

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Kaltarbeitsstahl nach dem Oberbegriff des Anspruch 1 und die Verwendung dieses Stahles für Bauteile und Werkzeuge.

Kaltarbeitsstähle werden für die Bearbeitung von Werkstoffen bei Temperaturen unter 250 °C, insbesondere bei Raumtemperaturen, eingesetzt. Eine derartige Bearbeitung kann spanabhebend oder spanlos erfolgen, wobei die Bauteile oder Werkzeuge gleichzeitig verschiedenen Beanspruchungen unterworfen sind. Der bzw. den dominierenden Beanspruchung(en) bzw. gewünschten Eigenschaft(en) des Teiles wie Druckfestigkeit, Härte, Zähigkeit Verschleißfestigkeit, Schneidhaltigkeit, gegebenenfalls Erodierbarkeit und dgl., wird zumeist durch eine entsprechende Wahl der Zusammensetzung des Kaltarbeitsstahles Rechnung getragen.

Zur Erfüllung der Erfordernisse nach z.B. hoher Verschleißfestigkeit ist bekannt, Cr-Stähle mit Gehalten von 1,5 bis 2,5 % C und 10 bis 17% Cr, wie z.B. Stähle entsprechend DIN Werkstoff Nr. 1.2379 oder AISI- Typ D 7, einzusetzen.

Derartige Stähle weisen auf Grund ihres hohen und groben, zumeist zeitig angeordneten Karbidanteiles zwar hohe Verschleißfestigkeit, jedoch geringe Zähigkeit auf, so daß es bei Biege- oder Scherbeanspruchungen zu Brüchen oder Ausbrüchen des Teiles kommen kann.

Aus EP-A1 0275475 ist ein nach einem pulvermetallurgischen Verfahren hergestellter, verschleißfester Kaltarbeitsstahl mit sehr hoher Schlagfestigkeit bekannt, welcher eine Zusammensetzung vom im wesentlichen 1,0 bis 2,5 Gew.-% C, 6,5 bis 11,0 Gew.-% Cr und 3,0 bis 7,0 Gew.-% V, Rest Eisen aufweist.

Um Kaltarbeitswerkzeuge mit guter Zähigkeit herzustellen, ist bekannt, Legierungen mit ca. 5% oder ca. 8 % Cr und einem Kohlenstoffgehalt von ca. 1,0 % oder ca. 0,5 % mit Zusätzen von Mo, W und V, wie beispielsweise Stähle gemäß DIN Werkstoff Nr. 1.2363 oder Werkstoff Nr. 1.2362 sowie Werkstoff Nr. 1.2345 oder AISI Typ A2, einzusetzen. Diese Stähle können bei günstiger Gefügeausbildung bzw. Karbidstruktur gute Zähigkeitseigenschaften und ausreichendes Erodier- sowie Schleifverhalten aufweisen, ihr Verschleißwiderstand und die Druckfestigkeit sind jedoch für einige Anwendungsgebiete nicht befriedigend. Ein Gesenkstahl mit verbesserter Schlagzähigkeit enthält gemäß SU 1.073.321 (Chemical Abstracts 100:178630j) in Gew.-% Nb 0,05 bis 0,1, Al 0,03 bis 0,08 und Ca 0,003 bis 0,005 in einer Stahlbasis mit im wesentlichen C 0,75 bis 0,85, Cr 4,2 bis 4,7, Mo 0,7 bis 1,0, W 1,7 bis 2 und V 0,8 bis 1. Weiters ist aus CH-A5 585 799 ein Superschnellstahl auf Mo-Basis

mit großer Spanleistung mit im wesentlichen in Gew.-% 1,05 bis 1,50 C, 4,0 bis 5,0 Cr, 5,0 bis 6,0 W bekannt, welcher neben Eisen außerdem 6,05 bis 6,95 Mo, 2,16 bis 4,5 V, 0,1 bis 4,0 Nb und 0,11 bis 0,25 N aufweist. Den Legierungsvarianten, jenen mit Cr-Gehalten von 10 bis 17 % und jenen mit 5 bis 8 % Cr, haftet weiters der Nachteil an, daß sie zumeist nicht ausreichend anlaßbeständig sind, und daß bei einer zusätzlichen Oberflächenhärtung durch Nitrieren und/oder Karbonitrieren oder einer Oberflächenbeschichtung mittels CVD- oder PVD-Verfahrens bei Temperaturen zwischen 350 und 600 °C die durch vorherige Vergütung erreichte Härte des Grundmaterials verringert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Wirkung von Legierungselementen in einem bestimmten Konzentrationsbereich synergetisch zu nutzen und einen Kaltarbeitsstahl mit hoher Druckfestigkeit zu schaffen, der hohe Härte, Zähigkeit, Verschleißfestigkeit und Erodierbarkeit aufweist, wobei bei aus diesem Stahl gebildeten Schnitt- und Stanzwerkzeugen eine gute Schleifbarkeit und Schneidhaltigkeit vorliegen und gegebenenfalls bei Anwendung von Verfahren zur Oberflächenhärtung und/oder Oberflächenbeschichtung, die bei erhöhter Temperatur durchzuführen sind, kein entscheidend nachteiliger Einfluß auf die durch vorherige Vergütung erreichten mechanischen Eigenschaften des Grundmaterials gegeben ist.

Diese Aufgabe wird gattungsgemäß durch die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, gelöst.

Beim erfindungsgemäßen Kaltarbeitsstahl ist es wichtig, daß der Kohlenstoffgehalt sowie der Stickstoffgehalt und die bevorzugt Karbid- und/oder Nitride bildenden Elemente entsprechend der Kohlenstoff- und Stickstoffaffinität und Neigung zur Karbid- und/oder Nitridbildung in ihren Konzentrationen aufeinander abgestimmt sind.

Zu hohe Gehalte an Kohlenstoff von über 1,5 % bewirken anteilsmäßig große, auch grobe Karbidkörner und damit schlechte Zähigkeitseigenschaften des Werkstoffes, bei Gehalten unter 0,6 % werden die geforderten mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Härte, nicht erreicht. Chrom, Molybdän, Wolfram und Vanadin sind zur Karbidbildung zulegiert, wobei erfindungsgemäß die jeweilige Konzentration dieser Elemente der Wechselwirkung bzw. der gegenseitigen Beeinflussung Rechnung trägt. Dabei ist wichtig, daß bei der Wärmebehandlung diejenigen Karbide in Lösung gehen, die beim Anlassen bei Temperaturen von über 500 °C submikroskopisch ausgeschieden werden, hohe Härte bzw. einen quasi Sekundärhärteanstieg bewirken und eine weitgehende Anlaßbeständigkeit des Stahles verursachen. Aluminium und Silizium, welche Elemente das γ -Gebiet der Legierung stark

abschnüren, sind aus mehreren Gründen erforderlich. Überraschenderweise wird von diesen ferritbildenden Elementen in den beanspruchten Konzentrationsbereichen das Vergütungsverhalten des Stahles und dessen Anlaßbeständigkeit wesentlich verbessert. Weiters erfolgt eine Nitridbildung bei entsprechendem Stickstoffgehalt der Legierung, welche Nitride ein Kornwachstum bei der Härtung bzw. beim Austenitisieren bei hohen Temperaturen behindern. Für eine Oberflächenhärtung durch Nitrieren oder Karbonitrieren und/oder eine Oberflächenbeschichtung durch ein CVD-oder PVD-oder dergleichen-Verfahren sind Aluminium und Silizium vorteilhaft wirksam. Niob ist ein sehr stark karbidbildendes Element, wobei auch fein ausgeschiedene Niobkarbide bei der Härtung, auch bei hohen Austenitisierungstemperaturen, nur schwer aufgelöst werden.

Hohe Niobgehalte bei Kohlenstoffkonzentrationen von Kaltarbeitsstählen führen jedoch zu groben Niobkarbidkörnern, so daß Niob nur bis zu einer maximalen Konzentration von 0,5% zulegiert wird.

Bei vergleichenden Untersuchungen wurde gefunden, daß die Stähle gemäß DIN Werkstoff Nr. 1.2363 und Werkstoff Nr. 1.2379 eine zulässige spezifische Druckbelastung von 2785 N/mm bzw. 3026 N/mm² sowie eine Anlaßhärte bei 550 °C von 56 HRC bzw. 60 HRC aufweisen. Der erfindungsgemäße Kaltarbeitsstahl hat mindestens eine zulässige spezifische Druckbelastbarkeit von 3022 N/mm², eine Anlaßhärte von 63,5 HRC und gegenüber Werkstoff Nr. 1.2379 eine um 28 % verbesserte Zähigkeit.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Beispiel 1:

Aus einem erfindungsgemäßen Stahl A mit einer Zusammensetzung von in Gew.-%

C = 0,89
Si = 0,98,
Mn = 0,43
Cr = 8,96
Mo = 1,82
V = 0,38
Al = 1,33
Nb = 0,04
N = 0,028

und einer Legierung D gemäß Werkstoff Nr. 1.2379 mit

C = 1,53
Si = 0,32
Mn = 0,31
Cr = 11,15
Mo = 0,64
V = 0,92

wurden gleichartige Stanzwerkzeuge für die Her-

stellung von Ventilscheiben aus 17% Cr-Stahl mit einer Festigkeit von 624 N/mm² und einer Dicke von 1 mm hergestellt. Der Stempel und die Matrize des Stahles A wiesen eine Härte von 63 HRC auf, es konnten 64.629 Stanzungen durchgeführt werden. Trotz einer nur geringfügig niedrigeren Härte von 62 HRC des Stahles D waren nur 20.751 Stanzungen durchführbar, was einer Mehrleistung des erfindungsgemäßen Werkzeuges um ca. 300 % entspricht.

Beispiel 2:

Für Fließpreßwerkzeuge zum Pressen von Vi-deoköpfen aus Aluminium wurde ein Stahl B mit der Zusammensetzung von in Gew.-%

C = 1,09
Si = 0,94
Mn = 0,36
Cr = 8,24
Mo = 2,14
W = 0,23
V = 0,54
Al = 1,06
Nb = 0,08
N = 0,043

und eine Legierung D, wie im vorgehenden Beispiel angeführt, verwendet. Die Oberfläche des Werkzeuges aus Stahl B wurde in einem Badnitrierverfahren bei ca. 570 °C mit Stickstoff angereichert, wonach die Härte des Grundmaterials 63,5 HRC betrug. Mit diesem Werkzeug wurden 407.320 Pressungen durchgeführt, ohne daß ein übermäßiger Verschleiß auftrat, wogegen das Werkzeug aus Stahl D nach 239.865 Pressungen auszuschleiden war.

Beispiel 3:

Kaltprägewerkzeuge für ein Pilgern von nahtlosen Rohren aus Cr-Ni-Stahl wurden aus Stahl D, aus Stahl C mit einer Zusammensetzung von in Gew.-%

C = 1,22
Si = 0,81
Mn = 0,38
Cr = 7,63
Mo = 2,57
V = 1,08
Al = 0,47
Nb = 0,15
N = 0,021

und aus einem Stahl G mit einer Zusammensetzung von in Gew.-%

C = 0,96
Si = 0,34
Mn = 0,56
Cr = 5,06

Mo = 0,93

V = 0,18

(Werkstoff Nr. 1.2363) erstellt.

Mit dem Stahl D konnten 6.120, mit dem erfindungsgemäßen Stahl C 12.764 und mit dem Stahl G 5.087 Meter Fertrohr erzeugt bzw. gepilgert werden.

Patentansprüche

1. Kaltarbeitsstahl mit hoher Druckfestigkeit und folgender Zusammensetzung in Gew.-%

C 0,6 bis 1,5
Si 0,2 bis 1,6
Mn 0,2 bis 1,2
Cr 5,0 bis 10,0
Mo bis 3,0
W bis 6,0
(Mo + 2W) 1,0 bis 3,0
V 0,3 bis 1,5
Al 0,2 bis 1,6
Nb bis 0,5
N bis 0,1

Rest Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

2. Kaltarbeitsstahl nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er in Gew.-%

Nb 0,02 bis 0,35
N 0,01 bis 0,06

aufweist.

3. Kaltarbeitsstahl nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er in Gew.-%

C 0,8 bis 1,3
Si 0,7 bis 1,4
Mn 0,3 bis 1,2
Cr 6,0 bis 9,0
Mo bis 3,0
W bis 3,0
(Mo + 2W) 1,0 bis 3,0
V 0,5 bis 1,3
Al 0,4 bis 1,4
Nb 0,04 bis 0,3
N 0,015 bis 0,04

aufweist.

4. Kaltarbeitsstahl nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß er in Gew.-%

C 0,9 bis 1,2
Si 0,8 bis 1,2
Mn 0,3 bis 1,0
Cr 7,0 bis 9,0
Mo bis 2,5
W bis 5,0
(Mo + 2W) 1,5 bis 2,5
V 0,6 bis 1,2

Al 0,5 bis 1,3

Nb 0,06 bis 0,2

N 0,02 bis 0,35

aufweist.

5. Verwendung eines Kaltarbeitsstahles nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 für Bauteile und Werkzeuge mit einer bei erhöhter Temperatur hergestellten Verschleißschicht.

6. Verwendung eines Kaltarbeitsstahles nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die oberflächennahe Schicht höhere Stickstoff- und/oder Kohlenstoffgehalte aufweist, und beispielsweise durch ein Nitrieren, Karbonitieren oder Aufkohlen bei Temperaturen unter 600 °C, insbesondere zwischen 350 °C und 570 °C, aufgebracht ist.

7. Verwendung eines Kaltarbeitsstahles nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hartstoffschicht durch ein CVD- oder PVD- oder dergleichen-Verfahren bei Temperaturen unter 600 °C, insbesondere unter 570 °C, aufgebracht ist.

8. Verwendung des Kaltarbeitsstahles nach einem der Ansprüche 1 bis 7 für Stanzwerkzeuge.

Claims

1. A cold work steel with high compression strength and the following composition in % by weight

C 0.6 to 1.5
Si 0.2 to 1.6
Mn 0.2 to 1.2
Cr 5.0 to 10.0
Mo to 3.0
W to 6.0
(Mo + 2W) 1.0 to 3.0
V 0.3 to 1.5
Al 0.2 to 1.6
Nb to 0.5
N to 0.1

the remainder being iron and impurities caused by production.

2. A cold work steel according to Claim 1, characterised in that it has

Nb 0.02 to 0.35
N 0.01 to 0.06

in % by weight.

3. A cold work steel according to Claim 1 or 2, characterised in that it has

C 0.8 to 1.3

Mo = 0,93

V = 0,18

(Werkstoff Nr. 1.2363) erstellt.

Mit dem Stahl D konnten 6.120, mit dem erfindungsgemäßen Stahl C 12.764 und mit dem Stahl G 5.087 Meter Fertigrohr erzeugt bzw. gepilgert werden.

Patentansprüche

1. Kaltarbeitsstahl mit hoher Druckfestigkeit und folgender Zusammensetzung in Gew.-%

C 0,6 bis 1,5
Si 0,2 bis 1,6
Mn 0,2 bis 1,2
Cr 5,0 bis 10,0
Mo bis 3,0
W bis 6,0
(Mo + 2W) 1,0 bis 3,0
V 0,3 bis 1,5
Al 0,2 bis 1,6
Nb bis 0,5
N bis 0,1

Rest Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

2. Kaltarbeitsstahl nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er in Gew.-%

Nb 0,02 bis 0,35
N 0,01 bis 0,06

aufweist.

3. Kaltarbeitsstahl nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß er in Gew.-%

C 0,8 bis 1,3
Si 0,7 bis 1,4
Mn 0,3 bis 1,2
Cr 6,0 bis 9,0
Mo bis 3,0
W bis 3,0
(Mo + 2W) 1,0 bis 3,0
V 0,5 bis 1,3
Al 0,4 bis 1,4
Nb 0,04 bis 0,3
N 0,015 bis 0,04

aufweist.

4. Kaltarbeitsstahl nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß er in Gew.-%

C 0,9 bis 1,2
Si 0,8 bis 1,2
Mn 0,3 bis 1,0
Cr 7,0 bis 9,0
Mo bis 2,5
W bis 5,0
(Mo + 2W) 1,5 bis 2,5
V 0,6 bis 1,2

Al 0,5 bis 1,3

Nb 0,06 bis 0,2

N 0,02 bis 0,35

aufweist.

5. Verwendung eines Kaltarbeitsstahles nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 für Bauteile und Werkzeuge mit einer bei erhöhter Temperatur hergestellten Verschleißschicht.

6. Verwendung eines Kaltarbeitsstahles nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die oberflächennahe Schicht höhere Stickstoff- und/oder Kohlenstoffgehalte aufweist, und beispielsweise durch ein Nitrieren, Karbonitieren oder Aufkohlen bei Temperaturen unter 600 °C, insbesondere zwischen 350 °C und 570 °C, aufgebracht ist.

7. Verwendung eines Kaltarbeitsstahles nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hartstoffschiicht durch ein CVD- oder PVD- oder dergleichen-Verfahren bei Temperaturen unter 600 °C, insbesondere unter 570 °C, aufgebracht ist.

8. Verwendung des Kaltarbeitsstahles nach einem der Ansprüche 1 bis 7 für Stanzwerkzeuge.

Claims

1. A cold work steel with high compression strength and the following composition in % by weight

C 0.6 to 1.5
Si 0.2 to 1.6
Mn 0.2 to 1.2
Cr 5.0 to 10.0
Mo to 3.0
W to 6.0
(Mo + 2W) 1.0 to 3.0
V 0.3 to 1.5
Al 0.2 to 1.6
Nb to 0.5
N to 0.1

the remainder being iron and impurities caused by production.

2. A cold work steel according to Claim 1, characterised in that it has

Nb 0.02 to 0.35
N 0.01 to 0.06

in % by weight.

3. A cold work steel according to Claim 1 or 2, characterised in that it has

C 0.8 to 1.3



Si 0.7 to 1.4
 Mn 0.3 to 1.2
 Cr 6.0 to 9.0
 Mo to 3.0
 W to 3.0
 (Mo + 2W) 1.0 to 3.0
 V 0.5 to 1.3
 Al 0.4 to 1.4
 Nb 0.04 to 0.3
 N 0.015 to 0.04
 in % by weight.

4. A cold work steel according to one of Claims 1 to 3, characterised in that it has

C 0.9 to 1.2
 Si 0.8 to 1.2
 Mn 0.3 to 1.0
 Cr 7.0 to 9.0
 Mo to 2.5
 W to 5.0
 (Mo + 2W) 1.5 to 2.5
 V 0.6 to 1.2
 Al 0.5 to 1.3
 Nb 0.06 to 0.2
 N 0.02 to 0.35
 in % by weight.

5. A use of a cold work steel according to one of the previous Claims 1 to 4, for components and tools with a wearing course produced at elevated temperature.

6. A use of a cold work steel according to Claim 5, characterised in that the layer near to the surface has a higher nitrogen and/or carbon content and, by way of example, is applied by nitriding, carbonitriding or carburizing at temperatures below 600 °C, in particular between 350 °C and 570 °C.

7. A use of a cold work steel according to Claim 5 characterised in that a hard material layer is applied using a CVD or PVD process or a similar process at temperatures below 600 °C, in particular below 570 °C.

8. A use of cold work steel according to one of Claims 1 to 7, for punching tools.

Revendications

1. Acier à outils pour le façonnage à froid présentant une haute résistance à la compression et la composition suivante (en pourcentage pondéral) :

C 0,6 à 1,5
 Si 0,2 à 1,6
 Mn 0,2 à 1,2

Cr 5,0 à 10,0
 Mo jusqu'à 3,0
 W jusqu'à 6,0
 (Mo + 2W) 1,0 à 3,0
 V 0,3 à 1,5
 Al 0,2 à 1,6
 Nb jusqu'à 0,5
 N jusqu'à 0,1

le reste étant constitué de fer et d'impuretés résultant de la fabrication.

2. Acier à outils pour le façonnage à froid selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte (en pourcentage pondéral)

Nb 0,02 à 0,35
 N 0,01 à 0,06

3. Acier à outils pour le façonnage à froid selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte (en pourcentage pondéral)

C 0,8 à 1,3
 Si 0,7 à 1,4
 Mn 0,3 à 1,2
 Cr 6,0 à 9,0
 Mo jusqu'à 3,0
 W jusqu'à 3,0
 (Mo + 2W) 1,0 à 3,0
 V 0,5 à 1,3
 Al 0,4 à 1,4
 Nb 0,04 à 0,3
 N 0,015 à 0,04

4. Acier à outils pour le façonnage à froid selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte (en pourcentage pondéral)

C 0,9 à 1,2
 Si 0,8 à 1,2
 Mn 0,3 à 1,0
 Cr 7,0 à 9,0
 Mo jusqu'à 2,5
 W jusqu'à 5,0
 (Mo + 2W) 1,5 à 2,5
 V 0,6 à 1,2
 Al 0,5 à 1,3
 Nb 0,06 à 0,2
 N 0,02 à 0,35

5. Application d'un acier à outils pour le façonnage à froid selon l'une des revendications précédentes 1 à 4 pour des composants et des outils dotés d'une couche d'usure obtenue à haute température.

6. Application d'un acier à outils pour le façonnage à froid selon la revendication 5, caractérisée en ce que la couche proche de la surface présente une plus forte teneur en azote et/ou en carbone, et en ce qu'elle est déposée par



exemple par nitruration, carbonitruration ou cémentation à des températures inférieures à 600 °C, en particulier entre 350 °C et 570 °C.

5

7. Application d'un acier à outils pour le façonnage à froid selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'une couche de métal dur est déposée par un procédé CVD, PVD ou similaire à des températures inférieures à 600 °C, en particulier inférieures à 570 °C.

10

8. Application d'un acier à outils pour le façonnage à froid selon l'une des revendications 1 à 7 pour outillage de presse.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

