(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 091 897**
B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **26.11.86**

(51) Int. Cl.⁴: **C 22 C 38/04**, C 21 D 6/00

(21) Anmeldenummer: **83890054.6**

(22) Anmeldetag: **11.04.83**

(54) **Kaltverfestigender austenitischer Manganhartstahl und Verfahren zur Herstellung desselben.**

(30) Priorität: **13.04.82 AT 1435/82**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **19.10.83 Patentblatt 83/42**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: **26.11.86 Patentblatt 86/48**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT SE**

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A-853 100
FR-A-2 402 714
GB-A-404 797
GB-A-1 187 023
SU-A-322 399
SU-A-581 165
SU-A-610 879

E. HOUDREMONT: "Handbuch der Sonderstahlkunde", Band 1, 1956, Seiten 510-515, Springer-Verlag, Berlin, DE.

(73) Patentinhaber: **VEREINIGTE EDELSTAHLWERKE AKTIENGESELLSCHAFT (VEW), Elisabethstrasse 12, A-1010 Wien (AT)**

(72) Erfinder: **Kos, Bernd, Dipl.- Ing., Endresgasse 11, A-8700 Leoben (AT)**

(74) Vertreter: **Widtmann, Georg, Dr., Vereinigte Edelstahlwerke Aktiengesellschaft (VEW) Elisabethstrasse 12, A-1010 Wien (AT)**

EP 0 091 897 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).

LIBER, STOCKHOLM 1986

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen kaltverfestigenden austenitischen Manganhartstahl mit einer Bruchdehnung von 10 bis 80% und auf ein Verfahren zur Herstellung desselben.

Kaltverfestigende austenitische Manganhartstähle haben einen breiten Einsatzbereich, wobei sowohl Guß- bzw. Schmiedestücke als auch gewalztes Material zum Einsatz kommen. Der breite Einsatzbereich ist insbesondere durch die an sich hohe Duktilität und die gute Kaltverfestigungsfähigkeit gegeben. Der Einsatzbereich liegt von Gußstücken für die Hartzerkleinerung bis zu beschußsicheren Gegenständen. Die wertvollen Eigenschaften des Manganhartständen liegen der Kombination der bereits oben angeführten Eigenschaften der Kaltverfestigungsfähigkeit und seiner Auktilität. Die Kaltverfestigungs tritt immer dann auf, wenn der Manganhartstahl mechanisch, z. B. durch Stoß oder Schlag, beansprucht wird. Hiebie dürfte sich der Austenit in einer Oberflächenschichte teilweise in einen Epsilon-Martensit umwandeln. Bei Messungen der Kaltverfestigung kann ein Anstieg der Härte von 200 HB auf bis zu 550 HB festgestellt werden. Es tritt somit bei mechanischer Beanspruchung des Guß-,Schmiedestückes oder dergleichen eine Erhöhung der Härte während seines Gebrauchseinsatzes auf. Da derartige Gegenstände jedoch auch einer abrasiven Beanspruchung unterliegen, wird diese Oberflächenschicht ständig abgetragen, es tritt jedoch durch erneute mechanishe Beanspruchung erneute eine Umwandlung des nunmehr an der Oberfläche befindlichen Austenits auf. Die unter der Oberflächenschicht befindliche Legierung weist eine hohe Duktilität auf, sodaß die Manganhartstähle auch hohen mechanischen Schlagbeanspruchungen ohne Bruchgefahr selbst bei geringerer Wandstärke gewachsen sind.

Der britischen Patentschrift 1 187 027 ist kein konkreter Stahl entnehmbar sondern es werden dort lediglich Grenzen in Gewichts- Prozent angegeben, welche eingehalten werden sollen. Die Lehre, daß ein bestimmtes Verhältnis von Kohlenstoff zu Mangan eingehalten werden soll, kann dieser Literaturstelle an keiner Stelle entnommen werden. Auch die Lehre durch einen Zusatz von Zirkon eine Kornfeinung zu erreichen und gleichzeitig eine Anhebung der mechanischen Eigenschaften zu erhalten, ist nicht entnehmbar. Dem russischen Urheberschein 581.165 ist die Lehre zu entnehmen, einen Stahl, welcher u.a. 0,9 - 1,5 Gew.-% C und 9 - 15 Gew.-% Mn enthält, mit Molybdän, Vanadium und Aluminium zu legieren. Als Grenzen für Vanadium werden 0,05 und 0,5 Gew.-% angegeben. Dem Handbuch der Sonderstahlkunde, erster Band, Seiten 510 - 515 sind verschiedene Verfahren zur Herstellung von allgemeinen Manganhartstählen zu entnehmen.

Für sämtliche aus Manghartstahl zu fertigende Gegenstände ist Voraussetzung, daß ein Gußstück, sei es ein Formgußoder ein Blockgußstück, vorerst hergestellt wird. Durch die Eigenschaften dieses Gußstückes sind sodann die Eigenschaften der daraus gefertigten Gegenstände vorbestimmt. Liegt im Gußstück ein zu grobes Gefüge vor, so ist sodann die Duktilität des Gebrauchsgegenstandes zu gering. Bei großen Gußstücken weist wie an sich bekannt, dieses über seinen Querschnitt verschiedene Kornzonen auf. Außen befindet sich eine dünne, relativ feinkörnige Randzone, an welche eine Zone mit groben Stengelkristallen anschließt, auf welche das Zentrum des Gußstückes mit globulitischem Gefüge anschließt. Der Stahl ist zwar im wesentlichen über den gesamten Querschnitt austenitisch und kaltverfestigbar, weist jedoch aufgrund des unterschiedlichen Gefüges große Unterschiede in einen mechanischen Eigenschaften, insbesondere in der Duktilität, auf.

Um eine möglichst gleichmäßige Duktilität über den Gesamtquerschnitt zu erreichen, wurde bereits vorgeschlagen, die Gießtemperatur möglichst gering, z.B. auf 1410°C zu halten, wodurch mit der steigenden Unterkühlung die Keimzahl wächst und ein feineres Korn erreicht werden soll. Derartig niedrige Gießtemperaturen führen jedoch zu großen Schwierigkeiten bei der Produktion. So treten am Gußstück Kaltschweißen auf, weiters sind die rheologischen Eigenschaften der Schmelze bereits derart, daß eine exakte Formerfüllung, insbesondere in Kanten, nicht mehr gegeben ist. Daneben kommt es während des Gießens zum Erstarren der Schmelze an der Pfannenauskleidung, was zu Pfannsnschalen, die sodann entfernt und wieder aufgearbeitet werden müssen, führt. Beim Guß selbst kann weitere ein Kleben des Stopfens im Ausguß auftreten, wodurch der Guß abgebrochen werden muß. Wie aus diesen Ausführungen leicht entnehmbar, sind die wirtschaftlichen Nachteile, welche für eine nichtreproduzierbare Kornfeinung in Kauf genommen werden müssen, derartig schwerwiegend, daß sich die Verfahren mit einer derartig niedrigen Gießtemperatur nicht durchsetzen konnten.

Ein anderes Verfahren zür Kornfeinung besteht in einer gezielten Wärmebehandlung, wobei das Gußstück bei einer Temperatur zwischen 500 und 600°C 8 bis 12 Stunden geglüht wird, wodurch ein hoher Anteil des Austenits in Perlit umgewandelt werden soll. Anschlißend erfolgt ein Austenitisierungsglühen bei einer Temperatur zwischen 970 und 1110 °C. Die zweimalige Gefügeänderung soll ein feineres Korn bewirken, hat jedoch glesichzseitig zur Ursache, daß das Produkt während der Wärmebehandlung extrem spröde wird, und bei geringeren mechanischen Beanspruchungen bereits verformungslos bricht. Ein wesentlicher Nachteil besteht auch darin, daß dieses Verfahren einen hohen Energieeinsatz erfoderlich macht.

Aus den oben angeführten Gründen wurde auch bereits versucht, eine Kornfeinung durch Zusats von weiteren Legierungselementen zu erfeichen. Als Legierungselemente wurden beispielsweise Chrom, Titan, Zirkon und Stickstoff verwerdet Es wurden hiebei die Zusätze so gewählt, daß der Manganhartstahl Gehalte von zumindest 0,1 bzw. 0,2 Gew.-% der entsprechenden Legierungselemente aufwies. Diese Zusätze bewirken bei tiefen Gießtemperaturen auch wirklich eine Kornfeinung, allerdings tritt eine wesentliche Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften, insbesondere der Dehnung und der Kerbschlagzähigkeit ein.

Manganhartstähle weisen üblicherweise einen Kohlenstoffgehalt von 0,7 bis 1,7 Gew.-% auf, wobei ein Mangangehalt zwischen 5 und 18 Gew.-% eingahalten werden soll. wesentlich für die Eigenschaften eines

Manganhartstahles ist auch, daß ein Verhältnis Kohlenstoff zum Mangan zwischen 1: 4 und 1: 14 eingehalten wird. Ist das Verhältnis geringer, so liegt kein austenitischer Stahl mehr vor, und er ist somit nicht mehr kaltverfestigbar, wobei gleichzeitig eine geringere Zähigkeit vorliegt. Bei einem höheren Verhältnis ist der Austenit zu stabil, wodurch keine Kaltverfestigbarkeit mehr vorliegt, sodaß ebenfalls die erwünschten Eigenschaften nicht erreichbar sind.

Ein Phosphorgehalt über 0,1 Gew-% bewirkt einen extremen Abfall der Zähigkeit, sodaß, wie an sich bei Phosphor hinläufig bekannt, ein besonders niedriger Wert angestrebt wird.

In der ASTM A 128/64 werden vier verschiedene Arten von Manganhartstählen beschrieben, wobei der Kohlenstoffgekalt zwischen 0,7 und 1,45 Gew.-% und der Mangangehalt zwischen 11 und 14,0 Gew.-% variiert sind. Der Kohlenstoffgehalt wird zur Variation der Kaltverfestigbarkeit verändert, welche ebenfalls durch Zusatz von Chrom beeinflußt werden soll. Die Chromzusätze bewegen sich dann zwischen 1,5 und 2,5 Gew.-%. Durch Zusätze bis zu 2,3 % Molybdän sollen grobe Karbidausscheidungen unterdrückt werden. Ein Zusatz von bis zu 4,0 Gew.-% Nickel soll den Austenit stabilisieren, wodurch bei dickwandigen Gußstücken die Bildung von Perlit verhindert wird.

Weiters ist bereits ein Manganhartstahl bekanntgeworden, welcher einen Mangangehalt von ca. 5 Gew.-% aufweist. Bei derartigen Stählen ist jedoch die Zähigkeit bereits gering. Allerdings weist er eine hohe Verschleißfestigkeit auf.

Die vorliegende Erfindung hat sich zum Ziel gesetzt, einen kaltverfestigenden austenitischen Manganhartstahl zu schaffen, der eine Bruchdehnung von 10 bis 80 % aufweist, welcher ein möglichst gleichmäßiges Gefüge über den gesamten Querschnitt besitzt und ein besonders feines Korn aufweist, wobei gleichzeitig keine Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften eintreten soll.

Der erfindungsgemäße kaltverfestigende austenitische Manganhartstahl mit einer Bruchdehnung von 10 bis 80 % gemessen nach L= 5 d oder L = 10 d mit einem Gehalt in Gew.-% von

0,7 bis 1,7 C
5,0 bis 18,0 Mn
0 bis 3,0 Cr
0 bis 4,0 Ni
0 bis 2,5 Mo
0,1 bis 0,9 Si
max. 0,1 P

und der Maßgabe daß das Verhältnis Kohlenstoff zu Mangan zwischen 1: 4 und 1: 14 liegt, weist als Mikrolegierungselemente bis zu 0,05 Titan 0,05 Zirkon und 0,05 Vanadin mit der Maßgabe auf, daß die Summe von Titan und Zirkon zwischen 0,002% und 0,05% liegt, gegebenenfalls als Mikrolegierungselement zusätzlich Vanadium enthalten ist, wobei die Summe dieser Mikrolegierungselemente bis zu 0,05 Gew.-% beträgt. Es war durchaus überraschend, daß mit einem derartigen geringeren Zusatz von Legierungselementen eine Kornfeinung mit gleichzeitiger Beibehaltung bzw. Anhebung der mechanischen Eigenschaften erreicht werden kann, da Zusätze von 0,1 % und darüber eine Verschlachterung der mechanischen Eigenschaften bewirkten. Eine exakte Erklärung für diesen Sachverhalt konnte noch nicht gefunden werden. Zirkon und Vanadin sind insbesondere bei hohen Gießtemperaturen wirksam.

Weist der Manganhartstahl zusätzlich noch 0,002 bis 0,008 Gew.-% Bor auf, so kann ein noch kleineres Korn erreicht werden.

Eine besonders gute Kornfeinung liegt dann vor, wenn als Mikrolegierungselement lediglich 0,01 bis 0,025 Gew.-% Titan vorgesthen sind.

Weist der Manganhartstahl einen Gehalt von 0,01 bis 0,05 Gew.-% Aluminium auf, so kann der Titangehalt besonders genau eingehalten werden.

Bei der Herstellung eines erfindungsgemäßen Manganhartstahl-Gußstückes, wobei in einem Elektroofen ein Einsatz eingeschmolzen wird, wonach auf die flüssige Schmelze kalkhältige, schlackenbildende Zuschlagstoffe aufgegeben werden und die gewünschte Analyse eingestellt und auf eine Abstichtemperatur von 1450 bis 1600° C gebracht wird, mit einem sauerstoffaffinen Element desoxidiert und in die Gießpfanne abgestochen wird, besteht im wesentlichen darin, daß in der Gießpfanne der Gehalt an den Mikrolegierungselementen Titan, Zirkon und Vanadin eingestellt wird, und die Schmelze mit einer Temperatur zwischen 1420 und 1520° C vergossen und nach Abkühlen des Gußstückes wieder auf Austenitisierungstemperatur von 980 bis 1150° G erwärmt und sodann rasch abgekühlt wird.

Durch die Zugabe der Mikrolegierungselemente in der Gießpfanne wird ein reproduzierbarer Gehalt an Mikrolegierungselementen erreicht. Durch die Wärmebehandlung des Gußstückes, wobei auf eine Austenitisierungstemperatur von 980 bis 1150°C erwärmt und sodann rasch abgekühlt wird, wird eine besonders hohe Zähigkeit erreicht.

Wird das Gußstück nach der Erwärmung auf 1030 bis 1150°C auf eine Temperatur von 980 bis 1000°C abgesenkt, worauf nach Temperaturausgleich im Gußstück rasch abgekühlt wird, so kann dadurch die Rißanfälligkeit im erhaltenen Gußstück wesentlich herabgesetzt werden. Manganhartstahl weist eine geringere Wärmeleitfähigkeit als andere Stähle auf (nur ein Sechstel von dem des Eisens), sodaß dem Temperaturausgleich ein besonderes Augenmerk gewidmet werden muß.

Eine sichere Auflösung der Korngrenzenkarbide selbst bei größeren Querschnitten und bei niedrigerem Energieverbrauch kann bei einer Temperatur zwischen 1080 und 1100°C bei der Lösungsglühung erreicht werden, worauf die Temperatur auf 980 bis 1000°C abgesenkt und ausgeglichen und dann rasch abgekühlt

wird.

Ein Gußstück mit besonders geringen inneren Spannungen kann dadurch erreicht werden, daß diese nach Erwärmen auf die Austenitisierungstemperatur alternierend mit Kühlmitteln unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit beaufschlagt wird. Als besonders geeignete Kühlmittel sind dabei Wasser und Luft zu verwenden.

Wird das Gußstück bereits bei einer Temperatur zwischen 800 und 1000°C entformt und abschließend in einen Wärmebehandlungsofen verbracht, in welchem ein Temperaturausgleich des Gußstückes erfolgt, worauf sofort auf Austenitisierungstemperatur erwärmt wird, so ist ein besonders energiesparendes Verfahren gegeben, wobei gleichzeitig ein Aufbau von hohen Spannungen im Gußstück verhindert wird, wobei eine Perlitisierung vermeidbar ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert.

Beispiel 1

In einem Lichtbogenofen wurden 15 t Manganhartstahl folgender Zusammensetzung erschmolzen: 1,21 Gew.-% Kohlenstoff; 12,3 Gew.-% Mangan; 0,47 Gew.-% Silizium; 0,023 Gew.-% Phosphor; 0,45 Gew.-% Chrom und Spuren von Nickel und Molybdän. Die Schmelze wurde mit einer Schlacke aus 90 Gew.% Kalkstein und 10 Gew.-% Kalziumflorid abgedeckt, worauf eine Abstichtemperatur von 1520°C eingestellt wurde. Sodann wurde eine Schlußdesoxidation mit metallischen Aluminium durchgeführt. Nach der Desoxidation wurde in die Gießpfanne abgestochen. In diese wurde eine Temperatur von 1460°C gemessen. Die Schmelze wurde in eine basische Sandgußform (Magnesit) vergossen. Das erhaltene Gußstück, ein Turas (englisch: Tumbler) Bruttogewicht 14 t - Nettogewicht 11 t, wies Wandstärken von 60 bis 180 mm auf. Das Gußstück wurde auf Raumtemperatur erkalten gelassen, sodann wurde entformt und langsam auf 1050°C erhitzt. Nach einer Haltezeit von vier Stunden wurde der Turas in Wasser getaucht und rasch abgekühlt. Das so erhaltene Gußstück wies Risse auf, die durch Schweißen mit artgleichem Material wieder geschlossen werden mußten. Die metallographische Untersuchung ergab eine extrem ausgebildete Transkristallitenzone, mit einer anschließenden globulitischen Zone. Proben aus der globulitischen Zone hatten eine Dehnung gemessen mit einer Probe L = 10 d von 8,4 %. Die Zugfestigkeit lag bei 623 N/mm^2.

Beispiel 2

Es wurde analog Beispiel 1 vorgegangen, wobei in der Gießpfanne Titan in Form von Ferrotitan zugegeben wurde. Die Gießpfanne wurde zur Form verbracht und es wurde bei 1460°C vergossen. Nach Abkühlen des Gußstückes wurde dieses auf 1100°C erwärmt, auf welcher Temperatur es vier Stunden gehalten wurde, worauf die Temperatur des Ofens auf 1000°C abgesenkt wurde. Nach einer Stunde war ein Temperaturausgleich im Gußstück erreicht, worauf eine Abkühlung unter alternierendem Tauchen im Wasserbad erfolgte. Der so erhaltene Turas war frei von Rissen. Die metallographische Untersuchung ergab mit Ausnahme der Randzone, die mikrokristallin war, ein vollkommen gleichförmiges feinkörniges Gefüge. Das Gußstück wies einen durchschnittlichen Titangehalt von 0,02 Gew.-% auf. Die mechanischen Eigenschaften waren bei den im Zentrum und am Rand entnommenen Probestücken fast ident, wobei die Zugfestigkeit bei 820 bzw. 830 N/mm^2 und die Dehnung bei 40 bzw. 45 % lag.

Beispiel 3

Für die Herstellung eines gesenkgeschmiedeten Schlaghammers mit Zapfen für eine Gasteinsmühle, der ein Gewicht von 180 kg aufwies, wurde ein Block analog Beispiel 2 gegossen. Dieser Block wurde sodann zerteilt, und diese Teile bei einer Schmiedetemperatur von 1050°C im Gesenk zu Schlaghämmern geschmiedet. Diese Schlaghämmer wiesen im Bereich der Zapfenansätze ein vollkommen feines Gefüge auf, welches selbst nach dem Lösungsglühen und Abschrecken erhalten geblieben ist. Bei einem Hammer, welcher mit einer Legierung gemäß Beispiel 1 gefertigt wurde, traten im Bereich der Zapfenansätze grobkörnige Kristalle auf, wodurch Mikrorisse teilweise bedingt waren.

Beispiel 4

In einem Lichtbogenofen wurden 10 t Manganhartstahl folgender Zusammansetzung erschmolzen: 1,0 Gew.-% Kohlenstoff; 5,2 Gew -% Mangan; 0,4 Gew.-% Silizium; 1,7 Gew.-% Chrom; 1,0 Gew.-% Molybdän und 0,03 Gew.-% Phosphor. Die Schmelze wurde mit einer Schlacke aus 90 Gew-% Kalkstein und 10

Gew.-% Kalziumflorid abgedeckt, worauf eine Abstichtemperatur von 1490°C eingestellt wurde. Sodann wurde eine Schlußdesoxidation mit metallischem Aluminium durchgeführt. Nach der Desoxidation wurde in die Gießpfanne abgestochen, in welcher eine Temperatur von 1430°C gemessen wurde. Der Schmelze wurde in der Gießpfanne Ferrotitan und eine Zirkon-Vanadin-Legierung zugegeben. Bei dem Gießen von Platten für Kugelmühlen wurde eine Temperatur von ca. 1430°C eingehalten. Die erhaltenen Platten wiesen eine Wandstärke von 80 mm auf. Sie wurden bei einer Temperatur von 850°C entformt und in einem Wärmebehandlungsofen, der auf einer Temparatur von 850°C eingestellt war, zwei Stunden bis auf Temperaturausgleich gelagert, worauf auf 1100°C erwärmt und sodann abgekühlt wurde. Die metallographische Untersuchung ergab mit Ausnahme der Randzone, die mikrokristallin war, ein vollkommen gleichförmiges feinkörniges Gefüge. Der durchschnittliche Gehalt an Titan, Vanadin und Zirkon betrug 0,03 Gew.-%. Die mechanischen Eigenschaften der am Wand bzw. im Zentrum entnommenen Probestücke war fast ident, wobei die Zugfestigkeit bei 850 bzw. 835 N/mm² und die Dehnung bei 45 bzw. 48 % lag.

Beispiel 5

Es wurde analog Beispiel 2 vorgegangen, wobei in der Gießpfanne neben Titan auch Bor zugegeben wurde. Die Temperaturreise wurde analog Beispiel 2 eingehalten. Das Gußstück wies einen durchschnittlichen Titangehalt von 0,02 Gew.-% und durchschnittlichen Borgehalt von 0,005 Gew.-% auf. Die Schliffbilder ergaben bei Proben, die an analogen Stellen entnommen wurden, daß auf einem Millimeter bei den nur Titan enthaltenden Proben 50 Körner vorlagen, wohingegen bei den zusätzlich Bor aufweisenden Proban im Durchschnitt 60 Körner vorlagen, wodurch eine Abnahme das durchschnittlichen Korndurchmessers von 0,02 mm auf 0,017 mm festzustellen war.

Beispiel 6

In einem Induktionsofen wurden 500 kg Manganstahl folgendar Zusammensetzung erschmolzen:
1,35 Gew.-% Kohlenstoff: 17,2 Gew.-% Mangan; Spuren von Nickel und Chrom und 0,02 Gew.-% Phosphor. Die Schmelze wurde mit einer Schlacke aus 90 Gew.-% Kalkstein und 10 Gew.-% Kalziumflorid abgedeckt, worauf eine Abstichtemperatur von 1600°C eingestellt wurde. Die Schlußdesoxidation wurde mit metallischem Aluminium durchgeführt, wonach in die Gießpfanne abgestochen und dieser Titan zugegeben wurde. Bei 1520°C erfolgte dann ein Gießen von Rundstäben mit einem Durchmesser von 110 mm. Die abgekühlten Rundstäbe wurden sodann entformt und auf 1030°C erwärmt und fünf Stunden auf dieser Temperatur gehalten. Danach wurde die Temperatur des Ofens auf 980°C abgesenkt und eineinhalb Stunden auf dieser Temperatur gehalten. Die Gußstücke sind sodann im Wasserbad rasch abgekühlt worden. Die Schmelzen wurden mit unterschiedlichem Titangehalt wiederholt, wobei die in der Tabelle angeführten mechanischen Werte bei den verschiedenen Probestücken, die dem Zentrum bzw. der Randzone entnommen wurden, gemessen werden konnten.

	Probe aus Zentrum		Randprobe	
Gew.-% Ti	Zugfestigkeit N/mm²	Bruchdehnung %	Zugfestigkeit N/mm²	Bruchdehnung %
-	650	12	710	22
0,2	550	7,8	710	22
0,1	580	9,2	705	21
0,04	790	42	810	45
0,02	812	50	825	55
0,01	815	52	830	58

Wie der Tabelle zu entnehmen, wird mit einem Zusatz von einem Zehntel Gew.-% Titan eine Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften verursacht, wobei gleichzeitig ein relativ großer Unterschied zwischen den Rand- bzw. Zentrumsproben besteht. Bei einem Titangehalt der unter 5 Hundertstel liegt, sind einerseite die Eigenschaften der Rand- und Zentrumsproben fast ident, wobei eine Anhebung der mechanischen Eigenschaften gegenüber dem nichtmikrolegierten Manganhartstahl aufgezeigt ist.
Die Zugfestigkeit bzw. Bruchdehnung wurde nach DIN 5 D 145/1975 bestimmt.

Patentansprüche

1. Kaltverfestigender austenitischer Manganhartstahl mit einer Bruchdehnung von 10% bis 80% gemessen nach L = 5 d oder L = 10 d mit einem Gehalt in Gew.-% von
0,7 bis 1,7 C
5,0 bis 18,0 Mn
0 bis 3,0 Cr
0 bis 4,0 Ni
0 bis 2,5 Mo
0,1 bis 0,9 Si
max. 0,1 P
und der Maßgabe, daß das Verhältnis Kohlenstoff zu Mangan zwischen 1: 4 und 1: 14 liegt, und der Gehalt an Mikrolegierungselementen in Gew.-%
0,0 bis 0,05 Ti
0,0 bis 0,05 Zr
beträgt, mit der Maßgabe, daß die Summe Ti + Zr zwischen 0,002 Gew.-% und 0,05 Gew.-% liegt, gegebenenfalls als Mikrolegierungselement zusätzlich Vanadin enthalten sind, wobei die Summe dieser Mikrolegierungselemente bis zu 0,05 Gew.-% beträgt, gegebenenfalls zusätzlich 0,002 bis 0,008 Gew.-% Bor, gegebenenfalls 0,01 bis 0,05 Gew.-% Al enthalten sind. Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

2. Kaltverfestigender austenitischer Manganhartstahl nach Anspruch 1 , dadurch gekennzeichnet, daß er als Mikrolegierungselement lediglich 0,01 bis 0,025 Gew.-% Ti enthalt. 3. Verfahren zur Herstellung eines kaltverfestigenden austenitischen Manganhartstahl-Form- oder Blockgußstückes, mit einer Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei in einem Elektroofen ein Einsatz eingeschmolzen wird, wonach auf die flüssige Schmelze kalkhältige, schlackenbildende Zuschlagstoffe aufgegeben werden, die gewünschten Analysen eingestellt, auf eine Abstichtemperatur von 1450 bis 1600°C gebracht wird, mit einem sauerstoffaffinen Element desoxidiert und in die Gießpfanne abgestochen wird, daß in der Gießpfanne der Gehalt an den Mikrolegierungselementen Ti, Zr und V eingestellt wird, und die Schmelze zwischen 1420 und 1520°C vergossen wird, und nach Abkühlung des Gußstückes wieder auf Austenitisierungstemperatur von 980 bis 1150°C erwärmt und sodann rasch abgekühlt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gußstück nach der Erwarmung auf 1030 bis 1150°C, vorzugsweise 1080 bis 1100°C, auf eine Temperatur von 980 bis 1000°C abgesenkt wird, worauf nach Temperaturausgleich im Gußstück rasch abgekühlt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gußstück nach Erwärmen auf Austenitisierungstemperatur alternierend mit Kühlmitteln unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit beaufschlagt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Kühlmittel Wasser und Luft alternierend verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnat, daß das Gußstück bei einer Temperatur zwischen 800 und 1000°C entformt und in einen Wärmebehandlungsofen eingebracht, in welchem ein Temperaturausgleich des Gußstückes erfolgt, worauf unmittelbar auf Austenitisierungstemperatur erhöht wird.

Claims

1. A strain-hardening austenitic manganese steel with an elongation at fracture of 10% to 80%, measured according to L = 50 d or L = 10 d, with a content in wt.% of
0.7 to 1.7 C
5.0 to 18.0 Mn
0 to 3.0 Cr
0 to 4.0 Ni
0 to 2.5 Mo
0.1 to 0.9 Si
max. 0.1 P
under the condition that the ratio of carbon to manganese is between 1:4 and 1:14, and the content of micro-alloy elements in wt.% amounts to
0.0 to 0.05 Ti
0.0 to 0.05 Zr
under the condition that the sum of Ti + Zr lies between 0.002 wt.% and 0.05 wt.%, and where appropriate vanadium is additionally contained as a micro-alloy element, the sum of these micro-alloy elements amounting to up to 0.05 wt.%, and where appropriats 0.002 to 0.008 wt.% of boron and where appropriate 0.01 to 0.05 wt.% of aluminium are additionally contained, and the remainder is iron and impurities due to the melting process.

2. A strain-hardening austenitic manganese steel according to claim 1, characterized in that it contains only

0.01 to 0.025 wt.% of titanium.

3. A process for the manufacture of a strain-hardening austenitic manganese steel moulded or monobloc casting with a composition according to one of Claims 1 and 2, a charge being melted in an electric furnace, after which calcareous, slag-forming aggregates are added to the liquid melt, the desired analyses are adjusted, the melt is brought to a tapping temperature of 1450 to 1600°C, is deoxidized with an element having an affinity to oxygen, and is run off into the ladle, the content of the micro-alloy elements Ti, Zr and V is set in the ladle, and the melt is cast at between 1420 and 1520°C, and after cooling the casting heating to an austeniting temperature of 980 to 1150°C is again carried out and cooling then takes place rapidly.

4. A process according to claim 3, characterized in that after being heated to 1030 to 1150°C, preferably 1080 to 1100°C, the casting is reduced to a temperature of 980 to 1000°C, after which cooling takes place rapidly after temperature-equalization in the casting.

5. A process according to claim 3 or 4, characterized in that after being heated to an austeniting temperature the casting is acted upon alternately with cooling agents of different thermal conductivity.

6. A process according to claim 5, characterized in that water and air are used alternately as the cooling agents.

7. A process according to any one of claims 3 to 6, characterized in that the casting is removed from the mould at a temperature between 800 and 1000°C and is conveyed to a heat-treatment furnace in which temperature equalization of the casting takes place, after which an immediate increase to the austeniting temperature takes place.

Revendications

1.- Acier au manganèse du type Hadfield, austénitique et durcissant par écrouissage avec un allongement à la rupture de 10 % à 80 % mesuré suivant L = 5d ou L = 10d, avec une teneur en pourcentage en poids de

0,7 à 1,7 de C
5,0 à 18,0 de Mn
0 à 3,0 de Cr
0 à 4,0 de Ni
0 à 2,5 de Mo
0,1 à 0,9 de Si
max.0,1 de P

et sous réserve que le rapport entre le carbone et le manganèse soit compris entre 1 pour 4 et 1 pour 14 et que la teneur en éléments de micro-alliage soit, en pourcentage en poids, de

0,0 à 0,05 de Ti
0,0 à 0,05 de Zr

sous la réserve que la somme Ti + Zr soit comprise entre 0,002 % en poids et 0,05 % en poids, que sont contenus en plus éventuellement comme élément de micro-alliage du vanadium, la somme de ces éléments de micro-alliage pouvant atteindre 0,05 % en poids, et éventuellement en plus de 0,002 à 0,008 % en poids de bore et éventuellement de 0,01 à 0,05 % en poids d'aluminium, le reste en fer avec les impuretés dûes à la fusion.

2. Acier au manganèse du type Hadfield austénitique et durcissant par écrouissage selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il contient comme élément de micro-alliage exclusivement de 0,01 à 0,025 % en poids de Ti.

3. Procédé de fabrication d'une pièce coulée en moule ou en lingotière en acier au manganèse du type Hadfield austénitique et durcissant par écrouissage à froid ayant une composition selon l'une des revendications 1 et 2, selon lequel une charge est fondue dans un four électrique, puis des fondants calcifères et scorifères sont ajoutés à la masse en fusion, les dosages souhaités sont effectués, la masse en fusion est portée à la température de fusion de 1 450 à 1 600°C, désoxydée au moyen d'un élément réducteur et coulée dans la poche de coulée, la teneur en elements de micro-alliage Ti, Zr et V est dosée dans la poche de coulée, et la masse en fusion est versée en lingotière à une température comprise entre 1 420 et 1 520°C, et, après refroidissement de la pièce coulée, celle-ci est réchauffée à la température d'austénisation de 980 à 1 150°C et ensuite rapidement refroidie.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, après avoir été chauffée à une température comprise entre 1 030 et 1 150°C, de préférence entre 1 080 et 1 100°C, la pièce coulée est ramenée à une température comprise entre 980 et 1 000°C, puis, après que l'équilibrage des températures a été effectué dans la pièce coulée, celle-ci est refroidie rapidement.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce qu'après avoir été chauffée à la température d'austénisation, la pièce coulée est refroidie alternativement avec des agents de refroidissement de conductibilité thermique différente.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on utilise alternativement comme agents de refroidissement l'eau et l'air.

7. Procédé selon une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que la pièce coulée est démoulée à une température comprise entre 800 et 1 000°C et est mise dans un four de traitement thermique dans lequel s'effectue un équilibrage des températures de la pièce coulée, la température étant immédiatement après augmentée jusqu'à la température d'austénisation.