangsfläche des Walzenmantels zunächst mehrere komplette Zusatzschichten aus Hartwerkstoff durch Auftragsschweißung aufgebracht und auf die äußerste Zusatzschicht die Oberflächenprofilierungen aus Hartwerkstoff ebenfalls durch Hartauftragsschweißung gebildet werden.

45
50
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Hartauftragsschweißwerkstoff eine hochverschleißfeste Chrom-Kohlenstoff-Legierung verwendet wird, in der sich neben Chromkarbiden noch Sonderkarbide ausbilden.

55
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Hartauftragsschweißwerkstoff durch eine Hartlegierung mit - in Gew-% - etwa 5,0 % Kohlenstoff, etwa 3,0 % Mangan, etwa 1,5 % Silizium, etwa 22,0 % Chrom, etwa 7,2 % Niobium und etwa 0,5 % Vanadium gebildet wird.

5
9. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Hartwerkstoff durch hochverschleißfeste Wolframkarbid-Auftragsschweißungen gebildet wird.

10
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Herstellung des Walzenmantels ein bainitischer Sphäroguß aus einer Gußlegierung mit - in Gew-% - 3,0 - 3,5 % Kohlenstoff, 1,5 - 2,0 % Silizium, 0,3 - 0,4 % Mangan, 0,05 % Phosphor, 1,5 - 4,0 % Nickel, 0,7 - 1,0 % Molybdän und 0,04 - 0,07 % Magnesium ausgewählt wird.

15
20
11. Verfahren nach Anspruch 1 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstoffeigenschaften des bainitischen Sphärogusses durch gesteuerte Abkühlung und/oder Wärmebehandlung des Walzenmantels eingestellt werden.

25



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 12 0943

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	GUDAT G ET AL: "BETRIEBSERFAHRUNGEN MIT DEM VERSCHLEISS-SCHUTZ BEI HOCHDRUCK-ROLLENMUEHLEN" ZKG INTERNATIONAL, Bd. 50, Nr. 7, 1997, Seiten 384-392, XP000727722 ---	1	B02C4/30
A	US 2 771 358 A (W. MCL. SPEAR) 20. November 1956 * Spalte 2, Zeile 26 - Zeile 69; Ansprüche 1-6 *	1,10,11	
A	EP 0 361 172 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG ;OERLIKON BUEHRLE SCHWEISSTECH (DE)) 4. April 1990 * das ganze Dokument *	1,3,10	
A,D	EP 0 563 564 A (KRUPP POLYSIUS AG) 6. Oktober 1993 * das ganze Dokument *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25. Januar 1999	Prüfer Verdonck, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 12 0943

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2771358 A	20-11-1956	KEINE	
EP 0361172 A	04-04-1990	DE 3926232 A	29-03-1990
		DD 284611 A	21-11-1990
		DE 58907563 D	01-06-1994
		DK 465289 A	23-03-1990
		JP 2135158 A	24-05-1990
EP 0563564 A	06-10-1993	DE 4210395 A	07-10-1993
		BR 9301241 A	05-10-1993
		DE 59306810 D	31-07-1997
		DK 563564 T	02-02-1998
		ES 2102541 T	01-08-1997
		MX 9301766 A	01-09-1993
		US 5312056 A	17-05-1994
		ZA 9301274 A	09-05-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82