

Über die Spannungsentfestigung (Worksoftening-Effekt) an vielkristallinem Aluminium

Von P. DERNER und E. KAPPLER

Physikalisches Institut der Universität Münster
(Z. Naturforsch. 14 a, 1082 [1959]; eingegangen am 4. November 1959)

Temperaturwechselversuche an vielkristallinem Aluminium führten zu denselben Ergebnissen, wie sie von COTTRELL¹ und Mitarbeitern an Einkristallen gefunden wurden. Es tritt beim Übergang von hoher zu tiefer Temperatur (bei unseren Versuchen von 20 °C nach -195 °C) eine reversible Streckgrenzenerhöhung auf (AB in Abb. 1). Das Streckgrenzenverhältnis (BC:AC)

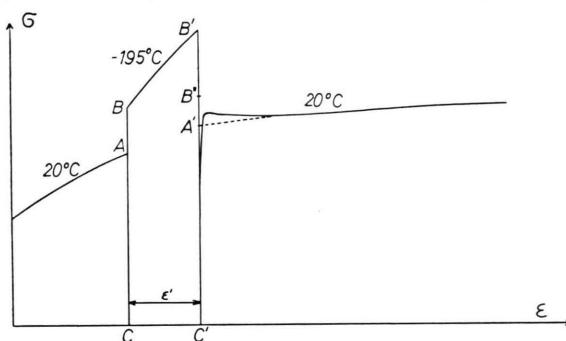


Abb. 1. Ausschnitt eines Spannungs-Dehnungs-Diagrammes beim Temperaturwechselversuch.

ist bei größeren Dehnungen unabhängig vom Verformungsgrad ε und hat sowohl bei Al wie auch bei Cu denselben Wert wie beim Einkristall. Er hängt bei Al weder von der Korngröße noch vom Reinheitsgrad ab. Nur bei sehr kleinen Dehnungen zeigte technisch reines Al und Cu größere Werte, die dann auch von der Korngröße abhängen. Man kann diese Erscheinungen auf Vorgänge an den Korngrenzen zurückführen.

Beim umgekehrten Temperaturwechsel tritt neben der reversiblen Streckgrenzenänderung (B'B'' in Abb. 1) auch eine irreversible Änderung (B'A') auf, wie auch vom Einkristall her bekannt ist (Worksoftening-Effekt). Betrachtet man das Streckgrenzenverhältnis B'C':A'C', so ist dieses keineswegs konstant. Es zeigt sich, daß es unabhängig von der Vorgesichte des Materials ist (mechanische oder thermische Behandlung) — d. h. also insbesondere unabhängig davon, an welcher Stelle des Spannungs-Dehnungs-Diagramms der Versuch gemacht

¹ A. H. COTTRELL u. R. J. STOKES, Proc. Roy. Soc., Lond. A **233**, 17 [1956]. — M. A. ADAMS u. A. H. COTTRELL, Phil. Mag. **46**, 1187 [1955].

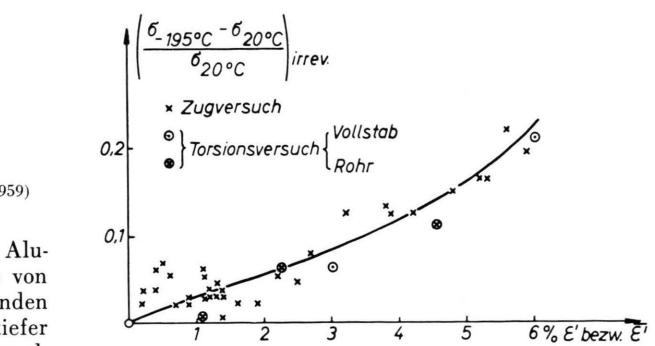


Abb. 2. Abhängigkeit der irreversiblen relativen Spannungsänderung von der Zwischenverformung.

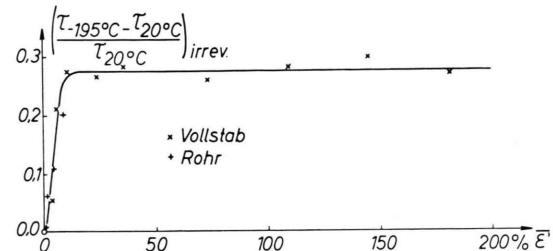


Abb. 3. Abhängigkeit der irreversiblen relativen Spannungsänderung ($\tau_{-195^{\circ}\text{C}} - \tau_{20^{\circ}\text{C}}$)_{irrev.} von der mittleren Zwischenverformung beim Torsionsversuch.

wird. Es wurde gefunden, daß es in eindeutiger Weise nur von der tieferen Temperatur vorhergegangenen Zwischenverformung ε' abhängig ist, und zwar nimmt es mit ε' zu (Abb. 2). Daneben beobachtet man nach erfolgter Spannungsentfestigung bei erneuter Tieftemperaturverformung auch bei hohen Spannungen einen linearen Anfangsteil.

Diese Erscheinungen können durch die Annahme erklärt werden, daß innerhalb eines bestimmten Abstandes vor einer LOMMER-COTTRELL-Versetzung nur eine allein durch die Temperatur bestimmte Höchstzahl von Schraubenversetzungen stabil ist, und zwar daß sie bei tieferer Temperatur größer ist.

Diese Vorstellung führt zu der Folgerung, daß mit zunehmender Zwischenverformung das Streckgrenzenverhältnis gegen einen Sättigungswert gehen muß. Dieser Zustand liegt dann vor, wenn ε' so groß ist, daß die für die tiefere Temperatur geltende Höchstzahl von angesauten Versetzungen erreicht ist. Das entsprechende Experiment läßt sich beim Zugversuch wegen der unvermeidlichen Einschnürung nicht durchführen. Es wurde deshalb beim Torsionsversuch durchgeführt, wo sich wesentlich höhere Verformungsgrade erzielen lassen. Abb. 3 zeigt das Ergebnis.

