

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 306 609
A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **88106438.0**(51) Int. Cl.4: **C21D 8/00**(22) Anmeldetag: **22.04.88**(30) Priorität: **10.09.87 DE 3730379**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.03.89 Patentblatt 89/11(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT(71) Anmelder: **Kernforschungszentrum Karlsruhe
GmbH
Weberstrasse 5 Postfach 3640
D-7500 Karlsruhe 1(DE)**(72) Erfinder: **Wassilew, Christo
Kastanienweg 2
D-7513 Stutensee(DE)
Erfinder: Dafferner, Bernhard
Wendelinusstrasse 35
D-7520 Bruchsal 4(DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs oder Endproduktes aus einphasigem, hochlegiertem martensitischem Chromstahl durch Warm- und/oder Kaltverformung.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs oder Endproduktes aus einphasigem, hochlegiertem martensitischem Chromstahl durch Warm- und/oder Kaltverformung. Häufig treten bereits bei der Verarbeitung von hochlegierten martensitischen Stählen Rißbildungen durch Sprödbrecherscheinungen auf, die die weitere Verarbeitung in Frage stellen oder sogar völlig unmöglich machen. Solche Schäden können sich in manchen Fällen in hochbeanspruchten Anlagenteilen erst während der Beanspruchung bemerkbar machen und zu unvorhersehbaren Ausfällen führen.

Eine Untersuchung ergab, daß das Auftreten dieser Schäden nicht von der chemischen Zusammensetzung des Stahls, sondern von der Art der Bearbeitung abhängt und daß für diese Schäden der Gefügebestandteil δ -Ferrit verantwortlich ist, der sich häufig während der Verarbeitung des Stahls bildet.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von Halbzeugen und Endprodukten zu schaffen, das die Bildung von δ -Ferrit während der Stahlbearbeitung ausschließt bzw. durch das das evtl. während der Stahlbearbeitung gebildete δ -Ferrit wieder aufgelöst wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß

a) nach Kaltverformung mit einem Kaltverformungsgrad von mehr als etwa 20 %

b) nach Abschluß des Verformungsprozesses durch Warm- und /oder Kaltverformung zur Erzielung eines δ -ferritfreien Gefüges vor der Vergütungswärmebehandlung eine zusätzliche, als Stabilisierungsglühung bezeichnete Wärmebehandlung durchgeführt wird.

EP 0 306 609 A2

Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs oder Endprodukts aus einphasigem, hochlegiertem, martensitischem Chromstahl durch Warm- und/oder Kaltverformung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs oder Endprodukts aus einphasigem, hochlegiertem, martensitischem Chromstahl durch Warm- und/oder Kaltverformung.

Für bestimmte, hochbeanspruchte Anlagenteile wird als Werkstoff hochlegierter martensitischer Chromstahl verwendet. Üblicherweise werden solche Halbzeuge oder Endprodukte durch Kalt- und/oder Warmverformung hergestellt, wobei nach Kaltverformungen von mehr als etwa 20 % eine Wärmebehandlung in Vakuum, Inertgas- oder leicht reduzierender Atmosphäre durchgeführt wird.

Als Zwischenwärmebehandlung wird eine Weichglühung bei Temperaturen von etwa 600 bis 800 °C und einer typischen Glühdauer von 1 bis 2 Stunden vorgenommen, wobei die Temperaturen und die Glühdauer von der Stahlsorte abhängt. Für den Stahl 1.4914 beispielsweise beträgt die Glüh-temperatur der Zwischenwärmebehandlung 700 - 780 °C.

Durch die Zwischenglühbehandlung wird die während des Walzens, Ziehens, Pilgerns oder Rundhämmerns entstehende Materialverfestigung abgebaut.

Die Abschlußwärmebehandlung der Halbzeuge oder Endprodukte aus martensitischen Stählen ist die Vergütungswärmebehandlung. Diese besteht aus der Austenitisierungsglühung (Härteglühung), an die sich ein Anlaßglühung, die zur Verbesserung der Zähigkeit führt, anschließt. Die Austenitisierungsglühung wird bei Temperaturen oberhalb der A_{C1} -Temperatur und einer typischen Glühdauer von 0,1 - 1 h vorgenommen. Für den Stahl 1.4914 liegt beispielsweise die Temperatur der Austenitisierungsglühung bei 1075 °C und die Glühdauer bei 0,5 - 1 h. Die anschließende Anlaßglühung wird bei Temperaturen unterhalb der A_{C1} -Temperatur mit einer typischen Glühdauer von 1 - 2 h durchgeführt. Für den Stahl 1.4914 wird die Temperatur der Anlaßglühung je nach gewünschter Festigkeit und Zähigkeit des Halbzeugs oder Endprodukts bei Temperaturen zwischen etwa 580 und 780 °C gewählt. Die Dauer der Anlaßwärmebehandlung liegt bei 1 - 2 h.

Die Dauer der Wärmebehandlungen soll bei Platten mit einer Wandstärke über 10 mm bzw. bei Stangen mit einem Durchmesser von mehr als 15 mm um jeweils 1 - 2 Minuten pro zusätzlichem mm erhöht werden.

Nach jeder Wärmebehandlung wird auf Raumtemperatur abgekühlt. Die Abkühlung erfolgt an Luft mit einer minimalen Abkühlgeschwindigkeit von 30 K/min bei Austenitisierungsglühungen und von maximal 15 K/min bei Anlaß- und Weichglüh-

ungen.

Häufig treten bereits bei der Verarbeitung von hochlegierten martensitischen Stählen nach diesem Verfahren Rißbildungen durch Sprödbrecherscheinungen auf, die die weitere Verarbeitung in Frage stellen oder sogar völlig unmöglich machen. Solche Schäden können sich in manchen Fällen in hochbeanspruchten Anlagenteilen erst während der Beanspruchung bemerkbar machen und zu unvorhersehbaren Ausfällen führen.

Eine Untersuchung ergab, daß das Auftreten dieser Schäden nicht von der chemischen Zusammensetzung des Stahls, sondern von der Art der Bearbeitung des Stahls abhängt. Selbst Halbzeuge oder Endprodukte, die aus derselben Charge stammten, weisen unterschiedliche mechanische Eigenschaften und eine unterschiedliche Neigung zur Sprödbbruchrißbildung auf.

Weitere Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß für diese Schäden der Gefügebestandteil δ -Ferrit verantwortlich ist, der sich häufig während der Verarbeitung des Stahls bildet.

Die Bildung dieser δ -Ferrit-Phase wird vor allem durch die Folge Kaltverformung/Zwischenglühung begünstigt. Die Neigung zur δ -Ferrit-Bildung nimmt mit der Zunahme der Zyklenanzahl bzw. des Kaltverformungsgrades zu. Dabei wird die Austenitisierungstemperatur, ab der die δ -Ferrit-Bildung einsetzt, erniedrigt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von Halbzeugen und Endprodukten zu schaffen, das die Bildung von δ -Ferrit während der Stahlbearbeitung ausschließt bzw. durch das das evtl. während der Stahlbearbeitung gebildete δ -Ferrit wieder aufgelöst wird, so daß ein beliebig hoher Verformungsgrad erreicht werden kann und nach Abschluß der Formgebungs- und Vergütungsbehandlung unabhängig von der Anzahl der Folgen Kaltverformung/Wärmebehandlung ein einphasiges δ -ferritfreies Material zur Verfügung steht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß

a) nach Kaltverformung mit einem Kaltverformungsgrad von mehr als etwa 20 %

b) nach Abschluß des Verformungsprozesses durch Warm- und/oder Kaltverformung zur Erzielung eines δ -ferritfreien Gefüges vor der Vergütungswärmebehandlung eine zusätzliche, als Stabilisierungsglühung bezeichnete Wärmebehandlung durchgeführt wird.

Diese Stabilisierungsglühung wird vorteilhaft bei einer Temperatur oberhalb A_{C1} Temperatur, jedoch unterhalb der Austenitisierungstemperatur für den jeweiligen Stahl, vorzugsweise bei 950 °C,

in Vakuum, Inertgas- oder leicht reduzierender Atmosphäre durchgeführt.

Die erfindungsgemäße, zusätzliche Stabilisierungsglühung vor den Zwischenwärmebehandlungen bzw. vor der Vergütungswärmebehandlung ist unerlässlich, wenn durch aufeinanderfolgende Kaltverformungsschritte, insbesondere durch Ziehen, Walzen, Pilgern oder Rundhämmern ein hoher Gesamtkaltverformungsgrad angestrebt wird, da sich sonst die Verarbeitbarkeit des Materials zunehmend verschlechtert und bei weiterer Verformung Schäden durch Rißbildung auftreten, die auf die erhöhte Sprödbbruchneigung durch den gebildeten δ -Ferrit-Anteil zurückzuführen sind. Solche Schäden können jedoch auch erst am beanspruchten fertigen Produkt auftreten. Durch die zusätzliche Stabilisierungsglühung wird die Ursache der erhöhten Sprödbbruchneigung, die Entstehung von δ -Ferrit während der Verarbeitung, wirksam beseitigt. Bereits gebildetes δ -Ferrit kann durch die Stabilisierungsglühung wieder aufgelöst werden. Bei vollständig oder hauptsächlich durch Warmverformung hergestellten Halbzeugen oder Endprodukten reicht eine vor der Vergütungsbehandlung durchgeführte Stabilisierungsglühung aus.

Wie Gefügebilder zeigen, ist es durch die zusätzliche Stabilisierungsglühung möglich, ein δ -Ferrit-freies und somit einphasiges Material zu erhalten; etwaige δ -Ferrit-Anteile, die sich während der Verformung gebildet haben, werden durch die Stabilisierungsglühung aufgelöst.

Die Erfindung wird anhand folgender Anwendungsbeispiele näher erläutert:

Beispiel 1:

Fertigung von nahtlosen Rohren durch Zieh- und Zwischenglühfolgen.

Fig. 1 zeigt ein Gefügebild eines nahtlosen Rohres aus dem 12 %-igen Chromstahl 1.4914, das durch mehrere Folgen von Zieh-Kaltverformungsvorgängen und Zwischenglühungen (780 °C, 1h) mit einem Gesamtverformungsgrad von etwa 70 % entstanden ist. Die Austenitisierungsglühung erfolgte bei 1075 °C (1/2h), die Anlaßglühung bei 750 °C (2h). Nach der Austenitisierungsglühung wurde durch Anblasen mit Argon (>30 °C/min) abgekühlt; die Abkühlgeschwindigkeit nach der Anlaßglühung ist 15 °C/min. Aus der Fig. 1 erkennt man, daß das Gefüge dieses Rohres δ -Ferrit in erheblicher Menge enthält. Das Rohr wurde bei der weiteren Bearbeitung durch Rißbildung zerstört. Die genaue Analyse der Rißbildung zeigte, daß die Risse an der Phasengrenze δ -Ferrit/Matrix entstehen.

Fig. 2 zeigt ein Gefügebild eines nahtlosen Rohres derselben Stahlszusammensetzung, das wie oben beschrieben bearbeitet wurde, jedoch mit

dem Unterschied, daß nach jeweils 20-25 %-iger Kaltumformung vor der Zwischenwärmebehandlung eine Stabilisierungsglühung bei 950 °C mit einer Dauer von 2h durchgeführt wurde. Ebenso wurde vor der abschließenden Vergütungswärmebehandlung eine Stabilisierungsglühung (950 °C, 2h) durchgeführt. Nach den Stabilisierungsglühungen wurde durch Anblasen mit Argon abgekühlt.

Aus der Fig.2 ist deutlich zu erkennen, daß das Gefüge einphasig und δ -Ferrit frei ist.

Beispiel2:

Fig. 3 zeigt ein Gefügebild einer 5,5 mm dicken Platte aus dem 12 %-igen Chromstahl 1.4914, die durch Walzen mit einem Gesamtkaltverformungsgrad von 75 % hergestellt wurde, wobei nach jeweils 25 % Kaltverformung eine Zwischenglühung erfolgte. Nach Erreichen eines Kaltverformungsgrades von 75 % wurde eine Vergütungsbehandlung durchgeführt. Die Bedingungen der Wärmebehandlungen entsprachen denen von Beispiel 1. Die δ -Ferrit-Anteile sind deutlich zu erkennen.

Fig. 4 zeigt ein Gefügebild einer Platte derselben Stahlsorte, die in derselben Weise hergestellt wurde, wobei jedoch vor jeder Zwischenglühung und vor der Vergütungsbehandlung eine Stabilisierungsglühung bei 950 °C mit einer Glühdauer von 2 h (Abkühlung durch Anblasen mit Argon) durchgeführt wurde. Aus Fig. 4 ist deutlich zu erkennen, daß das Gefüge einphasig und δ -Ferrit frei ist.

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Halbzeugs oder Endprodukts aus einphasigem, hochlegiertem martensitischem Chromstahl durch einen oder mehrere aufeinanderfolgende Warm- und/oder Kaltverformungsschritte,

dadurch gekennzeichnet, daß

a) nach Kaltverformungen mit einem Kaltverformungsgrad von mehr als etwa 20 %

b) nach Abschluß des Verformungsprozesses durch Warm- und/oder Kaltverformung

zur Erzielung eines δ -ferritfreien Gefüges vor der Vergütungswärmebehandlung eine zusätzliche, als Stabilisierungsglühung bezeichnete Wärmebehandlung durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stabilisierungsglühung bei einer Temperatur oberhalb der A_{C1} -Temperatur, jedoch unterhalb der Austenitisierungstemperatur für

den jeweiligen Stahl, vorzugsweise bei 950 °C, in Vakuum, Inertgas- oder leicht reduzierender Atmosphäre durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Glühdauer der Stabilisierungsglühung in Abhängigkeit von der Stahlsorte mindestens 1/4 Stunde, vorzugsweise 2 Stunden, beträgt. 5

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Glühdauer bei Platten mit einer Dicke von mehr als 10 mm bzw. bei Stangen mit einem Durchmesser von mehr als 15 mm jeweils um 1 - 2 Minuten pro mm größerer Materialstärke verlängert wird. 10

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkühlung nach der Stabilisierungsglühung schneller als 30 K/min erfolgt. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

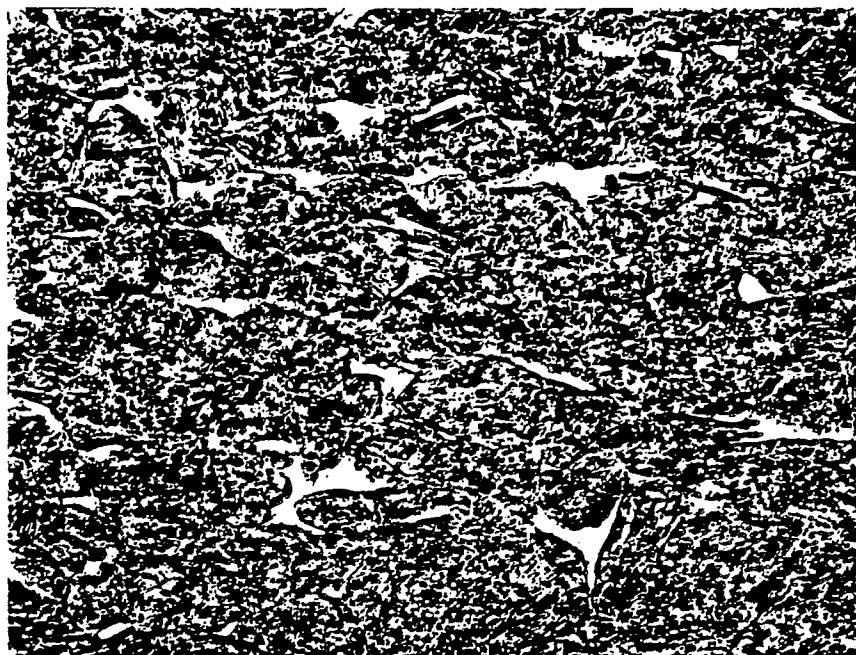


Fig.1

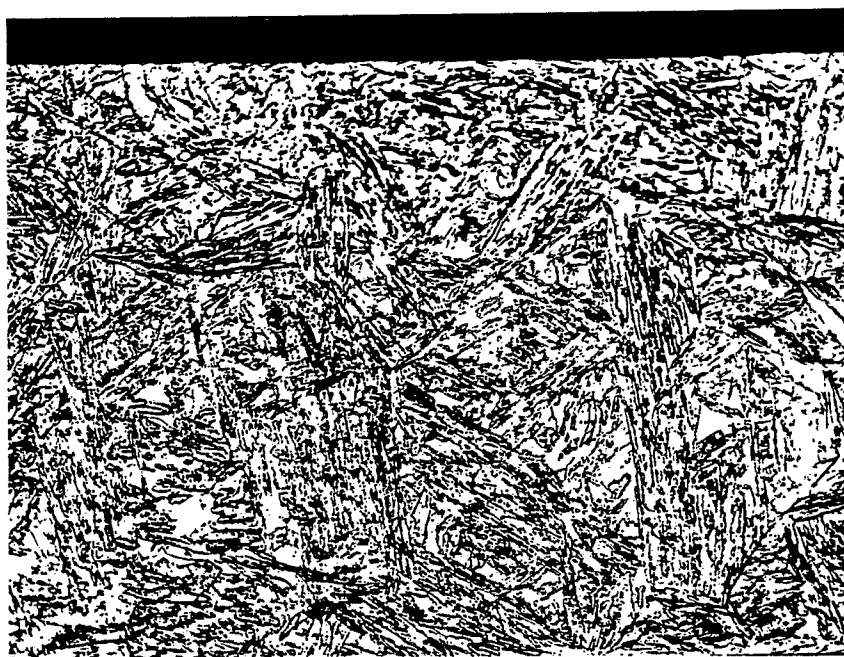


Fig.2

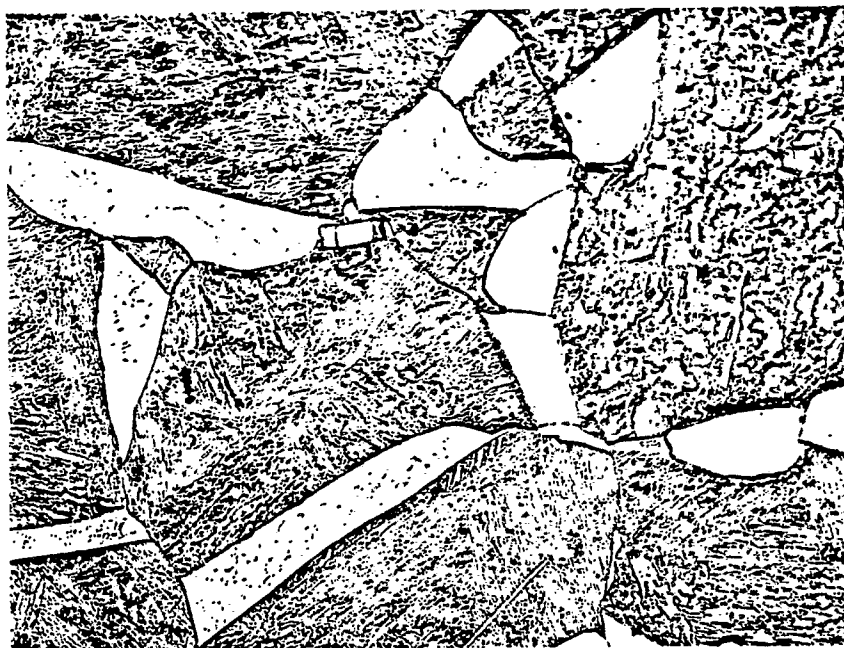


Fig. 3



Fig. 4