



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 916 407 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
03.08.2005 Patentblatt 2005/31

(51) Int Cl.7: **B02C 4/30**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
03.04.2002 Patentblatt 2002/14

(21) Anmeldenummer: **98120943.0**

(22) Anmeldetag: **04.11.1998**

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

Method for manufacturing a milling roller

Procédé de fabrication d'un rouleau broyeur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE DK ES FR GB IT

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.05.1999 Patentblatt 1999/20

(73) Patentinhaber:
• **KRUPP POLYSIUS AG**
59269 Beckum (DE)
• **Schwäbische Hüttenwerke GmbH**
89551 Königsbronn (DE)

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

- **Krüger, Jürgen**
D-73430 Aalen (DE)
- **Volk, Thomas**
D-89518 Heidenheim (DE)
- **Herbst, Horst**
D-89551 Königsbronn (DE)
- **Laag, Rainhard Dr.**
D-73441 Bopfingen-Kerkingen (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 361 172 **EP-A- 0 563 564**
US-A- 2 771 358

- **GUDAT G ET AL: "BETRIEBSERFAHRUNGEN MIT DEM VERSCHLEISS-SCHUTZ BEI HOCHDRUCK-ROLLENMUEHLEN" ZKG INTERNATIONAL, Bd. 50, Nr. 7, 1997, Seiten 384-392, XP000727722**

EP 0 916 407 B2

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 (Außenumfangflächen) 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 Lebensdauerhinsichtlich 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. Letzteres kann vor al-

lem 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 Schrupfspannungen geschehen.

[0005] In der Fachzeitschrift "ZKG International", Nr. 7/1997, Seiten 348 bis 392, sind "Betriebserfahrungen mit dem Verschleißschutz bei Hochdruck-Rollenmühlen" (Gutbett-Walzenmühlen) beschrieben, wobei es insbesondere um die Ausbildung der dort verwendeten Walzen hinsichtlich der Verschleißfestigkeit verschiedener Werkstoffe für die zugehörigen Walzenmäntel und beim Einsatz dieser Walzenmühlen in der Zementindustrie geht. Im Hinblick auf den Verschleißschutz werden vor allem drei verschiedene Ausführungen hervorgehoben, nämlich die sogenannte Auftragsschweißung, die bandagierte oder segmentierte Gußpanzerung und die sogenannte Noppenpanzerung. Als eine besonders positive Entwicklung wird dabei der Einsatz von Bandagen aus legiertem Sphäroguß bezeichnet. Auf S.388, linke Sp., letzter Abs., ist erwähnt, daß Sphäroguß durch Zulagerung eine hohe Druckfestigkeit erreichen kann; er in bezug auf seine Härte jedoch unter dem Hartgußwerkstoff Ni-Hard 4 liegt. Seine Verschleißfestigkeit sei deshalb wesentlich geringer als bei anderen Hartgußwerkstoffen. Sphäroguß habe jedoch den Vorteil, schweißbar zu sein, so daß der Verschleißschutz über Hartlagenaufschweißung aufgebracht werden könne, wobei die Bruchdehnung beim Sphäroguß höher als bei anderen Gußwerkstoffen liege. Nähere Angaben für die Bruchdehnung, die Druckfestigkeit oder für die Legierungszusammensetzungen sind in dieser Veröffentlichung nicht enthalten.

[0006] 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.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Kennzeichen des Anspruches 1 gelöst.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dieser Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Ein wesentlicher Gedanke der vorliegenden Erfindung wird darin gesehen, daß der Walzenmantel aus einem duktilen bainitischen Sphäroguß mit einer Bruchdehnung von 0,1 bis 2,5 % und einer Druckfestigkeit von 1.000 bis 1.800 MPa hergestellt wird, wobei ein bevorzugter Höchstwert der zuvor genannten Bruchdehnung bei 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.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird eine Bruchdehnung des Gußwerkstoffes und somit des Walzenmantels von wenigstens 0,5 %, also eine Bruchdehnung von 0,5 bis 2,5 %, besonders bevorzugt von 0,5 bis 2,0 %, und eine Druckfestigkeit von 1.200 bis 1.600 MPa gewählt.

[0011] Für besonders vorteilhaft wird es ferner angesehen, wenn hierbei der Walzenmantel mit einer Härte von 42 bis 55 HRc, bevorzugt von 45 bis 50 HRc, d.h. Härte nach Rockwell, hergestellt wird.

[0012] Um bei der Zerkleinerung von spröden Mahlgütern 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] Für die erfindungsgemäße Herstellung des Walzenmantels einer Mahlwalze seien nachfolgend Beispiele für typische Zusammensetzungen genannt.

[0016] Für die Herstellung des Walzenmantels, d.h. für den eigentlichen Mantelkörper, wird 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, wobei bei einer bevorzugten Ausführung der Anteil an Silizium auch 1,8 bis 2,0 Gew.-% betragen kann.

[0017] Als Hartauftragsschweißwerkstoff wird vorzugsweise 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.

[0018] Nach einem typischen Beispiel wird der Hartauftragsschweißwerkstoff durch eine Hartlegierung mit - in Gew-% - 5,0 % Kohlenstoff, 2,0 % Mangan, 1,5 % Silizium, 22,0 % Chrom, 7,2 % Niobium und 0,5 % Vanadium gebildet.

[0019] 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.

[0020] 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 Walzenrundkörper (teilweise auch als Walzenwelle bezeichnet) und dem darauf fest aufgebrachten Walzenmantel besteht. Der Walzenrundkörper kann dabei in üblicher Weise als geschmiedeter Bauteil hergestellt sein, auf den der Wal-

zenmantel beispielsweise durch einen lösbaren Schrumpfsitz fest und zuverlässig befestigt wird.

[0021] 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; 5
- die hohe Druckfestigkeit des duktilen bainitischen Sphärogusses erlaubt höhere Mahldrücke als bei auftragsgeschweißten Mahlwalzen; 10
- neben der ausgezeichneten Druckfestigkeit besitzt der aus dem duktilen bainitischen Sphäroguß hergestellte Walzenmantel besonders gute Zähigkeits-eigenschaften, wodurch er besonders hohe Sicherheiten gegenüber einem spröden Versagen bzw. Sprödbrüchen aufweist; 15
- 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. 20

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, 35
dadurch gekennzeichnet,
dass für die Herstellung des Walzenmantels 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 und mit einer Bruchdehnung von 0,1 bis 2,5 % und einer Druckfestigkeit von 1.000 bis 1.800 MPa hergestellt wird. 40
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Bruchdehnung des Walzenmantels von wenigstens 0,5 % und eine Druckfestigkeit von 1.200 bis 1.600 MPa gewählt wird. 45

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Walzenmantel mit einer Härte von 42 bis 55 HRc (Härte nach Rockwell) hergestellt wird. 5

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der Außenumfangsfläche des Walzenmantels eine Oberflächenprofilierung aufgebracht wird. 10

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenprofilierung durch eine Auftragschweißung von Hartwerkstoff auf die Außenumfangsfläche des Walzenmantels gebildet wird. 15

6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die Außenumfangsfläche des Walzenmantels zunächst mehrere komplette Zusatzschichten aus Hartwerkstoff durch Auftragschweißung aufgebracht und auf die äußerste Zusatzschicht die Oberflächenprofilierungen aus Hartwerkstoff ebenfalls durch Hartauftragschweißung gebildet werden. 20

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Hartauftragschweißwerkstoff eine hochverschleißfeste Chrom-Kohlenstoff-Legierung verwendet wird, in der sich neben Chromkarbiden noch Sonderkarbide ausbilden. 25

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hartauftragswerkstoff durch eine Hartlegierung mit - in Gew-% - 5,0 % Kohlenstoff, 3,0 % Mangan, etwa 1,5 % Silizium, 22,0 % Chrom, 7,2 % Niobium und 0,5 % Vanadium gebildet wird. 30

9. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hartwerkstoff durch hochverschleißfeste Wolframkarbid-Auftragschweißungen gebildet wird. 35

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkstoffeigenschaften des bainitischen Sphärogusses durch gesteuerte Abkühlung und/oder Wärmebehandlung des Walzenmantels eingestellt werden. 40

Claims

1. Method of producing a grinding roll for the comminution of brittle feed materials in a material bed roll mill in which two grinding rolls which can be driven in rotation in opposite directions are pressed against one another with a high pressure, wherein a roll tyre is firmly applied to a basic roll body and this roll tyre is produced from a highly wear-resistant 45

bainitic cast material, **characterised in that** for the production of the roll tyre a ductile bainitic spheroidal graphite cast material consisting of a cast alloy with - in % by weight - 3.0 - 3.5% carbon, 1.5 - 2.0% silicon, 0.3 - 0.4% manganese, 0.05% phosphorus, 1.5 - 4.0% nickel, 0.7 - 1.0% molybdenum and 0.04 - 0.07% magnesium is chosen and is produced with a breaking elongation of 0.1 to 2.5% and a compression strength of 1,000 to 1,800Mpa.

2. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** a breaking elongation of the roll tyre of at least 0.5% and a compression strength of 1,200 to 1,600 MPa is chosen.
3. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** the roll tyre is produced with a hardness of 42 to 55 HRc (Rockwell hardness).
4. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** a surface profiling is applied to the outer circumferential surface of the grinding roll.
5. Method as claimed in Claim 4, **characterised in that** the surface profiling is formed by build-up welding of hard material onto the outer circumferential surface of the roll tyre.
6. Method as claimed in Claim 4, **characterised in that** first of all a plurality of complete additional layers of hard material are applied by build-up welding onto the outer circumferential surface of the roll tyre and the surface profilings of hard material are formed on the outermost additional layer, likewise by hard build-up welding.
7. Method as claimed in Claim 5 or 6, **characterised in that** a highly wear-resistant chromium/carbon alloy in which special carbides form apart from chromium carbides is used as hard build-up welding material.
8. Method as claimed in Claim 7, **characterised in that** the hard build-up welding material is formed by a hard alloy with - in % by weight - 5.0% carbon, 3.0% manganese, 1.5% silicon, 22.0% chromium, 7.2% niobium and 0.5% vanadium.
9. Method as claimed in Claim 5 or 6, **characterised in that** the hard material is formed by highly wear-resistant tungsten carbide build-up welds.
10. Method as claimed in Claim 1 or 10, **characterised in that** the material characteristics of the bainitic spheroidal graphite cast material are set by controlled cooling and/or heat treatment of the roll tyre.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un cylindre broyeur pour le broyage de produits cassants à broyer dans un broyeur à cylindres à lit de matériau, dans lequel deux cylindres broyeurs en rotation en sens contraires sont pressés l'un contre l'autre avec haute pression, un bandage de cylindre étant appliqué fermement sur un corps de base de cylindre et ce bandage de cylindre étant réalisé en un matériau de fonderie bainitique hautement résistant à l'usure, **caractérisé en ce que** pour la fabrication du bandage de cylindre, on choisit une fonte sphéroïdale bainitique ductile en un alliage de fonte comportant - en pourcentage en poids - 3,0 à 3,5 % de carbone, 1,5 à 2,0 % de silicium, 0,3 à 0,4 % de manganèse, 0,05 % de phosphore, 1,5 à 4,0 % de nickel, 0,7 à 1,0 % de molybdène et 0,04 à 0,07 % de magnésium, et présentant un allongement à la rupture de 0,1 à 2,5 % et une résistance à la pression de 1.000 à 1.800 MPa.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** choisit un allongement à la rupture du bandage de cylindre au moins de 0,5 % et une résistance à la pression de 1.200 à 1.600 MPa.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le bandage de cylindre est réalisé avec une dureté de 42 à 55 HRc (dureté Rockwell).
4. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** profilage de surface est appliqué sur la surface périphérique extérieure du bandage de cylindre.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le profilage de surface est formé par rechargement par soudure de matériau dur sur la surface périphérique extérieure du bandage de cylindre.
6. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** sur la surface périphérique extérieure du bandage de cylindre, on applique tout d'abord plusieurs couches additionnelles complètes de matériau dur par rechargement par soudure et, sur la couche additionnelle la plus extérieure, les profilages de surface en matériau dur sont formés en matériau dur également par rechargement par soudure.
7. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 5 et 6, **caractérisé en ce que** le matériau de rechargement dur par soudure utilisé est un alliage chrome-carbone hautement résistant à l'usure dans lequel des carbures spéciaux se forment en plus des carbures de chrome.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le matériau de rechargement dur est formé par un alliage dur comportant - en pourcentage en poids - 5,0 % de carbone, 3,0 % de manganèse, environ 1,5 % de silicium, 22 % de chrome, 7,2 % de niobium et 0,5 % de vanadium. 5
9. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 5 et 6, **caractérisé en ce que** le matériau dur est formé par des rechargements par soudure de carbure de tungstène hautement résistant à l'usure. 10
10. Procédé selon l'une ou l'autre des revendications 1 et 10, **caractérisé en ce que** les propriétés de matériau de la fonte à graphite sphéroïdal bainitique sont réglées par refroidissement et/ou traitement thermique régulé du bandage de cylindre. 15

20

25

30

35

40

45

50

55