



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
 BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 667 285 A5

⑤ Int. Cl.4: C 21 D 9/38

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
 Schweizerisch-lichtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

<p>⑰ Gesuchsnummer: 612/86</p> <p>⑳ Anmeldungsdatum: 14.02.1986</p> <p>㉔ Patent erteilt: 30.09.1988</p> <p>④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 30.09.1988</p>	<p>⑦③ Inhaber: Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur</p> <p>⑦② Erfinder: Barbezat, Gerard, Zell ZH Lüscher, Heinz, Winterthur</p>
--	---

⑤④ **Walze mit harter Mantelfläche.**

⑤⑦ Zur Erhöhung der Verschleissfestigkeit wird eine Walze aus grauerstarrtem Gusseisen mit einer karbidi-schen Laufflächen-Schicht versehen, die eine definierte Tiefe von mindestens 1 mm und ein feinkörniges Gefüge aufweist, dessen Zementit-Dendriten eine Länge von 100 µm und eine Dicke von 50 µm nicht überschreiten.

Dieses feinkörnige Gefüge wird durch Umschmelzhärten der äusseren Walzenoberfläche erreicht.

PATENTANSPRÜCHE

1. Walze mit harter Mantelfläche, insbesondere für eine Papiermaschine, bestehend aus grauem Gusseisen, das aussen eine Lauffläche mit einem karbidischen Gefüge aufweist, wobei die Walze einen Mindestdurchmesser von 200 mm und eine Mindestwanddicke von 20 mm aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das karbidische Gefüge der Lauffläche eine definierte Soll-Tiefe von mindestens 1 mm aufweist und seine Zementit-Dendriten eine maximale Länge von 100 µm und eine maximale Dicke von 20 µm zu haben.

2. Walze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Soll-Tiefe des karbidischen Gefüges 8 mm beträgt.

3. Walze nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus Gusseisen mit Kugelgraphit besteht und nachstehende Zusammensetzung (in Masse-%) aufweist:

C	2,3–3,8
Si	1–3
Mn	0,1–1
P max.	0,08
S max.	0,01
Mg	0,03–0,08
Fe	Rest.

4. Walze nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus Gusseisen mit Vermikular-Graphit besteht und nachfolgende Zusammensetzung (in Masse-%) aufweist:

C	2,8–3,6
P max.	0,06
Si	1–3
Mn	0,1–1
S max.	0,06
Mg	0,01–0,04
Fe	Rest.

5. Walze nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus Lamellen-Graphit besteht und nachfolgende Zusammensetzung (in Masse-%) aufweist:

C	2,8–3,6
P	0,01–0,5
S max.	0,1
Si	0,5–3
Mn	0,2–1
Fe	Rest.

6. Walze nach einem der Ansprüche 3–5, dadurch gekennzeichnet, dass das Gusseisen mindestens eine der nachstehenden Legierungselemente (in Masse-%) enthält:

Ni	0,1–3
Cu	0,1–2
Mo	0,1–1
Sn	0,01–0,2
Cr	0,01–0,4
B	0,01–0,1

7. Verfahren zur Herstellung einer Walze nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass die in eine Sandform vorgegossene Walze aus dem Gusszustand vorgewärmt wird, dass die vorgewärmte Lauffläche durch rasches Erhitzen bis über die Liquidus-Temperatur des Werkstoffes schrittweise fortschreitend in der vorgesehenen Soll-Tiefe örtlich aufgeschmolzen und durch unmittelbar anschließendes rasches Abkühlen unter den Ari-Punkt des Eisen-

Kohlenstoff-Diagramms mit karbidischem Gefüge wieder erstarrt wird, und dass schliesslich die Walze auf Umgebungstemperatur abgekühlt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze auf eine Temperatur zwischen 450° und 600° C vorgewärmt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Vorwärmung eine Aufheizgeschwindigkeit von maximal 100° C/h eingehalten wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7–9, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze mit einer maximalen Abkühlgeschwindigkeit von 50° C/h abgekühlt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7–10, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufschmelzen der Lauffläche unter einer Schutzgas-Atmosphäre durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7–11, dadurch gekennzeichnet, dass die Abkühlung der Walze in einem Ofen vorgenommen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7–12, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufschmelzen der Lauffläche mit einem Metall-Inertgas-Schweissbrenner durchgeführt wird.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Walze mit harter Mantelfläche, insbesondere für eine Papiermaschine, bestehend aus grauem Gusseisen, das aussen eine Lauffläche mit einem karbidischen Gefüge aufweist, wobei die Walze einen Mindestdurchmesser von 200 mm und eine Mindestwanddicke von 20 mm aufweist, sowie ein Verfahren zur Herstellung derartiger Walzen.

Unter dem Begriff «Walzen» sollen im vorliegenden Fall Voll- und Hohlwalzen umfasst werden. In Papiermaschinen können sie insbesondere zum Glätten, Trocknen und Krepfen der Papierbahn eingesetzt werden. Für diese Einsatzfälle können sie, falls notwendig, zusätzlich geheizt oder gekühlt werden. Der Linienkraftverlauf entlang des Walzenpaltes zu beispielsweise einer anderen Walze kann durch entlang der Walzenlänge variable innere oder äussere Kräfte gesteuert werden.

Alle Konzentrationen von Stoffzusammensetzungen betreffende Prozent-Werte sind als Masse-% zu verstehen.

Walzen bzw. Walzenmäntel, wie sie vorstehend beschrieben sind, unterliegen einem hohen Verschleiss. Sie werden daher bisher als Schalenhartguss gegossen. Dabei entsteht auf einem infolge relativ langsamer Abkühlung grauerstarrenden Kern aus Gusseisen mit Lamellengraphit aussen eine Hartgussrandschicht mit karbidischem Gefüge, die durch Kokillenabschreckung erhalten wird.

Infolge unterschiedlicher Abkühlungsgeschwindigkeit bilden sich im einzelnen drei Zonen mit unterschiedlichen Gefügen:

a) Die grauerstarrende Kernzone, in der der Kohlenstoff überwiegend als Graphit, und zwar als Lamellengraphit, ausgeschieden ist; das Gefüge in dieser Zone ist perlitisch.

b) Eine Übergangs- oder melierte Zone aus weissem und grauem Gusseisen, in der der Anteil des weissen (karbidischen) Gusseisens von aussen nach innen ständig ab und die Ausscheidung als Lamellengraphit entsprechend zunimmt; Ausdehnung und Beschaffenheit dieser Übergangszone variieren in weiten Grenzen und können nicht gezielt gesteuert werden.

c) die abgeschreckte Zone, in der der Kohlenstoff völlig als Karbid gebunden ist; diese Zone weist ein grobes Gefüge mit Zementit-Dendriten auf, deren Länge vorwiegend 200 µm

und deren Dicke überwiegend über 50 µm betragen. Die Ausrichtung der Dendriten ist dabei relativ regellos; die grobe Gefügestruktur beeinträchtigt die Verschleissfestigkeit.

Da bei Schalenhartguss definierte Hartguss-Schichten schwierig zu verwirklichen sind, ist es nicht möglich, die Walzen der eingangs genannten Art aus Gusseisen mit Kugel- oder Vermikular-Graphit herzustellen.

Ziel der Erfindung ist es, den Verschleiss-Widerstand der Laufflächen der genannten Walzen mit Hilfe einer Verfeinerung der Korngrößen des karbidischen Gefüges zu erhöhen; dieses Ziel wird dadurch erreicht, dass das karbidische Gefüge der Lauffläche eine definierte Soll-Tiefe von mindestens 1 mm aufweist und seine Zementit-Dendriten eine maximale Länge von 100 µm und eine maximale Dicke von 20 µm haben.

Unter «definierten» Soll-Tiefen werden Tiefen der karbidischen Gefügeschicht verstanden, die von ihrem vorgesehenen Sollwert – über die ganze Lauffläche der Walze – um nicht mehr als ± 10% abweichen.

Ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemässen Lauffläche ist dadurch gekennzeichnet, dass die in eine Sandform vergossene Walze aus dem Gusszustand vorgewärmt wird, dass die vorgewärmte Lauffläche durch rasches Erhitzen bis über Liquidus-Temperatur des Werkstoffes schrittweise fortschreitend in der vorgesehenen Soll-Tiefe örtlich aufgeschmolzen und durch unmittelbar anschliessendes rasches Abkühlen unter den A_{r1} -Punkt des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms mit karbidischem Gefüge erstarrt wird, und dass schliesslich die Walze auf Umgebungstemperatur abgekühlt wird.

Durch die rasche Erwärmung der vorgewärmten Lauffläche mindestens bis zur Liquidus-Temperatur des verwendeten Gusseisens, d.h. bis mindestens etwa 1200°C und die nachfolgende rasche Erstarrung und Abkühlung bis unter den Punkt A_{r1} des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms, also bis unter 730°C, entsteht auf der Lauffläche ein feines karbidisches, insbesondere ein ledeburitisches Gefüge, dessen Zementit-Dendriten die beanspruchten maximalen Abmessungen nicht überschreiten. Denn durch die Behandlung wird der Kohlenstoff im geschmolzenen Bereich in Lösung gebracht; er kristallisiert anschliessend infolge der hohen Erstarrungs- und Abkühlungsgeschwindigkeiten als Eisenkarbid aus. In den Walzenkörper hinein schliesst sich an die karbidische Schicht eine wärmebeeinflusste Zone an, die als feinerperlitisches bainitisches Vergütungsgefüge anzusprechen ist; ihre Dicke entspricht mindestens in etwa derjenigen der ihr vorgelagerten karbidischen Schicht.

Die notwendige Umschmelztiefe kann dabei nur erreicht werden, wenn die Wanddicke mindestens fünfmal grösser ist als die Umschmelztiefe, da anderenfalls eine genügend rasche Abkühlungs- und Erstarrungsgeschwindigkeit des aufgeschmolzenen Tiefenbereiches nicht gewährleistet ist.

Da die Tiefe des aufgeschmolzenen Bereiches beim Umschmelzen der Oberfläche relativ genau bestimmt und eingehalten werden kann, ist es möglich, die geforderte Soll-Tiefe mit der notwendigen Genauigkeit und Gleichmässigkeit auf der ganzen Oberfläche zu gewährleisten.

Um eine Rissanfälligkeit insbesondere im Übergangsbereich zwischen der Lauffächenschicht und dem durch das Umschmelzen unbeeinflussten Walzenkörper oder -kern gering zu halten, ist es vorteilhaft, wenn die maximale Soll-Tiefe des karbidischen Gefüges 8 mm beträgt. Diese maximale Soll-Tiefe ist darüberhinaus wirtschaftlich sinnvoll, da sie mit Abkühlungsbedingungen herstellbar ist, die ohne einen extremen Aufwand erreichbar sind.

Als besonders vorteilhaft hat sich die neue Walze erwiesen, wenn sie aus Gusseisen mit Kugelgraphit besteht und nachstehende Zusammensetzung (in Masse-%) aufweist

C	2,3–3,8
Si	1–3
Mn	0,1–1
P max.	0,08
S max.	0,01
Mg	0,03–0,08
Fe	Rest;

denn dadurch wird erreicht, dass der für die Steifigkeit wichtige Elastizitätsmodul über den ganzen Walzenquerschnitt – einschliesslich der karbidischen Schicht – gleich ist und beispielsweise etwa 160 000 bis 170 000 N/mm² beträgt. Im Gegensatz dazu ist bei den Walzen nach dem eingangs beschriebenen Stand der Technik der Elastizitätsmodul in der karbidischen Schicht zwar etwa gleich hoch, sinkt dann aber in der melierten Zone kontinuierlich je nach Graphitanteil ab und beträgt in der grauen Zone nur noch 100 000 bis 120 000 N/mm². Darüberhinaus hat Gusseisen mit Kugelgraphit den weiteren Vorteil einer gegenüber konventionellem grauen Gusseisen erhöhten Ermüdungsfestigkeit.

Selbstverständlich ist es jedoch auch möglich, die Walzen aus Gusseisen mit Vermikular- oder Lamellengraphit herzustellen, wobei sich für Walzen mit Vermikular-Graphitausscheidungen nachstehende Zusammensetzung (in Masse-%) als vorteilhaft erwiesen hat

C	2,8–3,6
P max.	0,06
Si	1–3
Mn	0,1–1
S max.	0,06
Mg	0,01–0,04
Fe	Rest

Für Walzenkörper aus konventionellem Gusseisen, d.h. solchem mit Lamellengraphit hat sich die folgende Zusammensetzung (in Masse-%) als vorteilhaft erwiesen.

C	2,8–3,6
P	0,01–0,5
S max.	0,1
Si	0,5–3
Mn	0,2–1
Fe	Rest.

Andere Eigenschaften – wie Zugfestigkeit oder Dauerfestigkeit – der Walzen lassen sich bei allen drei unterschiedlichen Graphitausscheidungen verbessern, wenn das Gusseisen zusätzlich mindestens eines der nachstehenden Legierungselemente – ebenfalls in Masse-% angegeben – enthält

Ni	0,1–3
Cu	0,1–2
Mo	0,1–1
Sn	0,01–0,2
Cr	0,01–0,4
B	0,01–0,1.

Da die Oberfläche der Walzen nach dem Umschmelzen noch mechanisch bearbeitet werden muss, muss die Mindesttiefe des aufgeschmolzenen und karbidisch erstarrten Lauffächensbereiches vor dieser Bearbeitung etwa 1 mm mehr als die geforderte Soll-Tiefe betragen.

Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn bei dem geschilderten Herstellungsverfahren Vorwärmtemperaturen von 450–600°C und Aufheizgeschwindigkeiten von maximal 100°C/h eingehalten werden und/oder wenn die

Abkühlung auf Umgebungstemperatur nach dem Umschmelzprozess nicht schneller als mit einer Geschwindigkeit von 50°C/h durchgeführt wird, wobei diese Abkühlung zweckmässigerweise in einem Ofen erfolgen kann.

Als Energiequelle für das Aufschmelzen eignen sich besonders elektrische Lichtbogen, wobei Schweißbrenner – vor allem solche, mit einer Wolframelektrode und beispielsweise mit einer Energiedichte von 2–4 kW/cm² – wegen der relativ einfachen Handhabung und aus wirtschaftlichen Gründen besonders geeignet sind. Da man das Aufschmelzen vorteilhafterweise unter Schutzgasatmosphäre durchführt, verwendet man als Energiequelle vorzugsweise sogenannte TIG (Tungsten Inert Gas)-Schweißbrenner. Es ist jedoch auch möglich, das Aufschmelzen mit Laser- oder Elektronenstrahlen durchzuführen.

Die rasche Erstarrungsabkühlung auf Temperaturen unter 730°C erfolgt an ruhender Luft, wobei – wie bereits erwähnt – die geforderte Mindestwandstärke eine genügend rasche Wärmeabfuhr gewährleistet. Das schrittweise fortschreitende örtliche Aufschmelzen erreicht man am einfachsten durch eine rotierende und/oder longitudinale Relativbewegung zwischen dem Brenner und der vorgewärmten Walze. Dabei hat es sich als zweckmässig erwiesen, die Walze in axialer Richtung zeilenweise fortschreitend um den feststehenden Brenner rotieren zu lassen.

Um eine fehlerfreie Lauffläche mit karbidisch erstarrtem Gefüge zu erreichen, ist es weiterhin zweckmässig, die Walze vor der erfindungsgemässen Behandlung mechanisch von Gushaut zu befreien. Nach der Behandlung wird, wie erwähnt, die Lauffläche mechanisch in üblicher Weise fertig bearbeitet, wobei dann karbidische Laufflächen zwischen 1–8 mm erhalten werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Ein Walzenmantel von 400 mm Aussendurchmesser und

70 mm Wanddicke aus Gusseisen mit Kugelgraphit folgender chemischer Zusammensetzung (in Masse-%):

C	3,4
Si	2,4
P	0,2
S	0,1
Mn	0,2
Cu	1
Mg	0,04
Fe	Rest

ist als Formguss-Stück mit Hilfe einer Sandform gegossen worden; im Gusszustand wird sie langsam rotierend zunächst durch Gasbrenner auf eine Vorwärmtemperatur von 500°C vorgewärmt. Ihrem Aussenumfang gegenüberstehend ist ein TIG-Schweißbrenner mit einer Wolframelektrode von 3,2 mm Durchmesser fest montiert. An dieser Elektrode wird die Walzenoberfläche mit einer Vorschubgeschwindigkeit von etwa 15 cm/min vorbeigeführt, wobei von der Elektrode zum Werkstück aufgrund einer Spannung $U = 20,5$ V ein Lichtbogen gezogen ist, in dem eine Stromstärke von etwa $I = 200$ A herrscht.

Durch einen Heliumstrom von 7 l/min, der aus dem Brenner austritt, wird der Aufschmelzbereich des Brennerlichtbogens in einer Schutzgasatmosphäre gehalten. Unmittelbar hinter dem Brenner kühlt der aufgeschmolzene Bereich sofort wieder unter den Punkt A_{r1} des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms ab.

Nach Abschluss der Umschmelzbehandlung wird die Walze in einen auf 500°C vorgeheizten Ofen gebracht und langsam mit einer maximalen Abkühlungsgeschwindigkeit von 50°C/h abgekühlt.

Im vorliegenden Beispiel erreicht man auf diese Weise eine Umschmelztiefe von etwa 6 mm.