

8.3 MECCANISMI DEL CREEP

I meccanismi del creep sono vari a seconda dei materiali e delle condizioni di tensione e di temperatura. Grossolanamente si possono tutti considerare causati da moti di atomi, che provocano un riassetamento del reticolo cristallino. La dipendenza del fenomeno dalla temperatura è data da una legge 'tipo Arrhenius', cioè da

$$\dot{\epsilon} = A \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad (1)$$

in cui A è un parametro la cui dipendenza funzionale varia a seconda del meccanismo, E è l'energia di attivazione e R è la costante dei gas. Si interpreta questa dipendenza dicendo che gli atomi si trovano in posizioni ben definite e che per far saltare un atomo da una posizione all'altra occorre fornirgli dell'energia, cioè appunto l'energia di attivazione.

Per un solido amorfo si ha il creep viscoso, analogo alla viscosità dei liquidi, e la velocità di deformazione è data da

$$\dot{\epsilon} = A_1 \sigma \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$$

Per i solidi cristallini si hanno due meccanismi diversi: il *flusso diffusionale* e il *creep da dislocazioni*. Il primo, che si presenta ad alte temperature e tensioni relativamente basse, è legato al moto delle vacanze; il secondo, che si presenta a tensioni alte, è legato al moto delle dislocazioni. La prevalenza dell'uno o dell'altro meccanismo è illustrato in coordinate adimensionali in grafici simili a quello di fig. 35.

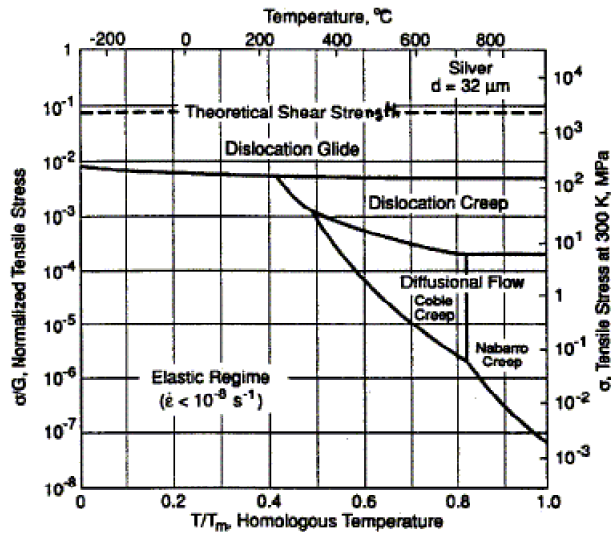


Figura 35: Mappa di deformazione per l'argento puro con dimensione del grano $32\mu\text{m}$. Da Dowling, 1993. Adattato da Ashby, M.F., 1972, "A First Report on Deformation Mechanism Maps, *Acta Metallurgica*, 20, 887-897.

Nel flusso diffusionale, se le vacanze si muovono all'interno del reticolo si ha il creep di Nabarro-Herring

$$\dot{\epsilon} = \frac{A_2 \sigma}{d^2 T} \exp\left(-\frac{E_v}{RT}\right)$$

se le vacanze si muovono lungo il bordo dei grani si ha il creep di Coble

$$\dot{\epsilon} = \frac{A'_2 \sigma}{d^3 T} \exp\left(-\frac{E_b}{RT}\right).$$

In queste espressioni d è il diametro medio dei grani.

Il moto delle dislocazioni può avvenire in due modi: moto di scivolamento (glide), ossia spostamento sul proprio piano di scorrimento, e moto di risalita (climb), ossia perdita o aggiunta di una fila di atomi al semipiano soprannumerario.

Il moto di scivolamento presenta un'energia di attivazione assai bassa, per non dire nulla, è determinato dalla sola tensione, purché sufficientemente alta, e conduce a deformazioni plastiche. Il moto di risalita dà invece luogo al creep da dislocazioni, che si caratterizza per una forte dipendenza dalla tensione

$$\dot{\epsilon} = \frac{A'_2 \sigma^n}{T} \exp\left(-\frac{E}{RT}\right).$$

in cui n è dell'ordine di 5. Questo è il modo tecnicamente più importante e giustifica la legge di Bayley, alla quale si riconduce per T costante.