
APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE MODELOS MATEMÁTICOS DE MATERIALES SUPERPLÁSTICOS, APLICADOS A MATERIALES ALTAMENTE DÚCTILES Y SUS FUTURAS APLICACIONES EN EL ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS**RODRIGO ALEJANDRO VALLE FUENTES
INGENIERO CONSTRUCTOR****RESUMEN**

En la presente memoria se analizan modelos matemáticos que generan la posibilidad de predecir curvas de esfuerzo σ versus tasa de deformación unitaria $\dot{\epsilon}$ para diversas aleaciones policristalinas de grano fino (tamaño de grano menor a $10\mu\text{m}$). La deformación plástica se lleva a cabo por medio del resbalamiento de los granos que conforman el sólido, reacomodándose constantemente sin generar espacio entre ellos durante el proceso. Para que esto sea posible se requiere que el esfuerzo cortante en el plano de borde compartido sea mayor a un valor crítico T_c . De esta manera se desarrollan dos modelos teóricos para la deformación plástica de materiales policristalinos de grano fino. Por una parte, está el modelo Lagos (modelo A) que plantea como hipótesis que para un material policristalino refinado, cuya masa intergranular está orientada de manera homogénea, donde los granos que la conforman adaptan sus formas para producir el deslizamiento, y mantener la unión con sus granos adyacentes. La velocidad relativa $\Delta v_i'$ con que deslizan los granos es proporcional a las componentes del esfuerzo cortante que actúa en el plano de borde compartido. Con base a lo anterior se genera una ecuación constitutiva para la tasa de deformación unitaria $\dot{\epsilon}$ en función de la tensión σ , temperatura y constantes físicas. La presente función es válida sólo para deformaciones pequeñas. Por otra parte el modelo Lagos-Retamal (modelo B) en base al modelo anterior busca ampliar el rango de aplicación con la hipótesis de que la velocidad relativa $\Delta v_i'$ con que deslizan los granos es proporcional a la diferencia entre el esfuerzo de corte en el plano de borde compartido y el esfuerzo cortante crítico T_c . Con dicha hipótesis se genera una ecuación constitutiva para la tasa de deformación unitaria $\dot{\epsilon}$ al igual que el modelo anterior, no obstante, se amplía el rango de aplicación para deformaciones más grandes, abarcando todos los materiales superplásticos. Dado que la superplasticidad está asociada a una alta ductilidad, manteniendo la condicionante de sólidos de grano fino, las bases físicas antes mencionadas deberían ser aplicables a materiales de alta ductilidad. De esta manera, dado que la tasa de deformación $\dot{\epsilon}$ es la derivada temporal de la

deformación ϵ , a partir de los modelos anteriores se genera una función para determinar valores finitos de la deformación unitaria ϵ en función del esfuerzo σ , tasa de deformación $\dot{\epsilon}$, temperatura y constantes físicas. Dicha función nace de una aproximación realizada al modelo B, por lo cual logra predecir las curvas de esfuerzo σ versus deformación unitaria σ durante la deformación plástica de sólidos de alta ductilidad y de grano fino.

ABSTRACT

In this thesis, mathematical models will be analyzed, these models generate the possibility of predicting force curves σ versus unit deformation rate $\dot{\epsilon}$ for various fine-grained polycrystalline alloys (size under $10 \mu\text{m}$). The plastic deformation is carried out by means of sliding of the grains conforming the solid, constantly accommodating themselves without generating space between them during the process. For this to be possible, requires that the shear stress in the shared plane edge to be higher than a critical value T_c . According to the above, two theoretical models will be developed for the plastic deformation of fine-grain materials. On one side, the Lagos model (model A) proposes as a hypothesis that for a refined polycrystalline material, whose intergranular mass it is oriented homogeneously, and the grain that conform it adapt their forms to produce the slip and maintain the union with its adjacent grains. The relative velocity $\Delta v_i'$ with which the grains slide is proportional to the shear stress components acting in the shared edge plane. Based on the above, a constitutive equation for the unit strain rate $\dot{\epsilon}$ is generated as a function of tension σ , temperature and physical constants. This function is only valuable for small deformations. On the other side, the Lagos-Retamal model (model B), according to the previous model seeks to extend the application range with the hypothesis that relative velocity $\Delta v_i'$, with which the grains slide is proportional to the difference between the shear stress in the shared edge plane and the critical shear stress T_c . This hypothesis generates a constitutive equation for the unit strain rate $\dot{\epsilon}$, just like the previous model. However, the application range for larger deformations is extended, including all superplastic materials. Since superplasticity is associated with a high ductility, maintaining the conditioning of fine grain solids, the physical bases mentioned before should be applicable to high ductility materials. Considering that the deformation rate $\dot{\epsilon}$ is the temporal derivative of the deformation ϵ , based on the previous models, a function is generated to determine finite values of the unit deformation ϵ in function of the force σ , deformation rate $\dot{\epsilon}$, temperature and physical constants. This function is born from an approach made to model B, which makes it possible to predict the stress curves σ versus unit strain σ , during the plastic deformation of high ductility, and fine grain solids.