



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 294 956 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.12.2004 Patentblatt 2004/51

(51) Int Cl.7: **C22C 38/42**, C22C 38/44,
C22C 30/00

(21) Anmeldenummer: **01942857.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2001/000188

(22) Anmeldetag: **08.06.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/002837 (10.01.2002 Gazette 2002/02)

(54) **KORROSIONSBESTÄNDIGER WERKSTOFF**
CORROSION RESISTANT MATERIAL
MATERIAU RESISTANT A LA CORROSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(74) Vertreter: **Wildhack, Helmut, Dr. Dipl.-Ing.**
Patentanwälte Wildhack - Jellinek
Landstrasser Hauptstrasse 50
1030 Wien (AT)

(30) Priorität: **30.06.2000 AT 113300**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.03.2003 Patentblatt 2003/13

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 292 061 EP-A- 0 657 556
EP-A- 0 913 491 US-A- 4 824 638

(73) Patentinhaber:
• **Schoeller-Bleckmann Oilfield Technology
GmbH & Co KG**
2630 Ternitz (AT)
• **BÖHLER Edelstahl GmbH**
A-8605 Kapfenberg (AT)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no.
238 (C-603), 5. Juni 1989 (1989-06-05) -& JP 01
047817 A (NIPPON STEEL CORP), 22. Februar
1989 (1989-02-22)**
• **CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 110, no. 12, 20.
März 1989 (1989-03-20) Columbus, Ohio, US;
abstract no. 99455, CHARLES, J. ET AL:
"Superaustenitic stainless steels for marine
applications" XP002177424 & STAINLESS
STEELS '87, PROC. CONF. (1988), MEETING
DATE 1987, 259-65 PUBLISHER: INST. MET.,
LONDON, UK. , 1988,**

(72) Erfinder:
• **AIGNER, Herbert**
A-2630 Buchbach (AT)
• **BERNAUER, Josef**
A-8605 Kapfenberg (AT)
• **SALLER, Gabriele**
A-8700 Leoben (AT)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

EP 1 294 956 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Werkstoff mit großer Korrosionsbeständigkeit in Medien mit hoher Chloridkonzentration, geeignet für Einrichtungen in der Ölfeldtechnik, insbesondere für Bohrstrangkomponenten, bestehend aus den Elementen Kohlenstoff (C), Silizium (Si), Mangan (Mn), Chrom (Cr), Molybdän (Mo), Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Stickstoff (N), Eisen (Fe) sowie herstellungsbedingten Verunreinigungen, welcher Werkstoff warmverformt und nach einer Abkühlung kaltverformt ist.

[0002] Korrosionsbeständige Werkstoffe, die paramagnetisches Verhalten zeigen und hohe Festigkeit aufweisen, sind für Einrichtungen in der Ölfeldtechnik, insbesondere für Bohrstrangkomponenten, verwendbar. Allerdings werden immer höhere Anforderungen an die Teile und immer strengere Maßstäbe an die Werkstoffe gestellt bzw. angelegt.

[0003] Um Richtungsmessungen bei einem Abteufen bzw. Niederbringen einer Bohrung mit einer notwendigen Genauigkeit durchführen zu können, muß der Werkstoff eine Permeabilität von kleiner als 1,005 haben.

[0004] Eine hohe mechanische Festigkeit, insbesondere ein hoher 0,2% Dehnwert, ist im Hinblick auf eine vorteilhafte anlagentechnische Konzeption und auf eine hohe Betriebssicherheit der Teile erforderlich, weil die Beanspruchungen derselben bis zu den Grenzwerten der jeweiligen Werkstoffbelastbarkeit vorgesehen und immer größere Bohrtiefen erforderlich sind. Weiters ist eine Kerbschlagzähigkeit des Materials wichtig, weil oft schlagartig oder stoßartig hohe Belastungen von den Teilen ertragen werden müssen.

[0005] Insbesondere für Bohrstrangteile und Schwerstangen ist in vielen Fällen eine hohe Dauerwechselfestigkeit von Bedeutung, weil bei einer Rotation der Teile bzw. der Schwerstangen schwellende oder wechselnde Beanspruchungen vorliegen können.

[0006] Die Teile werden oft bei niedrigen Temperaturen montiert oder eingesetzt, so daß auch der Zähigkeitsübergangstemperatur (FATT) des Werkstoffes ein hoher Stellenwert zukommt.

[0007] Entscheidende Bedeutung besitzt das Korrosionsverhalten für in der Ölfeldtechnik verwendete Teile, das sind einerseits die Spannungsrißkorrosion (SCC) und andererseits die Lochkorrosion (Pitting, CPT).

[0008] Wie aus obigen Darlegungen hervorgeht, sind Werkstoffe mit großer Korrosionsbeständigkeit in Medien mit hoher Chloridkonzentration wie z.B. JP-A-0104781 die für Einrichtungen in der Ölfeldtechnik geeignet sind, gleichzeitig einer Vielzahl von hohen Beanspruchungen ausgesetzt.

[0009] Im stand der Technik gibtes außerdem Legierungen die unter dem Namen URANUS SB8 oder URANUS B28 schon bekannt sind.

[0010] Die Erfindung setzt sich zum Ziel, einen paramagnetischen Werkstoff mit hoher Dehngrenze, hoher Kerbschlagzähigkeit und hoher Dauerwechselfestigkeit sowie einer niedrigen Zähigkeitsübergangstemperatur zu erstellen, der gleichzeitig korrosionsbeständig, insbesondere beständig gegen Lochkorrosion, in chloridhaltigen Medien ist.

[0011] Dieses Ziel wird bei einem Werkstoff der eingangs genannten Art dadurch erreicht, daß diese im wesentlichen aus den Elementen in Gew.-%

Kohlenstoff (C)	kleiner/gleich 0,03
Silizium (Si)	kleiner/gleich 0,89
Mangan (Mn)	0,51 bis 4,49
Chrom (Cr)	25,1 bis 38,9
Molybdän (Mo)	2,1 bis 5,9
Nickel (Ni)	22,9 bis 38,9
Kupfer (Cu)	0,51 bis 1,49
Stickstoff (N)	0,17 bis 0,29
Eisen (Fe)	Rest

sowie herstellungsbedingte Verunreinigungen besteht, welcher Werkstoff im nitridausscheidungsfreien Zustand und ohne ausgeschiedene vergesellschaftete Phasen warmverformt und nach einer Abkühlung im ferritfreien Zustand kaltverformt ist und

eine Permeabilität von kleiner als 1,0048

eine Dehngrenze ($R_{p0,2}$) von größer als 710 N/mm²

eine Kerbschlagzähigkeit von über 60 J

eine Dauerwechselfestigkeit von größer ± 310 N/mm²

bei $N = 10^7$ Lastwechsel und

eine Zähigkeitstemperatur von unter -28°C (FATT)

aufweist.

[0012] Die durch die Erfindung erreichten Vorteile liegen insbesondere in der legierungstechnischen Wirkung einer

ausgewogenen Stickstoffkonzentration. Es wurde überraschend gefunden, daß bei der Herstellung von Teilen ein besonders hohes Ausbringen erreicht werden kann. Obwohl bei einer Warmverformung keinerlei Nitridausscheidungen gegeben sein können, wird die Verformbarkeit des Werkstoffes bei schwankender Schmiedehitze bei Gehalten über 0,29 Gew.-% Stickstoff sprunghaft verschlechtert. Auch kann im engen Konzentrationsbereich von 0,17 bis 0,29 Gew.-% N eine Ausscheidung von vergesellschafteten Phasen auf einfache Weise verhindert werden, wenn die weiteren Legierungselemente in den vorgesehenen Gehaltsbereichen vorliegen. Stickstoff, Nickel und Molybdän erbringen dabei auch synergetisch eine äußerst hohe Resistenz gegen Lochkorrosion (Pitting).

[0013] Mit 0,03 Gew.-% ist der Kohlenstoffgehalt der Legierung aus korrosionschemischen Gründen nach oben begrenzt, wobei eine weitere Senkung desselben die Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes, insbesondere die Loch- und Spannungsrisskorrosion, erhöhen.

[0014] Der Siliziumgehalt soll beim erfindungsgemäßen Werkstoff 0,89 Gew.-%, aus korrosionschemischen Gründen und insbesondere der niedrigen magnetischen Permeabilität wegen, nicht überschreiten.

[0015] Die Stickstofflöslichkeit der Legierung und die Austenitstabilisierung werden durch Mangan gefördert. Allerdings müssen im Hinblick auf eine Verhinderung von Lochkorrosion die Mangangehalte mit 4,49 Gew.-% nach oben hin beschränkt und dafür Nickel in die Legierung eingeführt werden. Ein Mindestgehalt an 0,51 Gew.-% Mangan ist für eine wirkungsvolle Schwefelabbindung erforderlich.

[0016] Eines der besonders wichtigen Legierungselemente im Hinblick auf den Korrosionswiderstand ist Chrom, weil Chrom die Grundlage für die Bildung einer Passivschicht an der Oberfläche der Teile darstellt. Um ein gegebenenfalls stellenweises Durchbrechen dieser Schicht, in Synergiewirkung mit den übrigen Legierungselementen, insbesondere Mo und N in hohem Maße zu verhindern, sind Gehalte von mindestens 25,1 Gew.-% Cr erforderlich. Durch höhere Gehalte als 38,9 Gew.-% steigt die Gefahr einer Ausscheidung von intermetallischen Phasen.

[0017] Wenn auch das Legierungselement Molybdän äußerst wichtig für eine Beständigkeit des Werkstoffes gegen Spalt- und Lochkorrosion ist, sollte der Gehalt 5,9 Gew.-% nicht überschreiten, weil dann eine Neigung zur Bildung von vergesellschafteten Phasen sprunghaft steigt. Niedrigere Gehalte als 2,1 Gew.-% verschlechtern das Korrosionsverhalten des Werkstoffes überproportional.

[0018] Das Legierungselement Nickel ist in den vorgesehenen Konzentrationen wichtig zur Stabilisierung des kubisch flächenzentrierten Atomgitters, also für geringe Permeabilität, und interaktiv mit Chrom und Molybdän wirkungsvoll für eine Vermeidung der Lochkorrosion. Bis 38,9 Gew.-% werden die Zähigkeit, die FATT und die Dauerwechselbelastbarkeit vorteilhaft angehoben. Bei einem Unterschreiten von 22,9 Gew.-% verringert sich in zunehmendem Maße der stabilisierende Effekt hinsichtlich der Korrosion, insbesondere der Spannungsrisskorrosion, in chloridhaltigen Medien und betreffend die magnetischen Werte bei der Kaltverformung; es erhöht sich also die Neigung zur Ausbildung von Zonen mit Verformungsmartensit.

[0019] Zur Steigerung der Korrosionsbeständigkeit ist auch ein Kupfergehalt in Grenzen der Legierung vorgesehen wenn auch die Wirkung dieses Elementes verschiedentlich in Frage gestellt wird.

[0020] Wie früher erwähnt, ist der Stickstoffgehalt synergetisch auf die übrige Legierungszusammensetzung abgestimmt. Dieser Gehalt von 0,17 bis 0,29 Gew.-% besitzt den weiteren Vorteil, daß ein Block unter Atmosphärendruck erstarren gelassen werden kann, ohne daß Gaseinschlüsse durch eine Überschreitung der Löslichkeitsgrenze bei der Erstarrung in diesem gebildet werden.

[0021] Auf einem besonders hohem Niveau können die magnetischen, die mechanischen und insbesondere die Werte der Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes eingestellt werden, wenn dieser im wesentlichen aus den Elementen in Gew.-%

C = kleiner/gleich 0,02, vorzugsweise 0,01 bis 0,02

Si= kleiner/gleich 0,75, vorzugsweise 0,20 bis 0,70

Mn = 1,1 bis 2,9, vorzugsweise 2,01 bis 2,6

Cr= 26,1 bis 27,9, vorzugsweise 26,5 bis 27,5

Mo= 2,9 bis 5,9, vorzugsweise 3,2 bis 3,8

Ni= 27,9 bis 32,5, vorzugsweise 30,9 bis 32,1

Cu= 0,98 bis 1,45, vorzugsweise 1,0 bis 1,4

N = 0,175 bis 0,29, vorzugsweise 0,18 bis 0,22

Fe und herstellungsbedingte Verunreinigungen = Rest besteht.

[0022] Hohe mechanische Eigenschaftswerte bei einer relativen magnetischen Permeabilität von 1.004 und kleiner werden erreicht, wenn der Werkstoff im ausscheidungsfreien Zustand mindestens 3,6-fach warmverformt und bei einer Temperatur von 100 bis 590°C, vorzugsweise von 360 bis 490°C, mit einem Umformgrad von kleiner als 38%, vorzugsweise von 6 bis 19 %, kaltverformt ist. Erfindungsgemäß weist der Werkstoff ein Lochkorrosionspotential in neutraler Lösung bei Raumtemperatur von größer als 1100 mVH/1000 ppm Chloride und/oder 1000 mVH/80000 ppm

Chloride auf.

[0023] Anhand von Beispielen wird die Erfindung näher erläutert.

In der Tabelle 1 ist die chemische Zusammensetzung der erfindungsgemäßen Legierungen und der Vergleichswerkstoffe angegeben. Weiters sind die Kennzahlen für die Warmverformung und die Kaltverformung der Schmiedestücke dieser Tabelle entnehmbar.

Aus der Tabelle 2 sind die magnetischen und die mechanischen Kennwerte dieser Werkstoffe ersichtlich.

Mit der Probenbezeichnung 1 bis 5 sind Vergleichslegierungen und mit der Probenbezeichnung A bis E sind erfindungsgemäß zusammengesetzte Legierungen in der Tabelle 1 zusammengestellt. Die Untersuchungsergebnisse der Werkstoffe sind der Tabelle 2 zu entnehmen, auf welche Ergebnisse nachfolgend kurz eingegangen wird.

Die Legierungen 1 bis 3 weisen geringe Stickstoffgehalte auf, zeigen deshalb keine gewünschte Verfestigung bei einer Kaltverformung, wie aus den $R_{p0,2}$ -Werten hervorgeht, und auch für die Dauerwechselfestigkeit wurden niedrige Zahlenwerte (in der Tabelle nicht angegeben) von ± 270 , 210 und 290 N/mm^2 ermittelt.

Korrosionschemisch sind weder die SCC- noch die CPT-Werte ausreichend, was insbesondere auf jeweils niedrige Mo-Gehalte und beim Werkstoff 2 auf einen niedrigen Cr-Gehalt zurückzuführen ist.

Die Legierungen 4 und 5 besitzen eine nicht ausreichend hohe und eine überhöhte Stickstoffkonzentration, was zu höheren Streckgrenzenwerten führt und auch den Wert der Biegewechselfestigkeit (± 308 , 340 N/mm^2) anhebt. Auf Grund eines geringen Cr-Gehaltes ist beim Werkstoff 4 ein nachteiliges DUAL-Mikrogefüge (Anätzungen an den Komgrenzen) gegeben, wobei weiter anzumerken ist, daß auch der Werkstoff 5 trotz jeweils ausreichender Mo-Konzentrationen der geringeren Cr-Gehalte wegen, die Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit nicht erfüllt. Die Ergebnisse der Legierungen A bis E zeigen, daß die Stickstoffgehalte zu einer gewünschten Verfestigung durch eine Kaltumformung führen und die jeweiligen Konzentrationen von Stickstoff, Nickel und Molybdän synergetisch eine hohe Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffes in chloridhaltigen Medien, insbesondere einen hohen Widerstand gegen Pitting, bewirken.

Probe	Chemische Zusammensetzung								1. Schritt / Warmumformung			2. Schritt	
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu	N	Umform- grad [-fach]	Umform- temp. [°C]	Ab- kühlung	Umformung [%]	Umform- temp. [°C]
1	0,02	0,31	1,92	27,20	30,68	0,30	0,60	0,02	4,5	1050/980	Luft	15	450
2	0,05	0,40	1,30	17,52	10,20	0,05	0,05	n.b.	5,0	1070/910	Wasser	n.b.	n.b.
3	0,025	0,41	2,51	25,28	28,07	0,35	n.b.	0,08	5,2	1050/900	Luft	18	460
A	0,03	0,35	1,81	26,60	28,52	3,31	1,24	0,18	5,0	min. 850	Wasser	15	480
B	0,025	0,28	2,25	27,44	34,58	3,78	1,30	0,21	5,8	min. 850	Wasser	20	470
C	0,02	0,30	1,10	27,28	31,20	5,12	1,05	0,20	5,5	min. 850	Wasser	18	470
D	0,025	0,28	1,60	30,56	35,38	2,20	0,70	0,28	5,2	min. 850	Wasser	15	450
E	0,02	0,30	2,61	27,10	29,32	2,71	0,62	0,29	5,0	min. 850	Wasser	20	480
4	0,01	0,6	1,7	17,30	13,20	2,7	0,01	0,16	5,0	1080/950	Luft	8	350
5	0,02	1,4	0,8	23,50	15,36	1,4	0,01	0,30	4,8	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

A, B, C, D, E ⇒ Erfindungsgemässe Werkstoffe
1 bis 5 ⇒ Vergleichswerkstoffe

Tabelle 1

Probe	Relat.magn. Permeabilität [μr]	Rp0,2 [N/mm ²]	Rm [N/mm ²]	Zähigkeit (ISO-V) 20° [Joule]	FATT [°C]	Oxalic Acid Test ASTM-A262	SCC 45 % MgCl ₂	Pitting CPT 22 % NaCl
1	1,003	470	780	150	-45	STEP	200 MPa/min.720 ^h	max. 5°C
2	1,002	430	750	170	-50	STEP	100 Mpa/min. 8 ^h	max. 5°C
3	1,003	560	790	160	-50	STEP	150 MPa/min.720 ^h	max. 5°C
A	1,002	930	1050	140	-45	STEP	450 MPa/min.720 ^h	55°C
B	1,003	1010	1110	120	-45	STEP	550 MPa/min.720 ^h	60°C
C	1,003	940	1040	107	-40	STEP	650 MPa/min.720 ^h	85°C
D	1,003	980	1090	99	-35	STEP	600 MPa/min.720 ^h	65°C
E	1,002	1000	1150	130	-45	STEP	450 MPa/min.710 ^h	65°C
4	1,005	670	820	130	-40	DUAL	100 MPa/min.720 ^h	15°C
5	1,001	810	910	120	-45	STEP	150 MPa/min.720 ^h	35°C

A, B, C, D, E ⇒ Erfindungsgemässe Werkstoffe
1 bis 5 ⇒ Vergleichswerkstoffe

Tabelle 2

Patentansprüche

1. Kaltgeformter Werkstoff mit großer Korrosionsbeständigkeit in Medien mit hoher Chloridkonzentration, geeignet für Einrichtungen in der Ölfeldtechnik, insbesondere für Bohrstrangkompenten, bestehend aus den Elementen in Gew.-%

Kohlenstoff (C)	kleiner/gleich 0,03
Silizium (Si)	kleiner/gleich 0,89
Mangan (Mn)	0,51 bis 4,49
Chrom (Cr)	25,1 bis 38,9
Molybdän (Mo)	2,1 bis 5,9
Nickel (Ni)	22,9 bis 38,9
Kupfer (Cu)	0,51 bis 1,49
Stickstoff (N)	0,17 bis 0,29
Eisen (Fe)	Rest

sowie herstellungsbedingte Verunreinigungen, welcher Werkstoff im nitridausscheidungsfreien Zustand und ohne ausgeschiedene vergesellschaftete Phasen warmverformt und nach einer Abkühlung im ferritfreien Zustand kaltverformt ist und nach Kaltverformung
 eine magnetische Permeabilität von kleiner als 1,0048 G/Oe
 eine Dehngrenze ($R_{p0,2}$) von größer als 710 N/mm²
 eine Kerbschlagzähigkeit von über 60 J
 eine Dauerwechselfestigkeit von mindestens ± 310 N/mm²
 bei $N = 10^7$ Lastwechsel und
 eine Zähigkeitsübergangstemperatur von unter -28°C
 (FATT)
 aufweist.

2. Werkstoff nach Anspruch 1, bestehend aus den Elementen in Gew.-%

C = kleiner/gleich 0,02, vorzugsweise 0,01 bis 0,02
 Si = kleiner/gleich 0,75, vorzugsweise 0,20 bis 0,70
 Mn = 1,1 bis 2,9, vorzugsweise 2,01 bis 2,6
 Cr = 26,1 bis 27,9, vorzugsweise 26,5 bis 27,5
 Mo = 2,9 bis 5,9, vorzugsweise 3,2 bis 3,8
 Ni = 27,9 bis 32,5, vorzugsweise 30,9 bis 32,1
 Cu = 0,98 bis 1,45, vorzugsweise 1,0 bis 1,4
 N = 0,175 bis 0,29, vorzugsweise 0,18 bis 0,22

Fe und herstellungsbedingte Verunreinigungen = Rest

3. Werkstoff nach Anspruch 1 oder 2, der, im ausscheidungsfreien Zustand mindestens 3,6-fach warmverformt und bei einer Temperatur von 100 bis 590°C, vorzugsweise von 360 bis 490°C, mit einem Umformgrad von kleiner 38%, vorzugsweise von 6 bis 19 % kaltverformt ist.
4. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, der ein Lochpotential in neutraler Lösung bei Raumtemperatur von größer 1100 mVH/1000 ppm Chloride und/oder 1000 mVH/80000 ppm Chloride aufweist

Claims

1. A cold-formed material with a high degree of corrosion resistance in media with a high chloride concentration, suitable for devices in the field of oil recovery, in particular for drilling-rod components, consisting in the elements in % by weight:

carbon (C)	less than / equal to 0.03
------------	---------------------------

(continued)

silicon (Si)	less than / equal to 0.89
manganese (Mn)	0.51 to 4.49
chromium (Cr)	25.1 to 38.9
molybdenum (Mo)	2.1 to 5.9
nickel (Ni)	22.9 to 38.9
copper (Cu)	0.51 to 1.49
nitrogen (N)	0.17 to 0.29
iron (Fe)	remainder,

as well as impurities resulting from the production, which material is hot-formed in a state free of nitride precipitations and without precipitated associated phases and is cold-formed after cooling in a ferrite-free state and after the cold forming it has

a magnetic permeability of less than 1.0048 G/Oe

a yield strength ($R_{p0.2}$) of greater than 710 N/mm²

a notched-bar impact strength of over 60 J

an alternating-stress fatigue strength of at least ± 310 N/mm²

at $N = 10^7$ load alternation and

a toughness transition temperature of below -28°C (FATT).

2. A material according to Claim 1, consisting in the elements in % by weight:

C = less than / equal to 0.02, preferably from 0.01 to 0.02

Si = less than / equal to 0.75, preferably from 0.20 to 0.70

Mn = 1.1 to 2.9, preferably from 2.01 to 2.6

Cr = 26.1 to 27.9, preferably from 26.5 to 27.5

Mo = 2.9 to 5.9, preferably from 3.2 to 3.8

Ni = 27.9 to 32.5, preferably from 30.9 to 32.1

Cu = 0.98 to 1.45, preferably from 1.0 to 1.4

N = 0.175 to 0.29, preferably from 0.18 to 0.22

Fe and impurities resulting from the production = remainder.

3. A material according to Claim 1 or 2, which is hot-formed at least 3.6-fold in the precipitation-free state and is cold-formed at a temperature of from 100 to 590°C, preferably from 360 to 490°C, with a deformation strain of less than 38%, preferably from 6 to 19%.

4. A material according to one of Claims 1 to 3, which has a pitting potential in a neutral solution at room temperature of greater than 1100 mVH/1000 ppm of chlorides and/or 1000 mVH/80000 ppm of chlorides.

Revendications

1. Matériau façonné à froid très résistant à la corrosion dans des milieux à forte concentration en chlorures, adapté aux installations pétrolières, en particulier aux composants de train de tiges de forage, composé des éléments suivants (teneurs exprimées en pourcentages pondéraux)

Carbone (C)	≤ 0,03
Silicium (Si)	≤ 0,89
Manganèse (Mn)	0,51 à 4,49
Chrome (Cr)	25,1 à 38,9
Molybdène (Mo)	2,1 à 5,9
Nickel (Ni)	22,9 à 38,9
Cuivre (Cu)	0,51 à 1,49
Azote (N)	0,17 à 0,29

EP 1 294 956 B1

(suite)

Fer (Fe)	reste
----------	-------

ainsi que des impuretés liées à la fabrication, lequel matériau est déformé à chaud dans un état exempt de précipités de nitrure et de phases groupées puis déformé à froid après refroidissement dans un état exempt de ferrite et présentant, après déformation à froid,

une perméabilité magnétique inférieure à 1,0048 G/Oe

une limite conventionnelle d'élasticité ($R_{p0,2}$) supérieure à 710 N/mm²

une résilience supérieure à 60J

une résistance d'endurance aux sollicitations alternées supérieure ou égale à ± 310 N/mm² avec $N = 10^7$ cycles et

une température de transition de résilience inférieure à -28 °C (température de transition fragile/ductile, ou FATT).

2. Matériau selon la revendication 1 composé des éléments suivants (teneurs exprimées en pourcentages pondéraux)

C	$\leq 0,02$, de préférence 0,01 à 0,02
Si	$\leq 0,75$, de préférence 0,20 à 0,70
Mn	1,1 à 2,9, de préférence 2,01 à 2,6
Cr	26,1 à 27,9, de préférence 26,5 à 27,5
Mo	2,9 à 5,9, de préférence 3,2 à 3,8
Ni	27,9 à 32,5, de préférence 30,9 à 32,1
Cu	0,98 à 1,45, de préférence 1,0 à 1,4
N	0,175 à 0,29, de préférence 0,18 à 0,22

et, pour le reste, du fer (Fe) et des impuretés liées à la fabrication.

3. Matériau selon la revendication 1 ou la revendication 2, déformé à chaud dans un état exempt de précipités selon un rapport de déformation supérieur ou égal à 3,6 puis déformé à froid à une température comprise entre 100 et 590 °C, de préférence entre 360 et 490 °C, selon un taux de déformation inférieur à 38 %, de préférence compris entre 6 et 19 %.
4. Matériau selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, présentant, en solution neutre et à température ambiante, un potentiel de corrosion perforante supérieur à 1100 mVH/1000 ppm de chlorure et/ou 1000 mVH/80 000 ppm de chlorure.