

Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Ausscheidungen in einer Aluminium-Kupfer-Legierung

M. v. Heimendaal und G. Wassermann, Clausthal-Zellerfeld

Mit Hilfe der elektronenmikroskopischen Durchstrahlungstechnik wurden die *Guinier-Preston-Zonen* GP(II) sowie die Θ' -Ausscheidungen und die Θ -Ausscheidungen in einer Al-4% - Cu-Legierung untersucht. Durch abwechselnde Wärmebehandlungen und elektronenmikroskopische Beobachtung bestimmter Probenstellen konnte insbesondere die bisher offene Frage geklärt werden, wie sich die Übergänge zwischen den drei Zuständen im einzelnen vollziehen. Es stellt sich heraus, daß beim Übergang $\text{GP(II)} \rightarrow \Theta'$ die Θ' -Kristalle genau an den Stellen entstehen, an denen vorher GP(II)-Zonen vorhanden waren. Hierbei haben die Θ' -Platten auch den gleichen Durchmesser, jedoch eine größere Dicke als die Zonen, aus denen sie hervorgegangen sind.

Im Gegensatz dazu vollzieht sich der Übergang von der metastabilen Θ' -Phase zur Gleichgewichtsphase Θ durch eine Auflösung der Θ' -Kristalle und Neuwachstum von Θ -Kristallen. Allerdings entstehen hierbei die Θ -Keime in allen beobachteten Fällen entweder an Punkten, wo sich auflösende Θ' -Kristalle liegen, oder in einer Korngrenze. Beide Kristallarten haben eine gänzlich verschiedene Form: während die Θ' -Kristalle sehr dünne, auf Würfelflächen liegende Platten sind (drei verschiedene Systeme), haben die Θ -Kristalle im allgemeinen eine mehr kompakte, tropfenförmige Gestalt.

Die Zink-Knetlegierung Zn-Cu-Ti

E. Pelzel, Stolberg/Rhld.

Zinkknetlegierungen besitzen eine für den praktischen Gebrauch zu geringe Dauerfestigkeit (2-3 kg/mm²/1% Dehnung pro Jahr). Damit unterscheiden sie sich sehr wesentlich von Zinkgußlegierungen, und es lag nahe, durch eine Glühbehandlung das Dauerstandverhalten zu verbessern. Damit aber ist einsetzende Rekristallisation verbunden, was vor allem bei bandgewalztem Material zu abnehmendem Formänderungsvermögen, besonders quer zur Walzrichtung, führt. Bei diesen Legierungen bleibt somit die Glühbehandlung auf Fertigteile beschränkt. Geringe Titangehalte verhindern die Grobkornbildung bei Glühbehandlungen bis 350 °C. Zweckmäßig sind untereutaktische Titangehalte. Die genaue Lage der eutektischen Konzentration wurde zu 0,18% Ti ermittelt. Die Gefügeausbildung im Block ist von der Abkühlungsgeschwindigkeit abhängig und bestimmt weitgehend das technologische Verhalten im gewalzten Zustand. Die Glühbeständigkeit ermittelte der Vortr. durch Dehnungsmessungen im Bruchabschnitt der Zerreißproben (δ 10%) und durch die Beurteilung der Faltkante bei der Faltung von 180°. Titanhaltige Legierungen ergaben praktisch konstante Dehnungswerte bei Glühtemperaturen von 150 bis 350 °C bei bruchfreier Faltung. Bei konstanten Titangehalten wird mit steigendem Kupfergehalt eine Erhöhung der Festigkeit erreicht, wobei die Dehnungswerte und die Biegezahlen in der Größenordnung brauchbare Werte bleiben. Die Dauerstandfestigkeit wird definiert durch jene spezifische Belastung, die eine bleibende Längung von 1% pro Jahr zur Folge hat. Für geglühte Zink-Kupfer-Titan-Legierungen werden bei Raumtemperatur parallel zur Walzrichtung 7 bis 8 kg/mm², senkrecht zur Walzrichtung 8 bis 9 kg/mm² erreicht.

Über einen Nachschmelzeffekt in reinen Metallen

B. Predel, Münster/Westf.

Erhitzungskurven, die an reinen Metallen nach der Methode der Differential-Thermoanalyse aufgenommen wurden, weisen einen Verlauf auf, der von dem für die verwendete Versuchsanordnung zu erwartenden Kurvenzug abweicht, wenn für den Schmelzprozeß die Bedingungen einer Phasenumwandlung I. Ordnung zugrunde gelegt werden. Die Abwei-

chung beruht auf einer Wärmeabsorption, die sich unmittelbar an den Schmelzprozeß anschließt. Verunreinigungen und apparative Fehlermöglichkeiten können für das Auftreten dieses Nachschmelzeffektes nicht verantwortlich sein, da einerseits Metalle hoher Reinheit und andererseits verschiedene Versuchsanordnungen verwendet wurden.

Der Nachschmelzeffekt ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß bei der Zerstörung des Gitterzusammenhangs am Schmelzpunkt nicht ausschließlich ein atomare Schmelze entsteht, sondern auch noch Bereiche erhalten bleiben, die eine größere Anzahl von Atomen umfassen und in denen eine ähnliche Nahordnung wie im festen Zustand vorliegt. Diese Bereiche werden mit steigender Temperatur zunehmend aufgelöst. Von den untersuchten Metallen Ga, In, Sn, Bi, Tl, Cd, Pb, Zn, Sb und Al weisen In, Al und Cd die kleinsten (etwa 4% der Schmelzenthalpie), Sb und Bi die größten Nachschmelzeffekte (13 bzw. 14% der Schmelzenthalpie) auf. Ein thermischer Effekt beim Abkühlen der Metallproben, der dem in Erhitzungskurven gefundenen Nachschmelzeffekt entsprechen würde, konnte nicht beobachtet werden, woraus auf die Irreversibilität der den Nachschmelzeffekt bedingenden Vorgänge zu schließen ist.

Einige Ergebnisse von Diffusionsversuchen im System Ti-Ag

R. Reinbach und D. Fischmann, Hanau

Bei der Diffusion zwischen Titan und Silber zwischen 600 °C und 900 °C entsteht zunächst nur die intermetallische Phase TiAg, deren Breitenwachstum jedoch nicht dem parabolischen Zeitgesetz folgt. Läßt man die Diffusion zwischen Titan und TiAg als Komponenten ablaufen, so beobachtet man nunmehr auch die Bildung der Phase Ti_3Ag . Weitere Phasen, insbesondere auf der Ag-reichen Seite des Systems Ti-Ag konnten nicht festgestellt werden. Aus den Diffusionsversuchen wurden neue Angaben über die Löslichkeit von Ag in α -Ti gewonnen. Sie beträgt bei 750 °C etwa 10% Ag, bei 700 °C etwa 9% Ag und bei 600 °C etwa 6% Ag und weist demnach eine erhebliche Temperaturabhängigkeit auf.

Untersuchung der Ausscheidungsvorgänge in einer Nickel-Chrom-Legierung mit Zusätzen von Titan und Aluminium

P. Schwaab und K. Hagen, Duisburg

Es ist bekannt, daß Legierungen auf Nickelbasis mit Zusätzen von Titan und Aluminium eine Aushärtung zeigen. Obwohl über den entscheidenden Einfluß von Titan und Aluminium an sich keine Meinungsverschiedenheiten bestehen, weichen die Angaben über die Ursachen des Härteanstieges z. T. erheblich voneinander ab. Teils werden auf Grund röntgenographischer Ergebnisse Zonen – ähnlich wie beim Duralumin – angenommen, teils die Ausscheidung feinster Teilchen der γ' -Phase Ni_3Al .

Es war daher von Interesse, an einer solchen Legierung die Ausscheidungsvorgänge im einzelnen zu untersuchen. Für die Versuche stand ein Werkstoff mit 0,2% C, 70,5% Ni, 16,6% Cr, 6,8% Fe sowie 3,2% Ti und 0,3% Al zur Verfügung. Die Proben wurden bei 1150 °C lösungsgeglüht und anschließend 5 min bis 1600 h zwischen 600 und 900 °C angelassen. An den geglühten Proben wurde zunächst die Härte gemessen und anschließend das Gefüge lichtmikroskopisch und vor allem im Elektronenmikroskop mit Hilfe von Ausziehadrücken und durch elektrolytisches Polieren hergestellten dünnen Folien untersucht.

Die Versuche ergaben, daß bei der vorliegenden Legierung, abgesehen vom Carbid M_2C_6 , die η -Phase Ni_3Ti die einzige stabile Ausscheidungsphase ist. Die η -Phase scheidet sich diskontinuierlich aus. Gleichzeitig oder noch vor der η -Phase bilden sich feinste Teilchen der metastabilen γ' -Phase Ni_3Al . Diese bewirken den z. T. sehr hohen Härteanstieg. Jedoch besteht kein einfacher Zusammenhang zwischen Zahl und Größe