



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی و علم مواد

آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد

آزمایش شماره 5 :

بررسی تاثیر آهنگ تغییر شکل بر خواص کششی نمونه های فولادی

نگارش :

پیام مرادی بانیارانی

98107728

گروه :

دوشنبه ساعت 13:30 تا 16:30

اساتید :

دکتر سیامک سراج زاده

مهندس جعفر مهدی اخگر

تاریخ انجام آزمایش :

1401/01/29

عنوان و آزمایش نرخ کرنش

نرخ کرنش به صورت $\frac{d\varepsilon}{dt} = \text{غیر قراردادی واحد آن "به تابعه"} \cdot \text{بیان مسود}$
که ریاضی شود

نرخ کرنش اثر ممیز بر روی کنش سیلان ایجاد کند، لذا هر چقدر نرخ کرنش افزایش یابد
کنش سیلان هم افزایش یابد.

وابستگی نرخ کرنش و استحکام، با افزایش دما، افزایش میباشد.

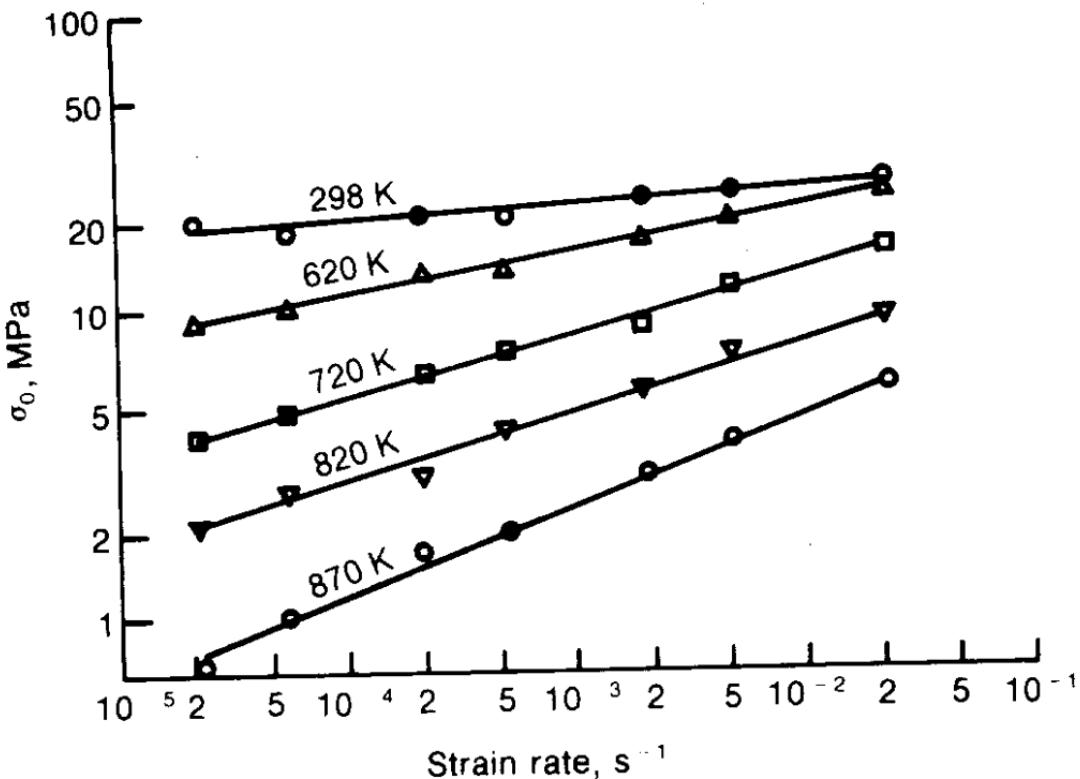
کنش تسلیم و کنش سیلان در کرنش های پلاستیک کم، بیشتر ب نرخ کرنش وابسته است تا
استحکام تسلیم (UTS).

در  جدول (۱.۵) طبقه از نرخ کرنش های مقاومت را مشاهده کنید.

جدول ۵.۱ طیف های مختلف از نرخ کرنش ها

Range of strain rate	Condition or type test
10^{-8} to 10^{-5} s^{-1}	Creep tests at constant load or stress
10^{-5} to 10^{-1} s^{-1}	"Static" tension tests with hydraulic or screw-driven machines
10^{-1} to 10^2 s^{-1}	Dynamic tension or compression tests
10^2 to 10^4 s^{-1}	High-speed testing using impact bars (must consider wave propagation effects)
10^4 to 10^8 s^{-1}	Hypervelocity impact using gas guns or explosively driven projectiles (shock-wave propagation)

در شکل (۱.۵) تأثیر نرخ کرنش بر کنش سیلان در راههای مقاومت را مشاهده کنید.



شکل 5.1 تغییرات تنش سیلان در کرنش ثابت دو هزارم بر حسب نرخ کرنش در دماهای متفاوت برای آلیاژ 6063 آلمینیوم

همان طوری از شکل (۱.۵) نمایان است هرچند دعا بسته به دمای کنٹرول سیلان به نرخ کرنش بسته به دمای این نرخ کرنش می‌باشد افزایش بسته کنٹرول سیلان نسبت به دمای این نرخ کرنش بسته است.

نادیا (Nadia) یک آنالیز ریاضی از وجود نسراحتی در آن استواری که بدلی انعکاسی آن ثابت و انتهاهای دلخواه قابل حرکت است، که میدهد نشود. سرعت حرکت crosshead این ماسن $v = \frac{dL}{dt}$ و باشد نرخ کرنش در طاب کرنش خصلی $\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt}$ باشد.

$$\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{d(L-L_0)/L_0}{dt} = \frac{1}{L_0} \frac{dL}{dt} = \frac{v}{L_0} \quad (5.1)$$

بسیار نرخ کرنش هراردی متناسب است با سرعت crosshead.

$$\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{d(\ln(L/L_0))}{dt} = \frac{1}{L} \frac{dL}{dt} = \frac{v}{L} \quad (5.2)$$

نرخ کرنش حقیقی $\dot{\epsilon}$ است و به صفت زیر نوشته شود:

در رابطه زیر ارتباط بین نزدیکی و قراردادی آورده شده است.

$$\dot{\varepsilon} = \frac{V}{L} = \frac{L_0}{L} \frac{de}{dt} = \frac{1}{1+e} \frac{de}{dt} = \frac{\dot{e}}{1+e} \quad (5.3)$$

در رابطه (5.2) می بینم در سرعت crosshead ثابت، هر چند که فونه بیست کتیه شود نزدیکی حقیقی هم کاهش نماید. برای آنکه نزدیکی را ثابت نگاه داشم ماز� ~~control~~^(open-loop) حلقه-بار استفاده کنیم. یعنی با افزایش طول فونه طور قابل سرعت crosshead روم باید افزایش دهم و این افزایش به صورت رابطه (5.4) را دارد.

$$V = \dot{\varepsilon} L_0 \exp(\dot{e} t) \quad (5.4)$$

حال آنکه وارد سیلان ملائکتیک بوضوح و با عوامل تأثیرگذار کنترل حلقه-بار (control loop) ~~control~~^(open-loop) جواہلو نیست. حال ضروری است که از کنترل حلقه-بار ~~کنترل~~^{مدد} ، سعی مقطوع آن gage length است.

استفاده نمی باید تغییر شد که در جم ثابت نزدیکی را ثابت نگیریم بلکه سعی مقطوع است. فونه باید صورت رابطه زیر تغییر کند.

$$A = A_0 \exp(-\dot{e} t) \quad (5.5)$$

هذاکر در شکل (5.1) می بینم، باید رابطه که بین تنش سیلان و نزدیکی در لرنزی ثابت و دما به صورت زیر است.

$$\sigma = C (\dot{\varepsilon})^m \Big|_{\dot{\varepsilon}, T} \quad (5.6)$$

که در آن رابطه m به عنوان حساسیت نزدیکی شناخته شود. توان m را از تئیب دخوار

$$m = \left(\frac{\partial \ln \sigma}{\partial \ln \dot{\varepsilon}} \right)_{\dot{\varepsilon}, T} = \frac{\dot{\varepsilon}}{\sigma} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial \dot{\varepsilon}} \right)_{\dot{\varepsilon}, T} = \frac{\Delta \log \sigma}{\Delta \log \dot{\varepsilon}} = \frac{\log \sigma_2 - \log \sigma_1}{\log \dot{\varepsilon}_2 - \log \dot{\varepsilon}_1} = \frac{\log \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_1} \right)}{\log \left(\frac{\dot{\varepsilon}_2}{\dot{\varepsilon}_1} \right)} \quad (5.7)$$

حساسیت نزدیکی خلف از در دمای اتفاق کم و باترد (5.1)، اما m با دما افزایشی باشد.

محضو صگ در دمای های بالاتر از ضف نهضه ذوب.

در نظریت کار دنیا (Hot-Working) مقدار m به طور رایج در مردمه ۰.۱ تا ۰.۲ گلار دارد.

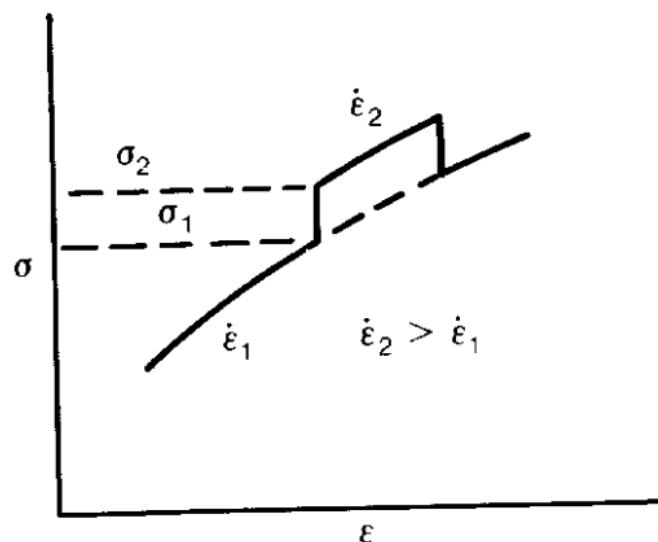
معادله (5.6) بجهتین کفیر در مرد وابستگی سلسیان به لذت لذت خود دهنده نیست.

برای این صور از رابطه نیمه لغاییکی بین سلسیان و نخ لذت استفاده می شود و قرار زیر است.

$$\sigma = k_1 + k_2 \ln \frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_0} \quad (5.8)$$

که در آن $\dot{\epsilon}$ ، k_1 و k_2 ثابت هستند.

در شکل (5.2) می توان به کمی رابطه (5.7)، مقدار m را تعیین کرد.



شکل 5.2 تغییر نرخ کرنش برای تعیین حساسیت نرخ کرنش m

حساسیت نسخ کرنش بیک دفالخوبی از تغییرات رفتار تغییر شعل عبارتند و همین با اندازه لبری های m و همایش ارتباط لبری بین مفهوم نایابی های صریب تغییر شعل پلاستیک و شودن و اندازه لبری های مالتوکوپیک که در تئوری کنش هست، اصلاحاتی را بدست بیامیم.

دادیده که سرعت حرکت نایابی ها به طور خلی قوی با کنفرم ارتباط دارند در این ارتباط را و بین.

$$v = A \sigma^m \quad (5.9)$$

همین ارتباط بین نسخ کرنش و سرعت نایابی های مردی بصرت زیراست.

$$\dot{x} = \rho b v \quad (5.10)$$

$$\frac{1}{m} = \frac{\partial \ln \dot{x}}{\partial \ln \sigma} = \frac{\partial \ln \rho}{\partial \ln \sigma} + \frac{\partial \ln v}{\partial \ln \sigma} \quad (5.11)$$

از رابطه (5.7) و (5.10) خواهیم داشت:

$$\frac{\partial \ln v}{\partial \ln \sigma} = m' \quad (5.12)$$

$$m' = \frac{1}{m} - \frac{\partial \ln \rho}{\partial \ln \sigma} \quad (5.13)$$

بس خواهیم داشت:

بنابران اگر هیچ تغییری در جگالی نایجایی های مرکزی با افرایش کنش نداشته باشیم خواهیم داشت
 $m' = \frac{1}{m}$. این فرض به درست، فرض قابل تجیه است.

همانصوره دیدیم در دعای اتفاق حساسیت نخکرنش در فلزات کم می باشد؟ ا قادر مخلذت دیگر این مقدار قابل ملاحظه نباشد. مثلاً حدی این عدد جاوده رکور نیوتونی می باشد که در آن کنش به صورت زیر تعریف شود.

$$\sigma = \eta \dot{\epsilon} \quad (5.14)$$

و با مقایسه این رابطه با رابطه (5.5) می شود $\eta = m$ می باشد.

حساسیت نخکرنش بالا یک ویرک از فلزات و آلیاژهای سوپر بلاستیک و باشد.

سوپر بلاستیک ب مواد اتصالی مسوده به طور خلی زیادی لستینه و نهود $1/100$ درصد.
 فلزات سوپر بلاستیک دارای اندازه دارهای مخصوصی می باشند، بین فازی فز ترتیب، $1\text{ }\mu\text{m}$ در حد.

یک صیغه استفاده از سوپر بلاستیک با سطح مقطع A را در نظر بگیرید که در آن نیروی P به صورت معنی‌برآورده نهود.

$$\frac{P}{A} = \sigma = C (\dot{\epsilon})^m \Rightarrow \dot{\epsilon} = \left(\frac{P}{C}\right)^{1/m} \left(\frac{1}{A}\right)^{1/m} \quad (5.15)$$

وارد تعریف نخکرنش حقیق دارم:

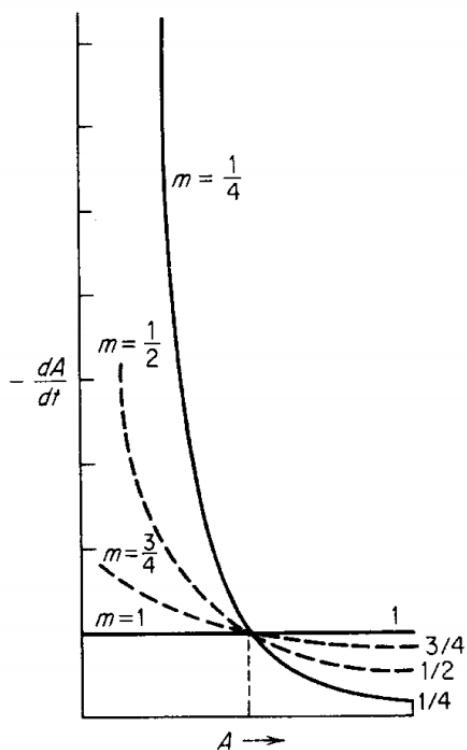
$$\dot{\epsilon} = \frac{1}{L} \frac{dL}{dt} = - \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} \quad (5.16)$$

و با توجه به دو رابطه (5.15) و (5.16) داریم:

$$-\frac{dA}{dt} = A \dot{\epsilon} = A^{1-\frac{1}{m}} \left(\frac{P}{C}\right)^{1/m} \\ \Rightarrow -\frac{dA}{dt} = \left(\frac{P}{C}\right)^{1/m} \left(\frac{1}{A^{(1-m)/m}}\right) \quad (5.17)$$

از رابطه (5.17) و قوان محدوده تازه‌اند $1 < m < \infty$ ، هر چقدر سطح مقطع کوچک‌تر باشد سطح مقطع سریع تر ظاهض می‌باشد.

نتیجه نشان دهد که حیله را مقادیر مختلف m ، سطح مقطع کاهش نماید.

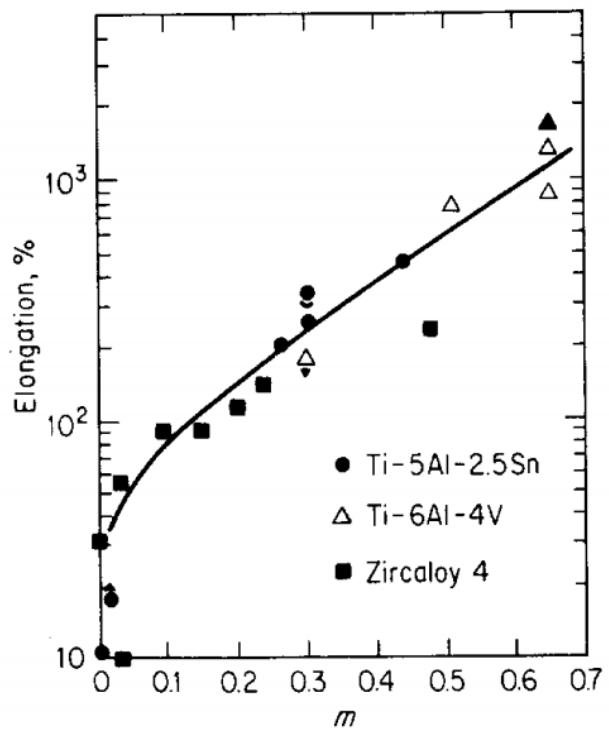


شکل ۵.۳ نمایش گرافیکی از رابطه (۵.۱۷) وابستگی نرخ کاهش مساحت سطح مقطع برای مقادیر مختلف حساسیت نرخ کرنش

و هنگام که $m = 1$ می باشد کلیه سطح و سکونتی ایست و $\frac{dA}{dt}$ مستقل از A است و هر لمحه تنسی برایتی در طول افزایش صاف ، تدریجی نسبتی و در داخل رسیدن کند.

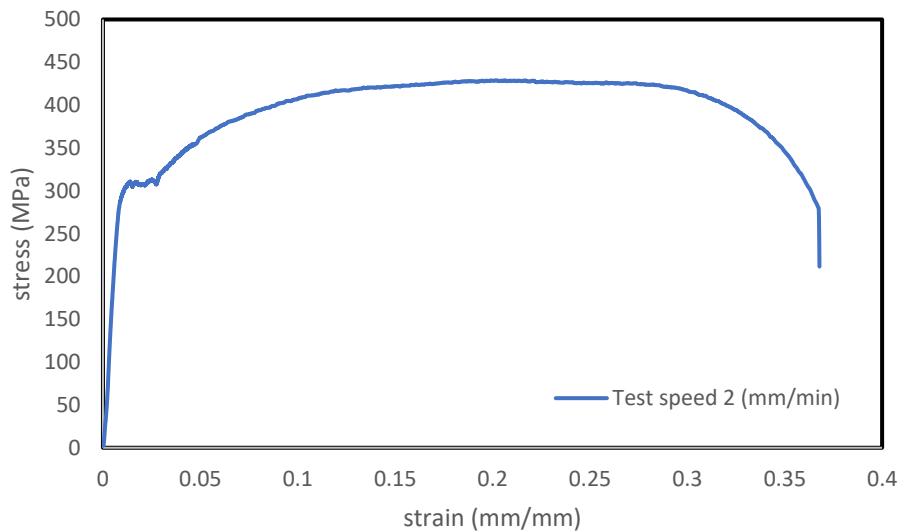
و هر چقدر که m ب سمت واحد بینشی رود نرخ رسیدن خسین لمحه ها به طور قابل توجه کاهش می باشد.

نمود (۵.۴) داشاند که حکم این حکم افزایش صاف آلمانی های سویرلاستیک با حساسیت نرخ کرنش افزایش می باید و در تفاوت با آن در بال مطرح شد می باشد.

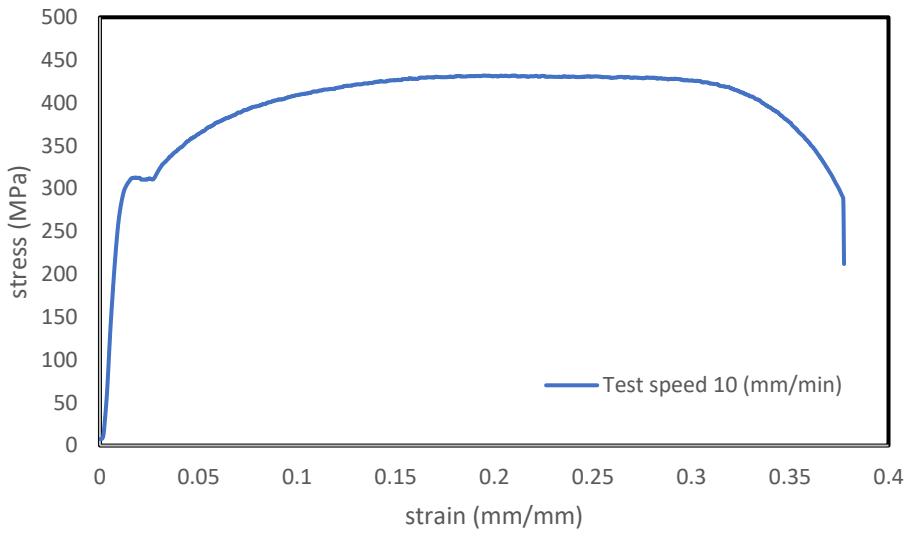


شکل 5.4 وابستگی tensile elongation به حساسیت نرخ کرنش

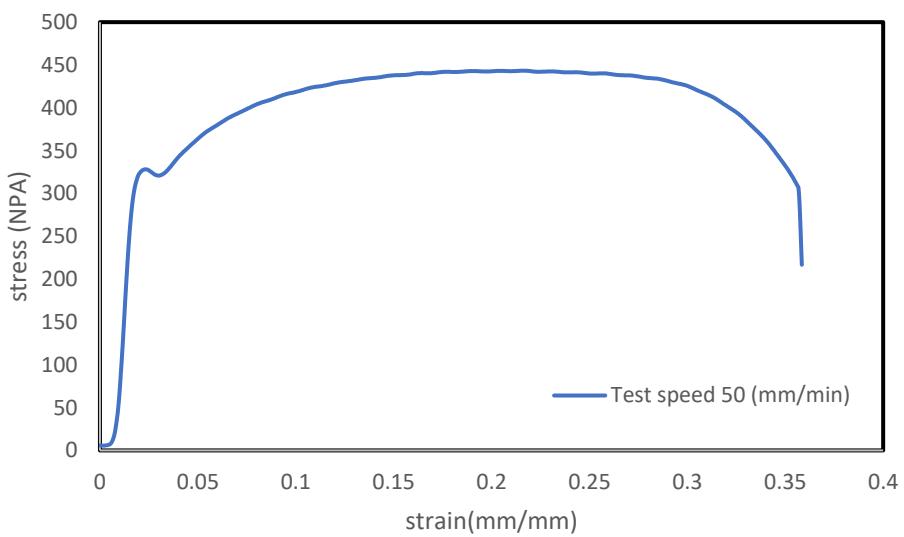
خواسته شماره 1 :



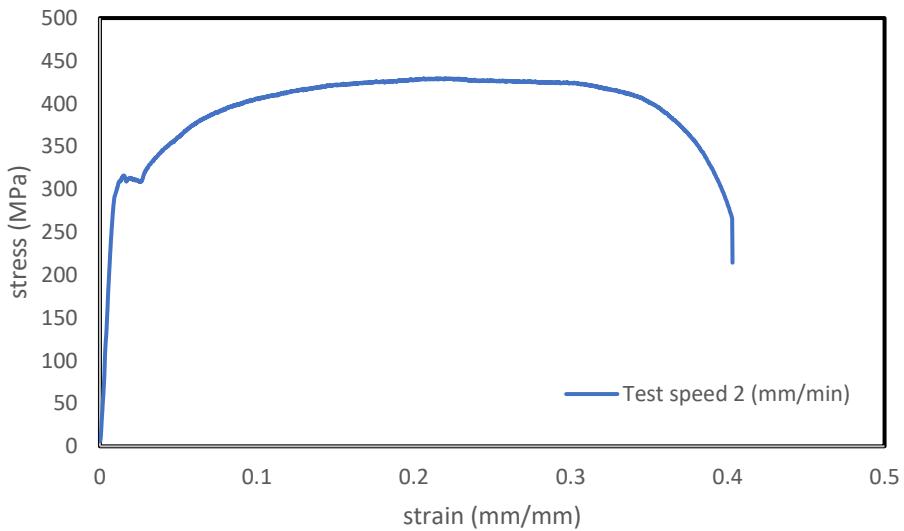
شکل 5.5 منحنی تغییرات تنش مهندسی بر کرنش با سرعت تست 2 میلی متر بر دقیقه با سطح مقطع 6.04*3



شکل 5.6 منحنی تغییرات تنش مهندسی بر حسب کرنش با سرعت تست 10 میلی متر بر دقیقه با سطح مقطع 6*3



شکل 5.7 منحنی تغییرات تنش مهندسی بر حسب کرنش با سرعت تست 50 میلی متر بر دقیقه با سطح مقطع 5.9*3



شکل 5.8 منحنی تغییرات نش مهندسی بر حسب کرنش با سرعت تست 2 میلی متر بر دقیقه با سطح مقطع ۳*۵

خواسته سهاره ۲ :

طول نسبی تغونه های دینی و سرعت تغییر هر تغونه دینی $\frac{L - L_0}{L_0}$ که عالی نزد کرنش قراردادی است.

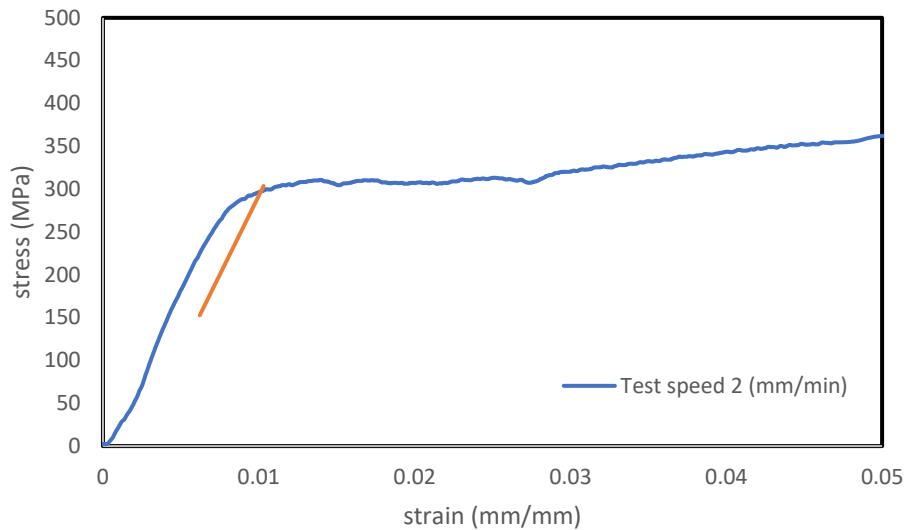
$$\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{L - L_0}{L_0} \right) = \frac{1}{L_0} \frac{dL}{dt} = \frac{V}{L_0}$$

$$V = 2 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \Rightarrow \dot{\epsilon} = \frac{2}{32} = 0.0625 \frac{1}{\text{min}}$$

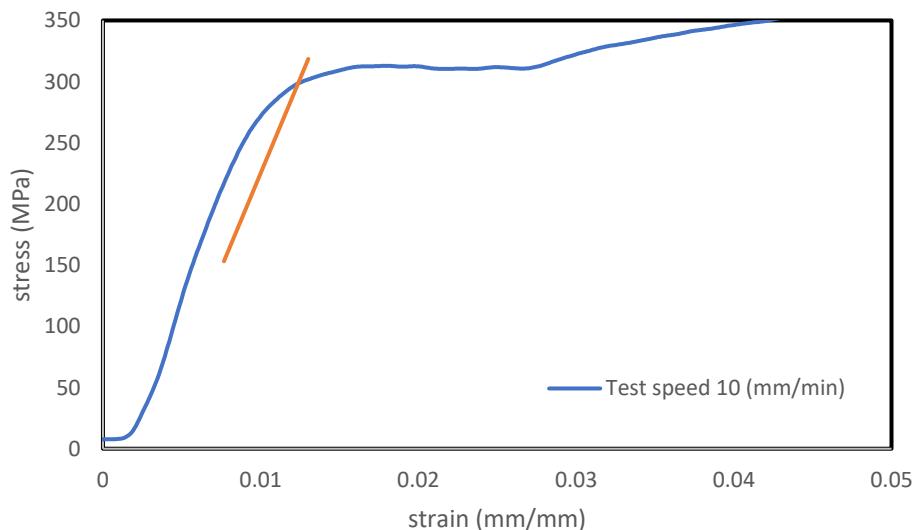
$$V = 10 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \Rightarrow \dot{\epsilon} = \frac{10}{32} = 0.3125 \frac{1}{\text{min}}$$

$$V = 50 \frac{\text{mm}}{\text{min}} \Rightarrow \dot{\epsilon} = \frac{50}{32} = 1.5625 \frac{1}{\text{min}}$$

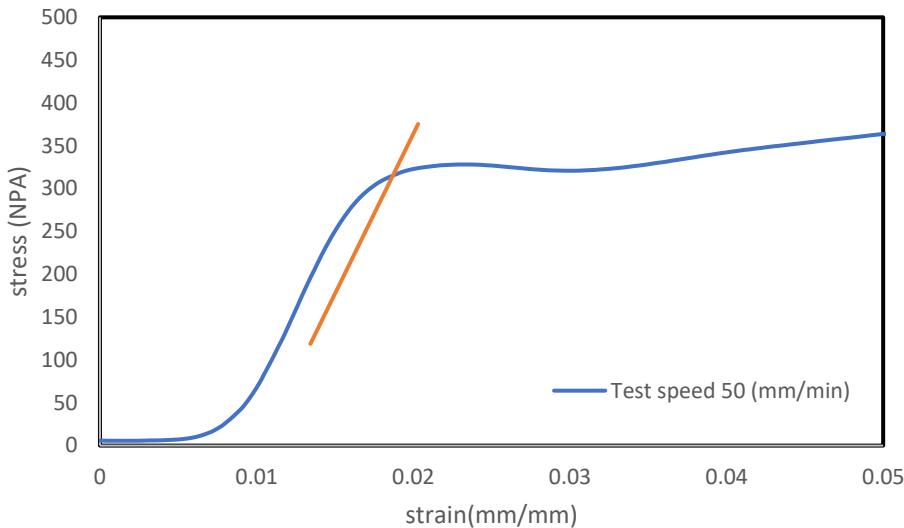
خواسته شماره 3 :



شکل 5.9 تعیین تنش تسلیم نمونه با سرعت تست 2 میلی متر بر دقیقه برای نمونه با سطح مقطع 6.04×3



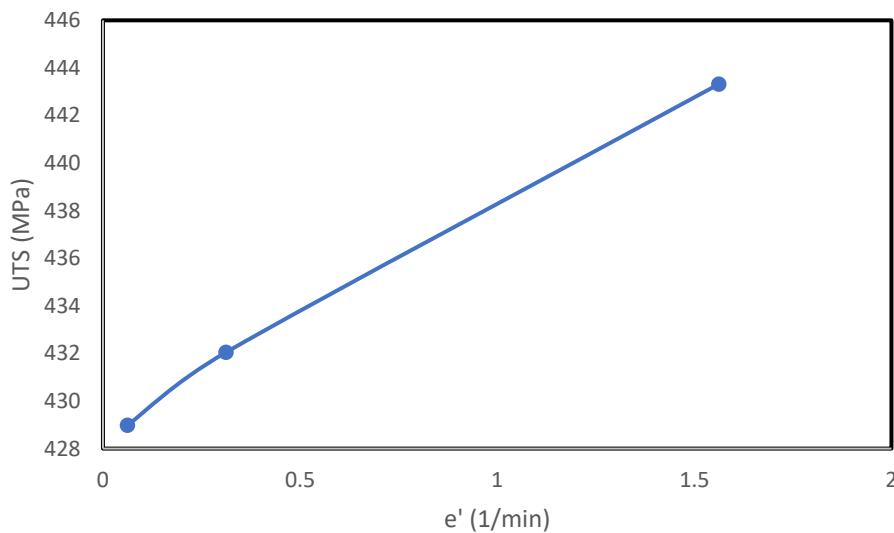
شکل 5.10 تعیین تنش تسلیم با سرعت تست 10 میلی متر بر دقیقه برای نمونه با سطح مقطع 6×3



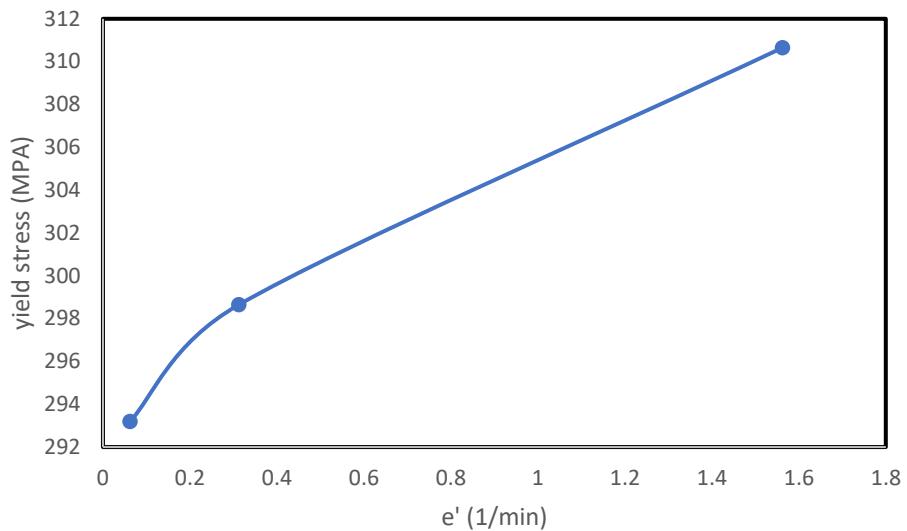
شکل 5.11 تعیین نتش تسلیم با سرعت تست 50 میلی متر بر دقیقه برای نمونه با سطح مقطع 5.9*3

جدول 5.2 تعیین مقادیر خواسته شده در خواسته شماره 3

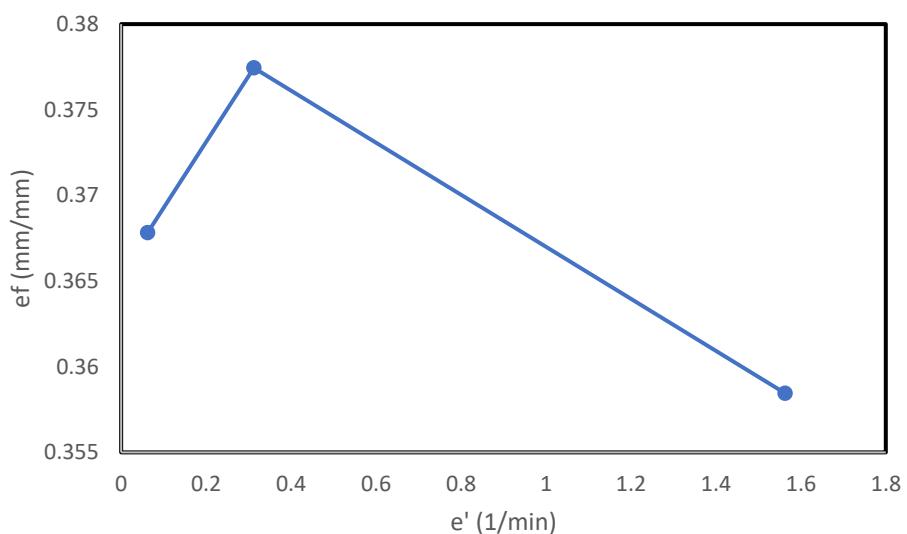
V	ϵ'	UTS	Yield stress	ef
2	0.0625	428.9845	293.2	0.367828
10	0.3125	432.05	298.648	0.377447
50	1.5625	443.322	310.65	0.358459



شکل 5.12 منحنی تعییرات استحکام تسلیم در نرخ کرنش های متفاوت



شکل 5.13 منحنی تغییرات تنش تسليم در نرخ کرنش های متفاوت



شکل 5.14 منحنی تغییرات کرنش در شکست مهندسی در نرخ کرنش های متفاوت

در مورد تغییرات کقصه در لرنش‌های مقاومت، متوجه می‌شویم که در کرنش‌های بالاتر صیزان UTS بیشتر است و این موضوع بجز آن در بیان تأثیر نزخ کرنش‌های بسته در ان محدوده، و توان این محدوده را به کفایت شدن بیشتر نایابی‌ها و مانع حرارت گلایله شدن آنها داشت.

در مورد کنش سلیم به دلیل در لرنش کرنش‌های بالاتر، یعنی هر جقره نزخ کرنش افزایش می‌پیدد نایابی‌ها بیشتر در همین کمیت لذت‌مند وجود کنش تسلیم‌های بیشتر در نزخ کرنش‌های بالاتر نمود. همین تأثیر نزخ کرنش بر کنش تسلیم از تأثیر نزخ کرنش به استحکام تسلیم بیشتر است. حیران در تسلیم تسلیم‌ها در ابتدای لذت‌مند و کفایت شدن نایابی‌ها است. نزخ کرنش به کنش تسلیم، نسبت به استحکام تسلیم بیشتر است.

در خصوص کرنش در حملت دفعونه انتظاری روده هر جقره نزخ کرنش افزایش می‌پیدد، کرنش در حملت کم‌ظاهر نماید، اقاداری دفعونه انتظاری از این موضوع داریم ولی در نزخ کرنش ۰.۵۶۲۵٪ نسبت به ۰.۵۶۲۵٪ کرنش در تأثیر کرنش را فرموده است.

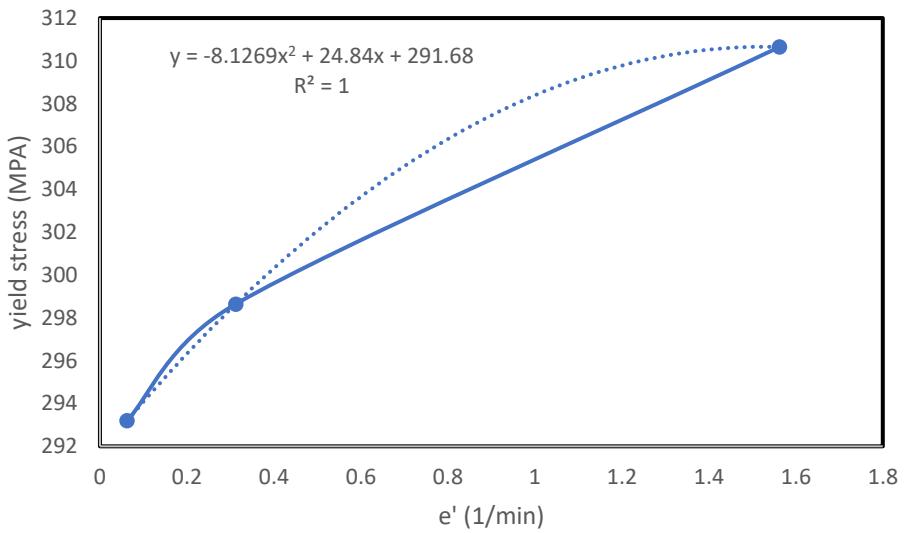
سایر این انتظار از آنکه کما انتظار داشتم، بمحاظه خطا لای فرد آزمایشکده در کردار دهنده درون دستگاه باشد، ممکن است این فرد به صورت دقیق و درست این دفعونه را در داخل دستگاه کرنش قرار نداشته و همچنین موضوع باعث انتظار از واقعیت و آنکه انتظار داریم می‌شود.

$$\dot{\epsilon} = \frac{V}{L_0} = \frac{0.5}{32} = 0.015625 \quad \frac{1}{s} \times \frac{60s}{1\text{min}} = 0.9375 \quad \frac{1}{\text{min}}$$

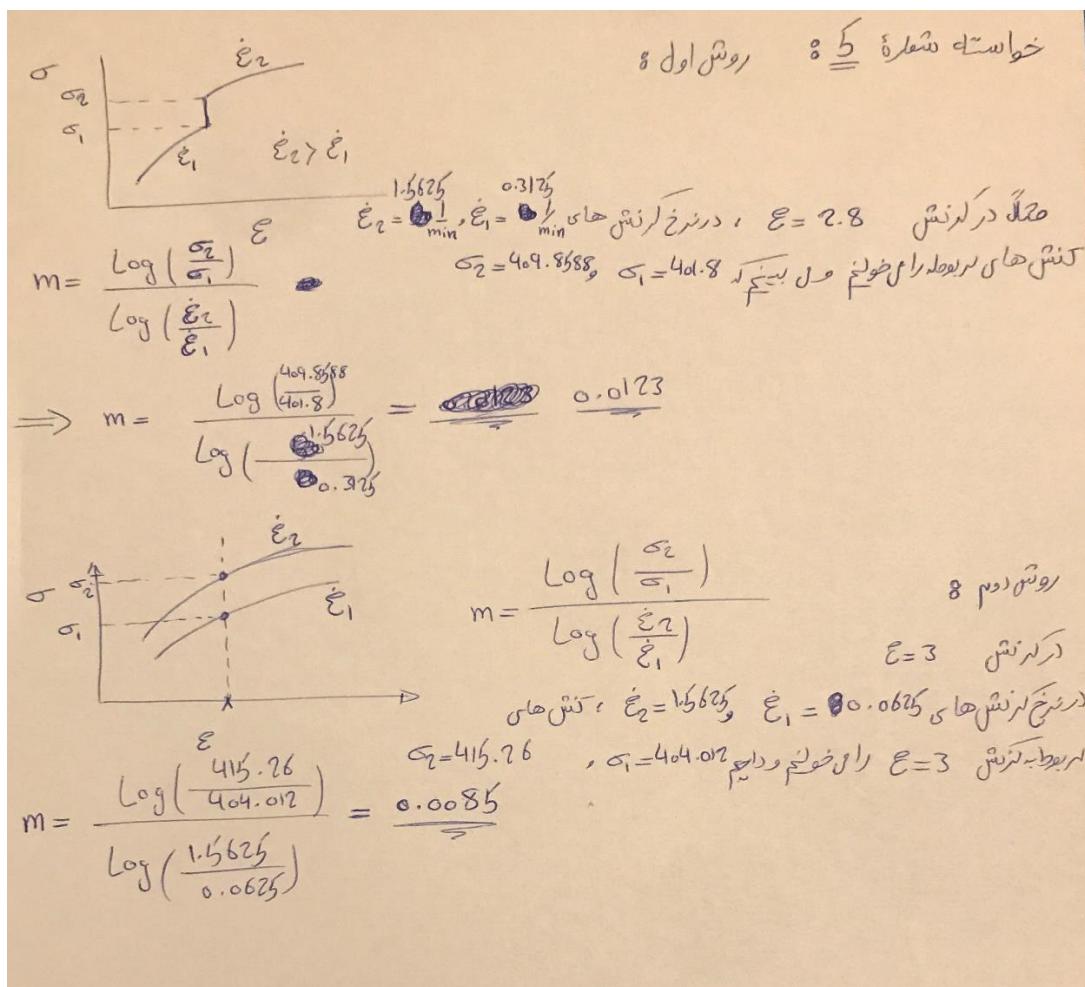
حال و آنکه و با بیان می‌باشد دفعونه نیز مسئله را حل کنم.

$$\text{فعالیت از دفعونه و بازدهی به بیان می‌باشد و جایلداری } n = 0.9375 \quad \text{خواسته} \quad \text{سواره}^4 \quad \text{می‌باشد}$$

$$s_y = 307.8247 \quad \text{MPa}$$



شکل 5.15 تعیین تنش تسلیم در نرخ کرنش 0.5 بر ثانیه با استفاده از برون یابی



: منابع

كتاب دیتر