

جلسه دوم

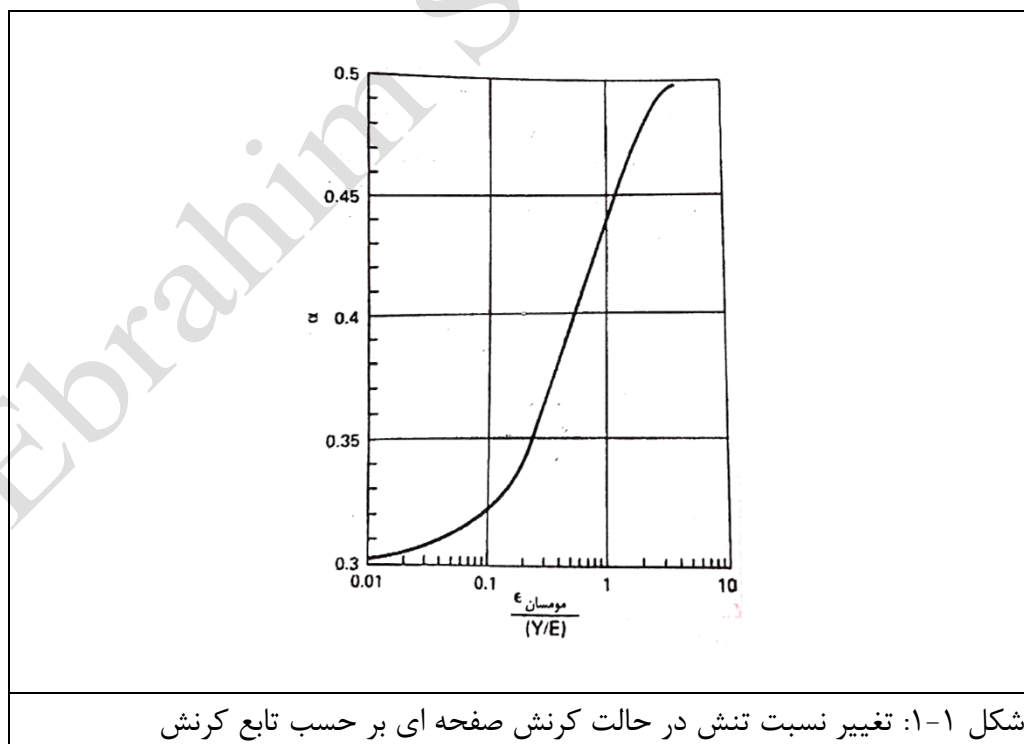
فصل اول: کرنش سختی

وقتی فلزی در دمای پایین تر از دمای تبلور مجدد تغییر شکل داده میشود میگویند که فلز سرد کاری شده است سرد کاری استحکام و سختی را افزایش می دهد و اصطلاحات کار سختی و گرما سختی برای توصیف همین پدیده به کار می رود سرد کاری معمولاً شکل پذیری را کاهش می دهد.

برای اندازه گیری اثر کرنش بر استحکام از آزمون کشش استفاده می شود. گاهی از آزمون های دیگر مانند پیچش، فشار و آزمون کوژ کاری نیز استفاده می شود اما آزمون کشش ساده تر و متداول ترین آزمون برای این هدف به شمار می رود در این فصل تاکید اصلی روی وابستگی میان تنش تسلیم به کرنش است.

گذار کشسان-موسان

همانطور که در شکل نشان داده شده است گذار از شارش کشسان به موسان برای تغییر شکل صفحه ای با $\sigma_z = 0, \varepsilon_y = 0$ تدریجی است برای تغییر شکل کشسان $\alpha = \nu$ و برای تغییر شکل کاملاً موسان $\alpha = 0.5$ که در آن $\alpha = \sigma_y / \sigma_x$ در این شکل ε_x با استفاده از نسبت استحکام تسلیم به مدول کشسانی نشان داده شده است توجه کنید که 95% تغییر از تغییر شکل کشسان به موسان هنگامی رخ می دهد که کرنش موسان سه برابر کرنش کشسان باشد.



ماده ای که بر اثر کرنش دیدن سخت می شود پس از وقوع تسلیم تغییر شکل کشسان اضافی مشاهده می شود به شکل مجموعه قسمت های کشسان و مومسان عبارت است از $\epsilon = \epsilon_e + \epsilon_p$

هرچند کرنش کشسان ممکن است نسبت به کرنش مومسان آن بسیار کوچک باشد بازایی کشسان در هنگام حذف بار عامل کنترل تنش های باقی مانده است.

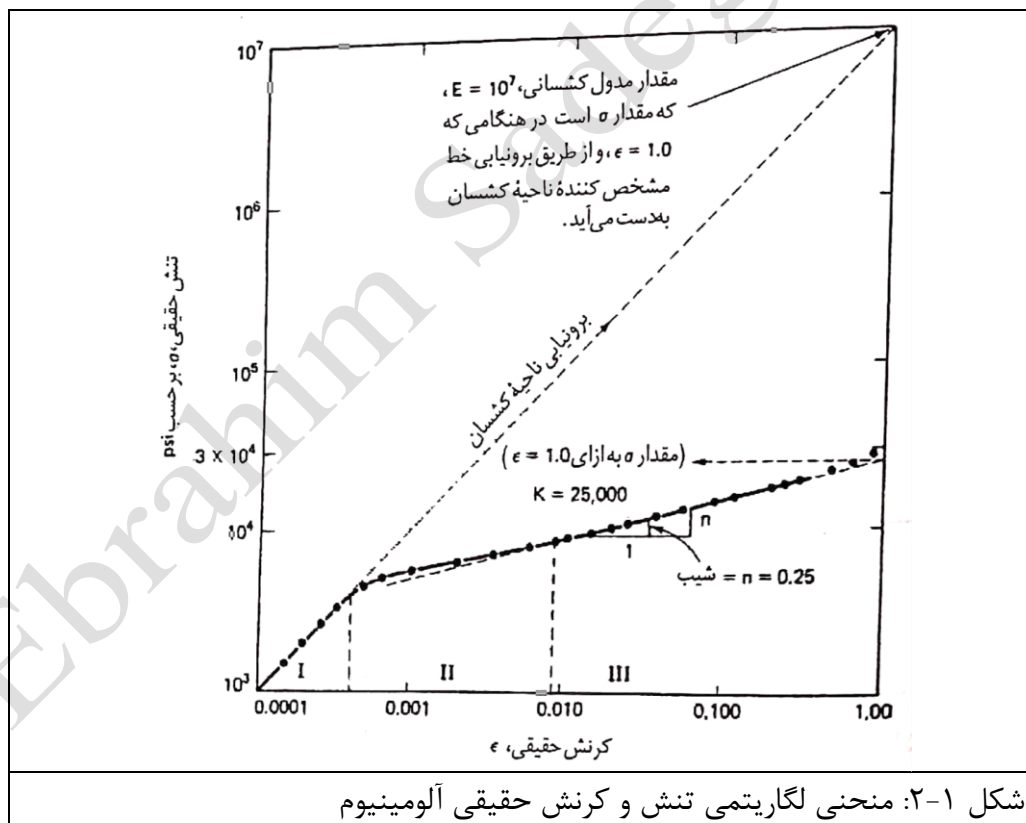
عبارت توانی

منحنی تنش حقیقی کرنش حقیقی را می توان با عبارت توانی زیر تقریب زد

$$\bar{\sigma} = K \bar{\epsilon}^n$$

مقادیر K, n را می توان با ترسیم منحنی تنش و کرنش حقیقی روی محورهای لگاریتمی به دست آورد

با توجه به اینکه $\log \bar{\sigma} = \log K + n \log \bar{\epsilon}$ نتیجه می گیریم که شیب برابر با n است و K نقطه تقاطع در $\epsilon = 1$ است. برای درک بهتر به شکل زیر توجه کنید.



مثال

رفتار مومسان فلزی را می توان به صورت $\sigma = 500\varepsilon^{0.5} MPa$ بیان کرد. میله ای از این فلز تحت عملیات سرد کاری یکنواخت قرار می گیرد تا مقطع آن به اندازه $RA = 0.3$ کاهش یابد استحکام تسلیم آن را تخمین بزنید.

حل:

طبق مطالب گفته شده در بخش پیش نیاز داریم:

$$\varepsilon = \ln(A_0 / A) \rightarrow \varepsilon = \ln\left(\frac{A_0}{(1 - RA) * A_0}\right) = \ln\left(\frac{1}{1 - 0.3}\right) = 0.357$$

پس داریم:

$$\sigma = 500(0.357)^{0.5} MPa = 299 MPa$$

سایر تقریب های کرنش سختی

اگر قبل از روی نمونه کار سرد انجام شده باشد رابطه مناسب به شکل زیر است

$$\sigma = K(\varepsilon + \varepsilon_0)^n$$

که در آن مقدار کار سرد قبلی معادل با کرنش ε_0 است.

شایان توجه است که هرچه تعداد ثابت ها در رابطه تقریبی بیشتر باشد دقت بهتری حاصل می شود اما سودمندی رابطه کاهش می یابد گاهی فرض خطی بودن کرنش سختی فرض معقولی است چنین رابطه ای از لحاظ ریاضی بسیار ساده است:

$$\sigma = \sigma_0 + C\varepsilon$$

رفتار در حین باریک شدگی

وقتی کوچکترین مقطع نمونه افزایش طول پیدا می کند و نواحی مجاور که در معرض تنش کمتری قرار دارند در برابر انقباض جانبی آن مقاومت می کند این قید سبب ایجاد تنش های جانبی می شود که از صفر در سطح خارجی نمونه تا مقداری ماکسیمم در مرکز آن افزایش می یابد

بریجمن (Bridgman) این مسئله را تحلیل کرده و عبارتی برای $\bar{\sigma} / \sigma$ به صورت تابعی از a / R به دست آورده که در آن $2a$ قطر کوچکترین مقطع و R شعاع انحنای باریک شدگی مطابق شکل است و داریم

$$\sigma / \bar{\sigma} = (1 + 2R / a) \ln(1 + a / 2R)$$

که در آن σ مقدار متوسط تنش محوری است ($\sigma = F / A$) و وقتی باریک شدگی بیشتر می شود این عبارت بزرگتر خواهد شد.

