



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی و علم مواد

آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد

آزمایش شماره ۵:

بررسی تاثیر نرخ کرنش (آهنگ تغییر شکل) بر خواص کششی

نگارش:

امید فرزانه



گروه:

دوشنبه ۱۶:۳۰ الی ۱۹:۳۰

اساتید درس:

دکتر سیامک سراج زاده

مهندس جعفر مهدی اخگر

آزمایش 5، تئوری آزمایش

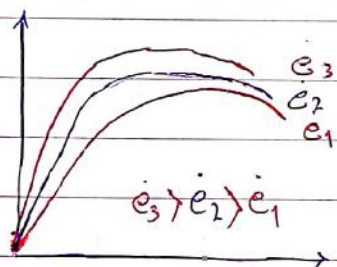
امید خندان

همانطور که می دانیم آزمایش کُش کی از بهترین نتایجی است که برای بدست آوردن خواص مکانیکی (مثلاً کُش) آن ماده یا نمونه انجام می شود. با استفاده از انجام آزمایش کُش می توانیم به دست آوریم که با تغییر آن ها، نتایج حاصل از تست تغییر می دهد و به عبارت دیگر نمونه را در شرایط مختلف می زنند. یکی از این ها استفاده از سرعت حرکت مکان های دستگاه، یا به طور دقیق تر نرخ کُش است.

نرخ کُش یا معدل کُش به صورت $\frac{d\epsilon}{dt}$ یا $\frac{d\epsilon}{dt}$ تعریف می شود که واحد آن s^{-1} است.

به طور کلی افزایش نرخ کُش سبب افزایش استحکام تسلیم و استحکام کُشی ماده می شود اما در مقابل قابلیت تغییر شکل منبسط می شود یعنی همانند به عبارتی عالی جسم به پلاستیک تر با افزایش نرخ کُش پستی می شود (به دلیل افزایش ولایت). افزایش استحکام نیز به دلیل افزایش کُش منحنی در غنچه است.

از اطلاعات بالای توان تأثیر نرخ کُش بر منحنی کُش را می بینیم که به طور کلی با افزایش $\dot{\epsilon}$ ، منحنی پلاستیک و کُش شکست آن کُرم می شود. (مانند شکل مایل)



همچنین میزان پلاستیک شدن منحنی به عواملی چون m (ضریب حساسیت به نرخ کُش) و

ساختار کریستالی بستگی دارد.

بافتار کلی ش نرخ کُش (سرعت تغییر فرم پلاستیک) به دست زیر تعریف می شود. (ماده کُش پلاستیک)

$$\sigma = C \dot{\epsilon}^m$$

که در آن C ثابت و m ضریب حساسیت به نرخ کُش است. در مایه های m برای فلزات معمولاً 0.03 است.

که تقریباً با تغییرات تأثیر آن (نرخ کُش) در نواحی پلاستیک کاملاً مشهود است.

بنابراین این است که در کُش های پلاستیک کم و ابتدای نرخ میزان σ_{max} است.

تجزیه کرنش و نرخ کرنش به دست می آید:

$$\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{1}{L_0} \frac{dL}{dt} = \frac{V}{L_0}$$

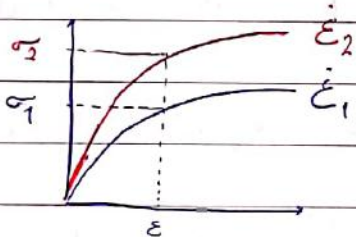
$$\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{1}{L} \frac{dL}{dt} = \frac{V}{L}$$

اما اگر بخواهیم m یا n ضریب حساسیت به نرخ کرنش را در این تریان کنیم، خواهیم داشت:

$$m = \left(\frac{\Delta \ln \sigma}{\Delta \ln \dot{\epsilon}} \right)_{\epsilon, T} = \frac{\left(\frac{\Delta \sigma}{\sigma} \right)_{\epsilon, T}}{\left(\frac{\Delta \dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}} \right)_{\epsilon, T}} = \frac{\log \sigma_2 - \log \sigma_1}{\log \dot{\epsilon}_2 - \log \dot{\epsilon}_1} = \frac{\log (\sigma_2 / \sigma_1)}{\log (\dot{\epsilon}_2 / \dot{\epsilon}_1)}$$

به طور معمول از روش زیر برای پیدا کردن m استفاده می کنند:

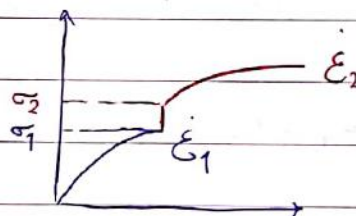
1. پیدا کردن نقاطی که کرنش نمونه کاملاً معای باشد و ضرایب تنش ها در یک کرنش ثابت و بهایا استناد از



منبعی به بالا در نظر است.

2. استفاده از یک نمونه و تغییر نرخ کرنش در همین انجام آزمایش،

در این روش تغییرات ناشی از کرنش باعث افزایش تنش به میزان مشخصی در نمونه در آن کرنش خاص می شود و می توان



از رابطه ای برای محاسبه m بهره ببر.

ضریب تنش اولی، پیدا کردن m در کرنش های مختلف است.

در یک روش دوم، استفاده از یک نمونه و اعمال انجام چند باره آن در همین آزمایش است (اما نکته اجابت که تمرین باید نتایج دست

آمده کاملاً درست نباشد از اینجا که m به یاریجی نمونه نیز بستگی پیدا می کند.

در عنوان آخری بایستی بیان کنیم که رابطه ای بیشتر باید برای مواد خاص و خصوصاً موادهای که کرنش در آن نباید از

$$\dot{\epsilon} = k_1 + k_2 \dot{\epsilon}$$

از رابطه ای زیر است. استناد می شود:

که k_1 و k_2 ثابت هستند.

① معنی $\sigma - \epsilon$ برای غونجه‌ها رسم شده است. (شکل 4 تا 1)

② طبق فرمول روبه رو: سرعت تغییر طول نسبی $= \frac{\nu}{l_0} = \epsilon$

سرور مثال برای 2 mm/min : $\epsilon = 2/32 = 0.0625 \text{ 1/min}$

برای تست غونجه‌ها سیر به هر ماده محاسبه می‌شود. (در جدول 1 تکرار داده شده است)

$\epsilon = 10/32 = 0.3125 \text{ 1/min}$ $\epsilon = 50/32 = 1.5625$

③ مقادیر UTS و σ و ϵ از روی نمودار داده‌ها قابل استخراج است.

→ مقدار UTS ضامن‌ترین نیرو (تن) وارد است که از داده در آفل پیدا می‌شود.

→ مقدار σ نیز نسبت به هر جزیی می‌تواند (که $\sigma = \frac{F}{A_0}$) به عنوان σ در این و در جزیی است از σ می‌توان

مقایسه‌ای به روشی برسم (حتی به جزییات تحت الاستیک با نمونه 0.002 کش رسم و نتایج آن با نمودار اصلی! σ و ϵ می‌تواند)

→ ϵ نیز از روی نمودار یا با محاسبه می‌شود. (در این بخش در متن نگاشته است)

$\epsilon \text{ (1/min)}$	0.0625	0.3125	1.5625
$UTS \text{ (MPa)}$	429.6092	432.05	443.322
$\sigma \text{ (MPa)}$	309.523	310.444	321.943
ϵ_f	0.4021	0.3769	0.3572

(شکل 5، 6، 7)

بر اساس مقادیر ثبت شده که در جدول 1 تکرار داده شد، معنی‌های بالاسرهای 1 بر حسب ϵ رسم شده است.

→ حتماً که ابعاد جزیی با افزایش ϵ ، UTS و σ افزایش یابند زیرا که با جزیی‌ها ظرفیت کشش برای

حرکت لازم است. همچنین ϵ محاسبه می‌شود که مطابق افزایش قابل برای تست است.

$$\sigma_y = k_1 + k_2 \log \dot{\epsilon}$$

④ لذا رابطه ی دوبه دو استاده کنیم.

حال اگر مقدار $\dot{\epsilon}$ را بر حسب $\dot{\epsilon}$ رسم کنیم، معادله خط بهترین خط فیت شده است می آید و خواهد بود. $\sigma_y = 318.46 + 8.8845 \log \dot{\epsilon}$
(این عبارت به شکل k است مابین نمارت که محدثی تبدیل $\dot{\epsilon}$ و تبدیل σ_y است.)

$$\Rightarrow \dot{\epsilon} = \frac{1}{2} s^{-1} = 30 \text{ min}^{-1} \Rightarrow \sigma_y = 318.46 + 8.8845 \log (30) = 331.583 \text{ mpa}$$

⑤ روش 1
از میانگین m به دست آمده به هر دو استاده خواهیم کرد (غیر 1.1 ، 3.1 ، 3.2) (دیک کرنش است، مثلاً 0.1)

$$\sigma = C \dot{\epsilon}^m, \quad m = \frac{\log(\frac{\sigma_2}{\sigma_1})}{\log(\frac{\dot{\epsilon}_2}{\dot{\epsilon}_1})}$$

از میانگین m به دست آمده به هر دو استاده خواهیم کرد (غیر 1.1 ، 3.1 ، 3.2) (دیک کرنش است، مثلاً 0.1)

σ	$\dot{\epsilon}$
404.5	0.0425
406.5	0.3125
417.5	1.5625

$$m_1 = \frac{\log(\frac{406.5}{404.5})}{\log(\frac{0.3125}{0.0425})} = 3.06 \times 10^{-3} \quad m_2 = 9.83 \times 10^{-3} \quad m_3 = 16.59 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow m = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3} = 9.82 \times 10^{-3}$$

حالا تصور کنید می بینیم خط استقامت اختلاف m هزار بار و به خاطر خطای آزمایش است. الفین مابین C و m را محاسبه می کنیم.

$$C = \frac{\sigma}{\dot{\epsilon}^m} \rightarrow C_1 = \frac{404.5}{(0.0425)^{9.82 \times 10^{-3}}} = 415.48 \quad C_2 = 411.17 \quad C_3 = 415.67$$

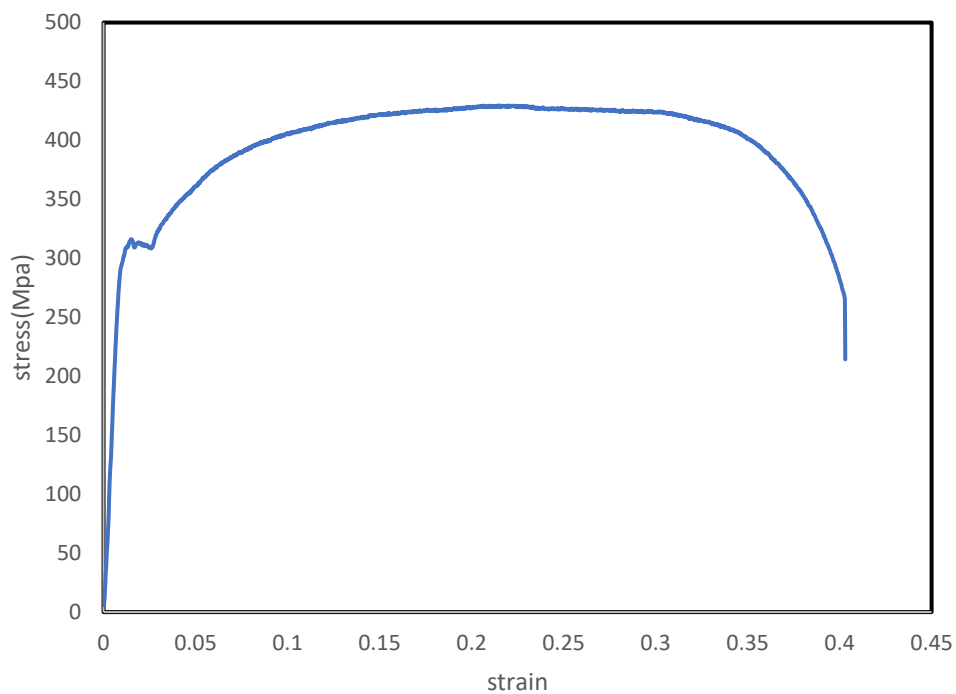
$$\Rightarrow C = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3} = 414.17$$

ابا باقی C می بینیم در خواسته 4 منیر این رابطه استاده کنیم.

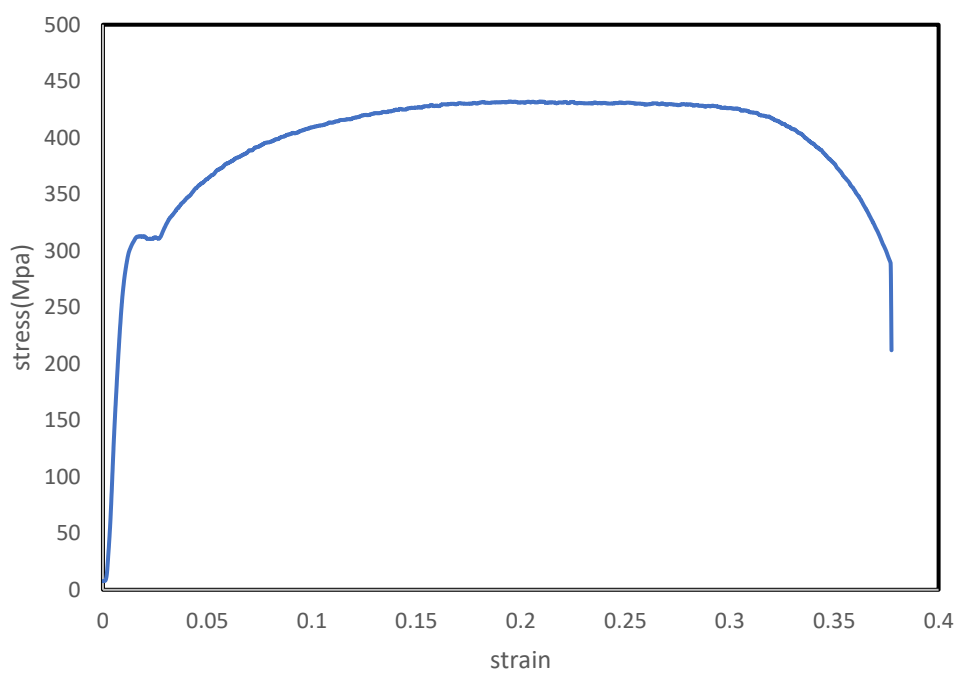
روش 2. داین روش در کرنش 0.0483 تغییر نرخ کرنش استاده. لذا رابطه: (از برت 2 به 10)

$$m = \frac{\log(\frac{368.8207}{354.8841})}{\log(\frac{0.3125}{0.0425})} = 24.05 \times 10^{-3}$$

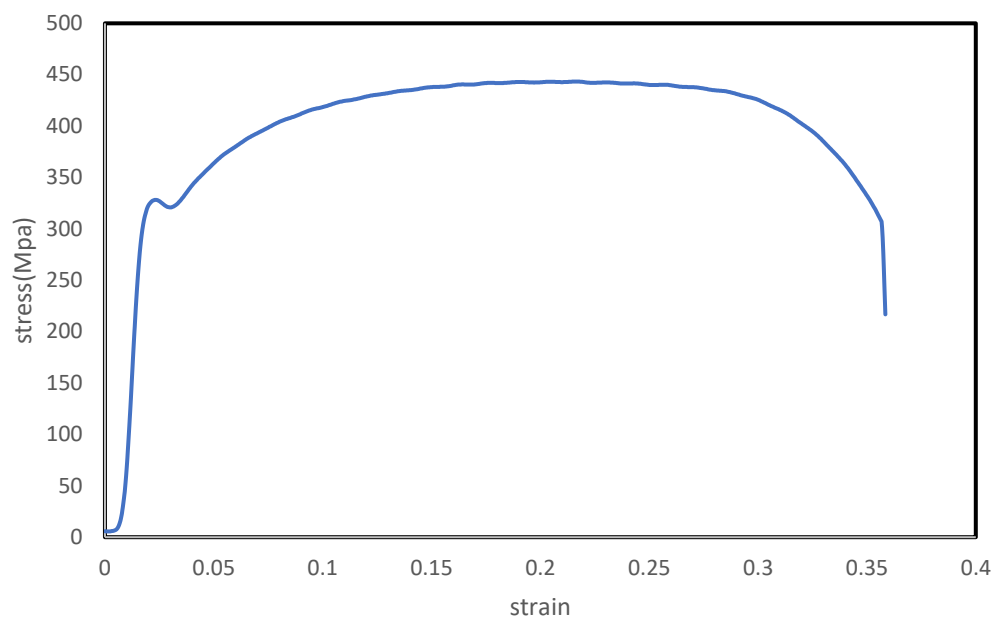
که اختلاف ایجاد شده به خاطر خطای آزمایش، پس تقریبی و لذا با احتیاطی نش ها از روی نمودار و ... است.



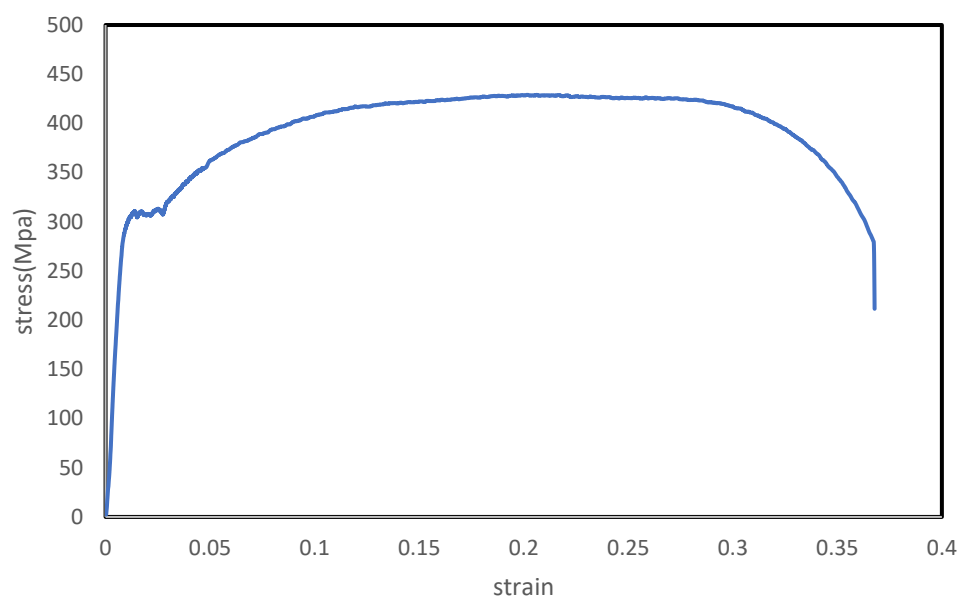
شکل 1. منحنی تنش-کرنش نمونه با سرعت 2mm/min



شکل 2. منحنی تنش-کرنش نمونه با سرعت 10mm/min



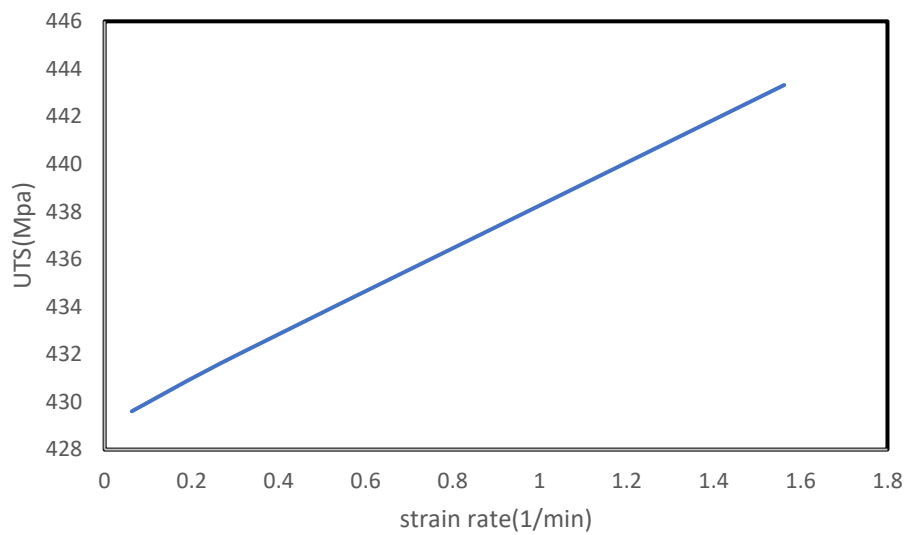
شکل 3. منحنی تنش-کرنش نمونه با سرعت 50mm/min



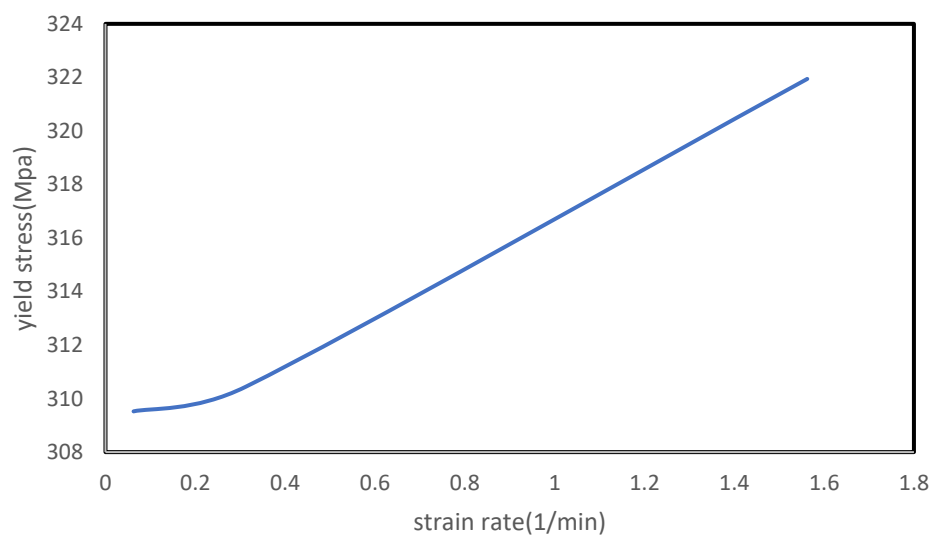
شکل 4. منحنی تنش-کرنش نمونه با سرعت 2to10(mm/min)

جدول 1. سرعت تغییر طول نسبی برای نمونه ها با سرعت متفاوت حرکت فک دستگاه

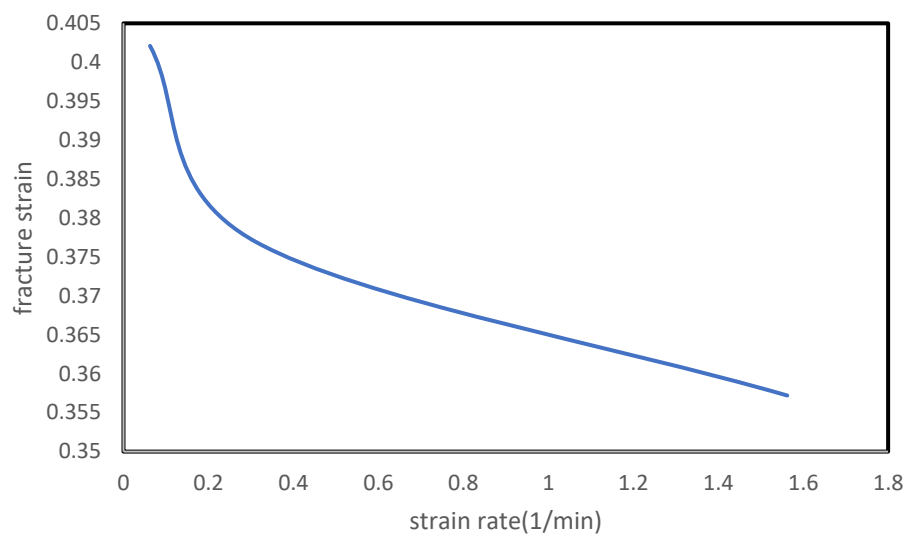
V(mm/min)	2	10	50	2to10
سرعت تغییر طول نسبی (1/mm)	0.0625	0.3125	1.5625	0.0625-0.3125



شکل 5. منحنی تغییرات UTS بر حسب نرخ کرنش نمونه ها



شکل 6. منحنی تغییرات تنش تسلیم بر حسب نرخ کرنش نمونه ها



شکل 7. منحنی تغییرات کرنش شکست بر حسب نرخ کرنش نمونه ها