

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2051/94

(51) Int.Cl.⁶ : F16C 33/12

(22) Anmeldetag: 4.11.1994

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 7.1996

(45) Ausgabetag: 25. 3.1997

(56) Entgegenhaltungen:

AT 372983B AT 392485B

(73) Patentinhaber:

BÖHLER EDELSTAHL GMBH
A-8605 KAPFENBERG, STEIERMARK (AT).

(54) VERWENDUNG EINER EISENBASISLEGIERUNG SOWIE PLUNGERKOLBEN UND KOLBENRING

(57) Die Erfindung schlägt vor, zur Herstellung von Maschinenteilen, die in ihrer Funktion einer hohen Beanspruchung durch gleitende Flächenreibung ausgesetzt sind, eine Eisenbasislegierung bestehend aus in Gew.-%

C	0,35 bis 1,0, vorzugsweise 0,4 bis 0,8
Si	bis 1,0
Mn	bis 1,6, vorzugsweise 0,3 bis 1,4
N	0,10 bis 0,35, vorzugsweise 0,12 bis 0,29
Al	bis 1,0, vorzugsweise bis 0,8
Co	bis 2,8
Cr	14,0 bis 25,0, vorzugsweise 16,0 bis 19,0
Mo	0,5 bis 3,0, vorzugsweise 0,8 bis 1,5
Ni	bis 3,0, vorzugsweise bis 1,5
V	0,04 bis 0,4, vorzugsweise 0,05 bis 0,2
W	bis 3,0
Nb	bis 0,18
Ti	bis 0,20

mit der Maßgabe, daß die Summe der Konzentration von Kohlenstoff und Stickstoff einen Wert von mindestens 0,5 und höchstens 1,2, vorzugsweise mindestens 0,61, höchstens jedoch 0,95, ergibt, Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Beimengungen, zu verwenden. Insbesondere Plungerkolben und Kolbenringe aus obiger Legierung, welche gegebenenfalls Oberflächen-Hartschichten tragen, weisen besonders vorteilhafte Gebrauchseigenschaften auf.

Die Erfindung betrifft die Verwendung einer Eisenbasislegierung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1. Weiters bezieht sich die Erfindung auf einen Plungerkolben und auf einen Kolbenring.

Maschinenteile, die in ihrer Funktion einer hohen oder hauptsächlichen Beanspruchung durch gleitende Reibung, insbesondere Flächenreibung, ausgesetzt sind, werden vorzugsweise aus gegossenen Werkstoffen hergestellt. Gegossene Teile haben den Vorteil, daß diese eine, im wesentlichen isometrische Gestaltsänderung bei Temperaturänderung erfahren, deshalb im praktischen Einsatz nicht schabend wirken, eine weitgehend ungerichtete Gefügestruktur aufweisen, eine homogene Mikrohartpartikelverteilung, zum Beispiel Karbidverteilung, und eine ebensolche Weichmatrix-Konfiguration aufweisen. Ein derartiger Gefügeaufbau wirkt an Reibungsflächen besonders vorteilhaft und vermindert die Reibungskräfte sowie die Materialabtragung insbesondere bei unzureichenden bzw. geringen und/oder unvollkommenen Schmiermittelbelägen der Fläche. Es werden daher zum Beispiel Gleitlager, Zylinderbüchsen, Kolbenringe und dergleichen Maschinenteile, die einer hohen Beanspruchung durch Gleitreibung ausgesetzt sind, hauptsächlich aus gegossenen oder gesinterten Werkstoffen, insbesondere Eisenbasislegierungen, hergestellt.

Bei zusätzlichen Korrosionsbeanspruchungen der Teile, wie diese beispielsweise bei Plungerkolben oder Kolbenringen in Verbrennungskraftmaschinen durch Verdrängungsmedien, Kondensate oder dergleichen erfolgen können, ist es erforderlich, hohe Chromgehalte in der Legierung vorzusehen, wobei jedoch die übrigen Werkstoffeigenschaften, die für eine entsprechende Funktion des Teiles erforderlich sind, nicht nachteilig beeinflußt werden dürfen.

Es wurde für Maschinenteile, die einer gleitenden Flächenreibung ausgesetzt sind, insbesondere für Kolbenringe, schon versucht, verformtes Material, also Werkstoffe, die eine gegebenenfalls zeitliche Verformungsstruktur besitzen können, einzusetzen. Diese verformten, also eine Mikro-Textur aufweisenden Teile entsprachen zumeist zumindest teilweise den an sie gestellten Anforderungen im praktischen Betrieb; bei der Herstellung jedoch sind eine Vielzahl von aufwendigen Verfahrensschritten notwendig, um eine für die Verwendung erforderliche Form bzw. Abmessung und gewünschte Materialeigenschaften einzustellen.

Aus der AT-372983 B ist ein Verfahren zur Herstellung von Lagern aus einem verschleißfesten und korrosionsbeständigen Stahl bekannt geworden, wobei dieser zuerst durch Induktionsschmelzen im Vakuum und anschließend durch Vakuumumschmelzen hergestellt wird. Weiters ist in der AT-392485 B ein Werkstoff zur Herstellung von Stanz- und Gegenplatten offenbart worden, dessen Stickstoffgehalt aus Gründen der Materialeigenschaft mit maximal 0,1 Gew.-% begrenzt ist.

Kolbenringe aus verformten Werkstoffen, beispielsweise aus einer Legierung gemäß DIN-Werkstoff Nr. 1.4112 oder Werkstoff Nr. 1.2361, können hergestellt werden, indem im wesentlichen nach einem Walzen und gegebenenfalls Ziehen eines Profildrahtes dieser vergütet und zu einer Spirale gewickelt bzw. kaltverformt wird. Es ist vorteilhaft, wenn nach einer erforderlichen Glühung zum zumindest teilweisen Abbau der Kaltumformspannungen bzw. Verfestigungen von dieser spiraligen Vorform der Profildraht zu einer Kolbenringspirale, gegebenenfalls mit dem jeweiligen Kolbenringdurchmesser angepaßten geringerem Radius, umgewickelt bzw. weiterverformt wird, worauf, vorzugsweise nach einer weiteren Entspannungsbehandlung bzw. Glühung, ein Aufschneiden, im wesentlichen in Richtung einer Erzeugenden, der gegebenenfalls unrund erstellten Spirale erfolgt und die dabei gebildeten einzelnen Ringe sodann bearbeitet werden. Eine unrunde Form der Kolbenringe im entspannten Zustand kann gewählt werden, um in deren allseitig radial nach innen gedrückten Arbeitsposition im Zylinder rundum einen im wesentliche gleich großen spezifischen Anpreßdruck der äußeren Ringfläche an die Zylinderwand zu erreichen. Die Kolbenringe sollen dabei eine Härte von 35 HRC bis 45 HRC, insbesondere über 40 HRC, aufweisen.

Wird nach einem Walzen und gegebenenfalls Kaltziehen auf ein gewünschtes Querschnittsprofil nun das Vormaterial auf eine geforderte hohe Härte, zum Beispiel in einem Durchlaufverfahren, thermisch vergütet, so weist das derart wärmebehandelte Material eine geringe Biege Zähigkeit auf, so daß beim Wickeln des Profildrahtes zu einer Spirale gelegentlich Brüche auftreten können. An die Zähigkeit bzw. an das Kaltumformvermögen des Werkstoffes werden nämlich höchste Anforderungen, die auch durch die Profilgeometrie und die Spiralenform beeinflußt werden, gestellt. Oftmals sind aufwendige Sonderglühverfahren und/oder Glühoperationen durchzuführen, um ein insbesondere gleichmäßig hohes Eigenschaftsniveau des Materiales zu erreichen.

Vor einem Umwickeln zu einer auf den jeweiligen Kolbendurchmesser ausgerichteten Spiralenform muß jedoch allenfalls ein entspannendes, die Zähigkeit erhöhendes aufwendiges Glühen des Kolbenringvormaterials vorgesehen werden, weil anderenfalls das Kaltumformvermögen des Werkstoffes erschöpft wäre, was unweigerlich zu Materialbrüchen führen würde.

Um diese Nachteile zu überwinden, wurde schon versucht, die Kohlenstoffkonzentration der Legierung zu verringern und dadurch die Biege Zähigkeit des vergüteten Werkstoffes zu verbessern. Ein abgesenkter Kohlenstoffgehalt vermindert jedoch die Härte und verschlechtert die Gebrauchseigenschaften, insbesondere die Gleiteigenschaften, der Kolbenringe wesentlich, so daß diese Maßnahme in der Praxis keine

Verwendung fand. Weiters wurde versucht, wie diese beim Schnellarbeitsstahl seit langem bekannt ist, durch ein Legieren mit Kobalt die Biege Zähigkeit des Materials zu erhöhen. Dadurch konnten zwar einige Verbesserungen erreicht werden, die Anhebung der Zähigkeitswerte war jedoch in vielen Fällen nicht ausreichend groß und der hohe Preis des Legierungsmetall Kobalt erbrachte auch wirtschaftliche

5 Nachteile. Auch vergleichsweise höhere Abtragungswerte wurden bei verformten Legierungen festgestellt.

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, die Nachteile der bisher eingesetzten Werkstoffe zur Herstellung von Maschinenteilen, die in ihrer Funktion einer hohen Beanspruchung durch gleitende Flächenreibung ausgesetzt sind, zu vermeiden und dafür die Verwendung einer Legierung, welche eine hohe Härte und hohe Biege Zähigkeit bei verbesserten Gebrauchseigenschaften und großer Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung

10 der Teile aufweist, vorzuschlagen.

Weiters liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, korrosionsbeständige Plungerkolben und ebensolche Kolbenringe mit verbesserten Eigenschaften im praktischen Einsatz zu schaffen.

Dieses Ziel wird durch eine Verwendung einer Eisenbasislegierung enthaltend die Elemente Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Stickstoff, Chrom, Molybdän und Vanadin sowie gegebenenfalls Aluminium, Kobalt, Nickel, Wolfram, Niob und Titan mit Maßgabe, daß die Summe der Konzentration von Kohlenstoff und Stickstoff einen Wert von mindestens 0,5 und höchstens 1,2 vorzugsweise mindestens 0,61, höchstens jedoch 0,95, ergibt, Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Beimengungen zur Herstellung von Maschinenteilen, die in ihrer Funktion einer hohen Beanspruchung durch gleitende Flächenreibung ausgesetzt sind, erreicht.

20 Die durch die Erfindung erzielten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, daß durch ein Legieren einer Eisenbasislegierung sowohl mit Kohlenstoff als auch mit Stickstoff in einem bestimmten Verhältnis und innerhalb eines bestimmten Konzentrationsbereiches die Gebrauchseigenschaften eines daraus gefertigten Maschinenteiles, insbesondere im Hinblick auf eine hohe Beanspruchung durch gleitende Flächenreibung, überraschend synergetisch wesentlich verbessert sind. Eine hohe Werkstoffhärte wird durch beide

25 Elemente, also Kohlenstoff und Stickstoff bewirkt, so daß der absolute Gehalt an Kohlenstoff der vorgeschlagenen Legierung abgesenkt und dadurch die Biege Zähigkeit erhöht sind. Naturgemäß ist dadurch auch der Karbidanteil, insbesondere der Anteil an Cr-Karbid geringer, wodurch die Cr-Konzentration in der Matrix erhöht und die Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes wesentlich verbessert werden. Durch den Stickstoffgehalt wird auch eine besondere Feinkörnigkeit des Gefüges bewirkt und ein Kornwachstum auch bei

30 hohen Härtetemperaturen weitgehend behindert. Vollkommen überraschend hat sich auch gezeigt, daß durch einen Stickstoffgehalt von mindestens 0,1 Gew.-% der Reibverschleiß deutlich gemindert ist, wobei die günstigsten Werte bei ca. 0,2 Gew.-% Stickstoff im Stahl gefunden wurden. Der Molybdängehalt und insbesondere der Vanadinegehalt der Legierung sind wichtig für eine hohe Härte und Zähigkeit des Materials und für die Anwendbarkeit von hohen Anlaßtemperaturen, insbesondere von 350 bis 550 ° C.

35 Eine Verwendung der vorgeschlagenen Legierung unter korrosiven Bedingungen ist besonders günstig, weil ein verringerter Kohlenstoffgehalt und eine hohe homogene Chromkonzentrationen sowie die Elemente Stickstoff und Molybdän, wie gefunden wurde, synergetisch die Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes durch Stabilisierung der Oberflächen-Passivschicht trotz Reibungsbeanspruchung bewirken.

Einer erhöhten Korrosionsbeständigkeit wegen, aber auch hinsichtlich der gleitenden Flächenreibungsbeanspruchung kann es günstig sein, wenn die Eisenbasislegierung für Plungerkolben verwendet wird.

40 Sowohl für eine hohe Korrosionsbeständigkeit gegen Säuren, die im Zuge eines Kaltstartes eines Motors gebildet werden können, als auch im Hinblick auf hohe Gleitreibungsbeanspruchungen und gestellte Abdichtungsforderungen hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Legierung für Kolbenringe verwendet wird. Wenn, wie weiters gefunden wurde, die Maschinenteile aus der genannten

45 Legierung zumindest teilweise mit einer Hartstoffbeschichtung versehen sind, können besonders günstige bzw. niedrige Reibungswerte erreicht werden.

Für Maschinenteile, die bei praktischer Anwendung Biegebeanspruchungen aufweisen, insbesondere für Kolbenringe, ist es bevorzugt, wenn die erfindungsgemäß verwendete Eisenbasislegierung zumindest teilweise mit einer Oberflächennitrierschicht versehen ist. Ein Nitrieren des fertigen Teiles, zum Beispiel

50 eines Kolbenringes, kann während einer Anlaßbehandlung erfolgen und ist somit besonders wirtschaftlich durchführbar. Dabei ist günstig, wenn die Legierung Aluminium enthält, weil dadurch eine Nitrierschichtbildung gefördert wird. Ein Nitrieren bewirkt durch eine Stickstoffaufnahme eine Volumsvergrößerung des Materials, wodurch die Zugspannungen an der Oberfläche des auf Biegung beanspruchten Teiles verringert, abgebaut oder in Druckspannungen umgewandelt werden und somit die Rißinitiationsgefahr weitgehend

55 ausgeschaltet ist. Ist die Reibfläche des Teiles mit zumindest einer Tiefe von 0,05 mm, vorzugsweise von größer als 0,2 mm, nitriert oder karbonitriert, werden hohe Oberflächenhärten und auch äußerst geringe Gleitreibungswerte erreicht.

Entsprechend der weiteren Aufgabe der Erfindung ist ein Plungerkolben, insbesondere für eine Verdrängung von korrosiven Medien, dadurch gekennzeichnet, daß dieser aus einer Eisenbasislegierung gemäß Anspruch 1 besteht und eine nach dem PVD- oder CVD-Verfahren aufgebrachte Schicht aus Karbid und/oder Nitrid der Elemente Al und/oder Ti trägt.

5 Ein erfindungsgemäßer Kolbenring, insbesondere für Verbrennungskraftmaschinen, ist dadurch gekennzeichnet, daß dieser aus einer Eisenbasislegierung gemäß Anspruch 1 gebildet ist und gegebenenfalls zumindest teilweise, insbesondere auf der hauptsächlich auf Reibung beanspruchten Fläche, eine Nitrier-
schicht mit einer Dicke von mindestens 0,05 mm, vorzugsweise von größer als 0,2 mm, aufweist.

10 Besonders gute mechanische Materialeigenschaften mit Dehnungswerten über 5%, vorzugsweise von 7% und größer, können erreicht werden, wenn aus einem Vormaterial mit einem Durchmesser von 4 bis 10 mm der Kolbenringprofildraht, wie an sich bekannt, in einem Mehrrollenwalzwerk bei einer Temperatur unter der AC1-Temperatur der Legierung hergestellt, durchlaufvergütet und danach zu Kolbenringen weiterverarbeitet wird.

15 Sowohl für Ottomotoren als auch vorzugsweise für Dieselmotoren haben sich Kolbenringe mit obigen Kennzeichen, insbesondere im Kurzzeitbetrieb, jeweils mit Kaltanlauf besonders gut bewährt und es wurden wesentlich geringere Materialabtragungen bei verkleinerten Reibungswerten erreicht.

Patentansprüche

20 1. Verwendung einer Eisenbasislegierung bestehend aus in Gew.-%

C	0,35 bis 1,0, vorzugsweise 0,4 bis 0,8
Si	bis 1,0
Mn	bis 1,6, vorzugsweise 0,3 bis 1,4
N	0,10 bis 0,35, vorzugsweise 0,12 bis 0,29
Al	bis 1,0, vorzugsweise bis 0,8
Co	bis 2,8
Cr	14,0 bis 25,0, vorzugsweise 16,0 bis 19,0
Mo	0,5 bis 3,0, vorzugsweise 0,8 bis 1,5
Ni	bis 3,0, vorzugsweise bis 1,5
V	0,04 bis 0,4, vorzugsweise 0,05 bis 0,2
W	bis 3,0
Nb	bis 0,18
Ti	bis 0,20

mit der Maßgabe, daß die Summe der Konzentration von Kohlenstoff und Stickstoff einen Wert von mindestens 0,5 und höchstens 1,2, vorzugsweise mindestens 0,61, höchstens jedoch 0,95, ergibt, Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Beimengungen zur Herstellung von Maschinenteilen, die in ihrer
40 Funktion einer hohen Beanspruchung durch gleitende Flächenreibung ausgesetzt sind.

2. Verwendung einer Eisenbasislegierung gemäß Anspruch 1 unter korrosiven Bedingungen,
3. Verwendung einer Eisenbasislegierung gemäß Anspruch 1 oder 2 für Plungerkolben.
- 45 4. Verwendung einer Eisenbasislegierung gemäß Anspruch 1 oder 2 für Kolbenringe.
5. Verwendung Eisenbasislegierung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 für Maschinenteile mit einer zumindest teilweisen Hartstoffbeschichtung.
- 50 6. Verwendung einer Eisenbasislegierung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 für Maschinenteile mit einer zumindest teilweisen Oberflächennitrierschicht.
7. Plungerkolben, insbesondere für eine Verdrängung von korrosiven Medien, **dadurch gekennzeichnet**,
55 daß dieser aus einer Eisenbasislegierung gemäß Anspruch 1 besteht und eine nach dem PVD- oder CVD-Verfahren aufgebrachte Schicht aus Karbid und/oder Oxid und/oder Nitrid der Elemente Al und/oder Ti trägt.

8. Kolbenring, insbesondere für Verbrennungskraftmaschinen, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieser aus einer Eisenbasislegierung gemäß Anspruch 1 gebildet ist und gegebenenfalls zumindest teilweise, insbesondere auf der hauptsächlich auf Reibung beanspruchten Fläche, eine Nitrierschicht mit einer Dicke von mindestens 0,05 mm, vorzugsweise von größer als 0,2 mm, aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55