

(آزمایش خزش)

خزش: پدیده‌ای است که در آن ماده تحت بار ثابت در دمای بالا به تدریج تغییر شکل دائمی دهد. این تغییر شکل در طول زمان رخ می‌دهد و عموماً در شرایطی دیده می‌شود که تنش‌های کمتر از حد الاستیک باشد.

مراحل خزش: ① مرحله اول ② مرحله ثانویه ③ مرحله سوم

① ← primary creep ② ← steady-state creep

③ ← Tertiary creep

در مرحله اول نرخ خزش به مرور کاهش می‌یابد. این رفتار ناشی از سخت شدن ماده به دلیل کار سختی است. در مرحله دوم، نرخ خزش ثابت می‌شود. این مرحله اهمیت زیادی در کاربرد های مهندسی دارد زیرا طولانی‌ترین بخشی خزش است. در این مرحله، نرخ خزش افزایش یافته و منجر به شکست ماده می‌شود. در این حالت، نقص‌های ساختاری مانند حفره‌ها، مایکرو ترک‌ها و سایر موارد می‌توانند.

فاکتورهای سوتر بر خزش ۱) دماهای کاری: خزش در دماهای بالا (معمولاً بالای ۰.۴

دما خوب ماده بر حسب مکانی (غالب است).

۲) تنش اعمالی ۳) اثرات تنش، منفی خزش را افزایش می دهد.

۳) زمان ۴) خزش یک پدیده وابسته به زمان است، هرچه مدت زمان اعمال

تنش بیشتر باشد، خزش بیشتری رخ می دهد.

۴) ساختار ماده ۵) اندازه دانه، فازهای موجود، مرز دانه ها تأثیر قابل توجهی

در رفتار خشی دارند.

۵) محیط ۶) محیط های خورنده می تواند رفتار خشی را تسریع کند.

dislocation glide
diffusion creep
grain boundary sliding

مکانیزم های خزش

ASTM E139 خزش در دماهای بالا

ISO 204 خزش در دماهای پایین

استانداردهای تست خزش

بررسی نمودار خزش :

① مرحله اولیہ ہے ٹیب کاھٹنے می باید

② مرحله ثانیہ ہے ٹیب تقریباً ثابت است

③ مرحله سوم ہے ٹیب امتزائیں یافتہ رجب ٹک سے رہ

انبات رجب دست آوردن ٹیب در مرحله دوم :

$$d\sigma = \frac{\partial \sigma}{\partial t} dt + \frac{\partial \sigma}{\partial \epsilon} d\epsilon \quad \sigma = \epsilon e \Rightarrow d\sigma = 0$$

$$\rightarrow \dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt} = - \frac{\frac{\partial \sigma}{\partial t}}{\frac{\partial \sigma}{\partial \epsilon}} = - \frac{r}{h}$$

r = آھٹ بازایی
 h = آھٹ کارستی

$$\dot{\epsilon} = \alpha \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

رابطہ 1 - از دما بر خزش

$$Q = \frac{R \ln \frac{\dot{\epsilon}_1}{\dot{\epsilon}_2}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

رابطہ 2 - نقل کیر رابطہ 1 براں مقام دمار غے ہا

$$\dot{\epsilon} = A \exp(B \cdot \sigma)$$

رابطہ 3 - انرستی بر خزش

خاسته 2: ابتدا باید Q را بدست بیاوریم

$$Q = \frac{R h \left(\frac{\dot{\epsilon}_1}{\dot{\epsilon}_2} \right)}{\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}$$

استفاده از روابط 1, 2

درامتات تنبلیت

$$T_1 = 240^\circ\text{C} = 513 \text{ K} \quad T_2 = 220^\circ\text{C} = 493 \text{ K}$$

$$\dot{\epsilon}_1 = 2 \times 10^{-4} \frac{1}{s} \times \frac{60s}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 0.72 \frac{1}{h}$$

$$\dot{\epsilon}_2 = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{s} \times \frac{60s}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 7.2 \times 10^{-2} \frac{1}{h}$$

$$Q = \frac{8.314 \times h \left(\frac{0.72}{7.2 \times 10^{-2}} \right)}{\left(\frac{1}{493} - \frac{1}{513} \right)} = 242033 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

رسم نمودار $\epsilon - \theta$:

$$\theta = t \cdot \exp\left(\frac{-Q}{RT}\right)$$

for $T = 513 \text{ K}$

$$\exp\left(\frac{-Q}{RT}\right) = \exp\left(\frac{-242033}{8.314 \times 513}\right) = 2.2 \times 10^{-25}$$

$$\theta = 2.2 \times 10^{-25} t$$

به علت عدم بلایی داده ها بر روی نمودار 7 مشاهده می شود که روی هم نمی افتند.

③ خزانة $\theta = t \exp\left(\frac{-Q}{RT}\right)$

$$\ln \theta = \ln t - \frac{Q}{RT} \rightarrow \ln \theta = \ln t - \frac{Q}{R} \frac{1}{T}$$

$$\ln t = \ln \theta + \frac{Q}{R} \frac{1}{T} \quad \checkmark \theta, \checkmark t$$

رسم منحنی $\ln t - \frac{1}{T}$ به دست آید $\frac{Q}{R}$

استفاده از داده ها در مرحله دوم فرض (تجربیه بیان)

$$-\frac{Q}{R} = -1283 \quad Q = 10666 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

$$Q = \frac{R \ln\left(\frac{\dot{\epsilon}_1}{\dot{\epsilon}_2}\right)}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_1 = 240 + 273 = 513 \text{ K} \quad \dot{\epsilon}_1 = 2 \times 10^{-4} \\ T_2 = 280 + 273 = 553 \text{ K} \quad \dot{\epsilon}_2 = ? \end{array} \right.$$

$$10666 \frac{\text{J}}{\text{mol}} = \frac{8.314 \ln\left(\frac{\dot{\epsilon}_1}{2 \times 10^{-4}}\right)}{\frac{1}{513} - \frac{1}{553}} \quad \dot{\epsilon}_2 = \frac{2 \times 10^{-4}}{2.47} \frac{1}{s}$$

$$10666 \frac{\text{J}}{\text{mol}} = \frac{8.314 \ln\left(\frac{2 \times 10^{-4}}{\dot{\epsilon}_2}\right)}{\frac{1}{473} - \frac{1}{513}} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_1 = 200 + 273 = 473 \quad \dot{\epsilon}_2 = ? \\ T_2 = 240 + 273 = 513 \quad \dot{\epsilon}_1 = 2 \times 10^{-4} \end{array} \right.$$

حالت اول در نظر داریم با بالارفتن دما نرخ تغییرات بیشتر می شود $\dot{\epsilon}_1 = \frac{2 \times 10^{-4}}{1.6} \frac{1}{s}$