



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی و علم مواد

آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد

آزمایش شماره ۹:

آزمون خزش

نگارش:

امید فرزانه



گروه:

دوشنبه ۱۶:۳۰ الی ۱۹:۳۰

اساتید درس:

دکتر سیامک سراج زاده

مهندس جعفر مهدی اخگر

کلی از عوامل تأثیرگذار بر استحکام مواد دمای سوزش آن ها است.

در دمای بالا سبب حرکت اتم ها افزایش یافته و همچنین حرکت ناچاپی ها و ایجاد جاهای خالی است. این ترمی شود. لذا اثر دمای

مکانیزم های غیر لغزش و همچنین معبود و لغزش متقاطع ناچاپی ها ترمی می شود. از طرفی با افزایش حرکت اتم ها در دمای بالا

تغییر شکل از طریق نوز اتم ها خصوصاً در درز دانه ها به دلیل APF داشتن ترتیب بر درون دانه باعث تصفیه درز دانه های شود.

نکته: محدود توجه دیگر تأثیر دمای بالا بر روی ریزش است. به طور مثال در حوله کار سخت شده یا بازاری و به طور محدود

افزایش دانه ها که استحکام پذیری سبب بر درز دانه ها در دمای بالا دارند، افزایش می یابد؛ در مثال در فلزات پیرش، در دمای بالا

رسوبات ایجاد شده دانه ترمیم پذیر شده که (بسیار خلاف عود پیرش است و به دلیل لغزش اتمی ناچاپی ها با این رسوبات

مجبوراً استحکام فلز پیرش کاهش می یابد. (امتحاناً average می شود)

عکس اثر دمای بالا در خوردگی و الاستیسیته فلز نیز باید در این دماها در نظر گرفته شود.

حال با داشتن تأثیرات دمای بالا روی فلزات به مفهوم خزش می پردازیم.

خزش به تغییر شکل دائمی و وابسته به زمان است که می شود زمانی که در معرض یک بار (ش) ثابت در دمای بالا قرار بگیرد.

نکته 1: وابسته به زمان بودن خزش یعنی وقتی در دمای پایین پس از گذشتن از حد تسلان، تغییر شکل دائمی (پلاستیک) خواهیم داشت اما اگر دما

در این سطح باشد با گذشتن از حد تسلان و عبور از آن به دمای بالا به دلیل فعال شدن مکانیزم های وابسته به نوز، از آنجایی که نوز وابسته

به زمان است، بالذات زمان تغییر شکل پلاستیک را می یابد. سزای این تغییر شکل به دما و سطح تنش اعمالی در دما

است که طبق ترتیبی خلاصه کردیم (به طور کلی در دمای بالا استحکام فلزات بسیار وابسته به 1- نرخ کرنش 2- زمان می شوند)

نکته 2: معبود از دمای بالا ناچاپی است که مکانیزم های نفوذی فعال می شوند و معمولاً $0.4T_m$ حوض می شود (در دمای ذوب فلزات)

تست خزش: (مطابق شکل 1) غونزای مشابه تست کشش / فشار در شرایط محض فاشی تحت نیروی کشش (کشش / فشاری ثابت) قرار می گیرد. مله جانز اهمیت این است که برای مطالعه خزش در مواد در دماهای بالا از آزمایش مار انساواگیم.

معنی خزش و مراحل آن:

(شکل 2). یک بقی خزش ایده آل با آن می دهد که به طور کلی شامل 3 قسمت است (3 عطاوه 1 مرحله)

مرحله منجم: تغییر شکل تقریباً خطی در زمانه منجر دایر اعمال نیرو منجر می شود از انباشت

مرحله اول: خزش اولیه یا آلد انامید می شود. در این مرحله نرخ خزش (نرخ خزش) به طور یکنواخت کاهش می یابد و در نتیجه ثابت خزشی یا کارسیتی غونزاست. به عبارتی در این مرحله کارسیتی بر کارسیتی غلبه می کند. (علل مؤثره کارسیتی انباشت داده و مسائل علمی در مورد کارسیتی کشش اعمالی است)

مرحله دوم: خزش ثانویه یا حالت پایدار نامیده می شود. در این زمانه سبب غودار (غ) یا حاکم نرخ / نرخ خزش ثابت است.

این مرحله اصلی ترین مرحله است و معمولاً بیشترین زمان را صرف می کند.

ثابت هرن غ انیلونه بوجهی می شود که محالی بین کارسیتی و بازسازی اتفاق می افتد. (در صورت کارسیتی به قدری کم و کارسیتی به قدری زیاد شده آب محالی برسد)

مرحله سوم: خزش سومین نام دارد و در این مرحله نرخ انباشت یا به سبب برسم. حوالاً از لغت rupture ما از حمله محالی برای ساده کش خزش اسناد می شود که حوالاً همراه با تغییرات در ریاضی و مسائل فیزیکی است (از جمله جابجایی خردانه، رندتر)

خای مکرر شکستگی و ...

نکته: در آزمایش لورنتس ثابت باید یعنی بایستی بوی ست که گونه تغییر فرم پلاستیک داده و سطح مقطع آن کم می شود، نیز دیار
طوری تنظیم شود که شش ثابت باشد، نان داده شده است که شروع مرحله دوم بسیار به تعویق می افتد و سیه منفی ۵۰ میلی ۲

3 سور

سرعت خزش پایدار: سرعت خزش $(\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt})$ در مرحله دوم یا حالت پایدار را سرعت خزش پایدار گویند و با $\dot{\epsilon}_s$ نشان

می دهند. بعضاً سرعت خزش منقسم نیز تلقی می شود (این موضوع در شکل 3) قابل مشاهده است

عمر خزشی: زمانی است که ماده خزش را عمل می کند تا از عمده سیاه شود و با t_r نشان می دهند.

نکته: برای کامپوندهای با عمر بالا با استریغ بسیار مهم خواهد بود و در مثال دماهای عمر کم، t_r ناگهانی و در درجه خزش خواهد بود

تأثیر دما و شش بر روی خزش

1. تأثیر دما: به طور کلی بیان می شود با افزایش دما شش ثابت (یا $\dot{\epsilon}_s$) برعکس می شود: 1- تغییر شکل ناگهانی و ناگهانی دما

اعمال با افزایش 2- نرخ یا حد لورنتس افزایش 3- عمر خزش (rupture lifetime) کاهش می یابد (این مسئله در شکل 4) قابل مشاهده است

به طور دقیق تر رابطه دما با چرخه مدت زیر تیرین می شود:

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

که Q انرژی فعال خزش، A ضریب محرکه خزش است.

Q به دو صورت آزمایشی یا محاسباتی محاسبه می شود. روش محاسباتی به این صورت که از شرایطات آزمون به دو آزمون

برده شده و رابطه زیر بدست می آید:

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

تأثیر شش

$$\dot{\epsilon} = k \sigma^n$$

به طور کلی برای اجزای شش و خزش رابطه بود و برقرار است.

که n رگ است حسنه و از طرفی n رگ با و امولاس 3 تا 5 است اما می تواند 1 تا اعداد بزرگی تا 20 هم باشد که مابین حالت این رگه صادق است و از رگه زیر استانی می شود.

$$A \cdot \exp(B \cdot \sigma)$$

این رگه امولا برای مرحله هم خزن است و بعضاً در عمل

در مرحله هم خزن بعد از این رگه صادق نخواهد بود.

(نکته 5) نشان می دهد که درش عاقلانه است چه انسانی برای خزن خواهد است (علاوه بر این بخش توضیح داده شد)

نشان می دهد

مشکل 6 مشخص می شود که به دلیل مثال شدن مکانیزم های رگه هنوز در نمای بالا به لحاظ میزبان ستر

در این منطقه مشخص است و در آن مایه برابری خواهد شد و مقدار آن با تنش رگه بستیم بود.

خواسته های از دانش خزن

خواسته 1: تقی های خواسته شده در شکل 7 تا 9 کشیده شده است.

مراحل خزن: با توجه به تقریباً غی می بین می شود که از روی جدول مراحل تقایم خزن مشخص کرد.

240°C 60 MPa: ① 0-4600 s ② 4600-18400 s ③ 18400-19675 s

240°C 70 MPa: ① 0-965 s ② 965-1700 s ③ 1700-5500 s

260°C 60 MPa: ① 0-540 s ② 540-2900 s ③ 2900-3300 s

سرعت خزن باید از آن سبب مرحله هم خزن است پس سبب را برای هر جدول در دست می آوریم، در هر مثال برای

$$240^\circ\text{C } 60\text{ MPa: } \frac{0.0577 - 0.0375}{14069.81 - 7292.03} = 2.98 \times 10^{-6} \text{ s}$$

به نسبت صاف : $\dot{\epsilon} = \frac{0.0737 - 0.0528}{4377.58 - 2372.11} \cdot 1.04 \times 10^{-5} \text{ } 1/s$ 240°C 70 mpa

$\dot{\epsilon} = \frac{0.0765 - 0.0489}{2305.426 - 1297.65} \cdot 2.19 \times 10^{-5} \text{ } 1/s$ 260°C 60 mpa

خوابه 2. برای استناد از منحنی θ میانه θ داریم : θ منحنی منفرجه است :

$Q = R \ln(\dot{\epsilon}_1 / \dot{\epsilon}_2) = \frac{8.314 \ln(2.19 \times 10^{-5} / 2.98 \times 10^{-6})}{1/533 - 1/533} = 2.26 \times 10^5$

حال منحنی $\theta = t \cdot \exp(-\frac{Q}{RT})$ مقدار θ را بدست آورده و نمودار را در دو دایره رسم می‌کنیم.

منحنی خوابه شده (شکل 10) است. منحنی است و می‌توان با تقریب خوبی خصوصاً ناحیه اول نمودارها را منطبق کرد.

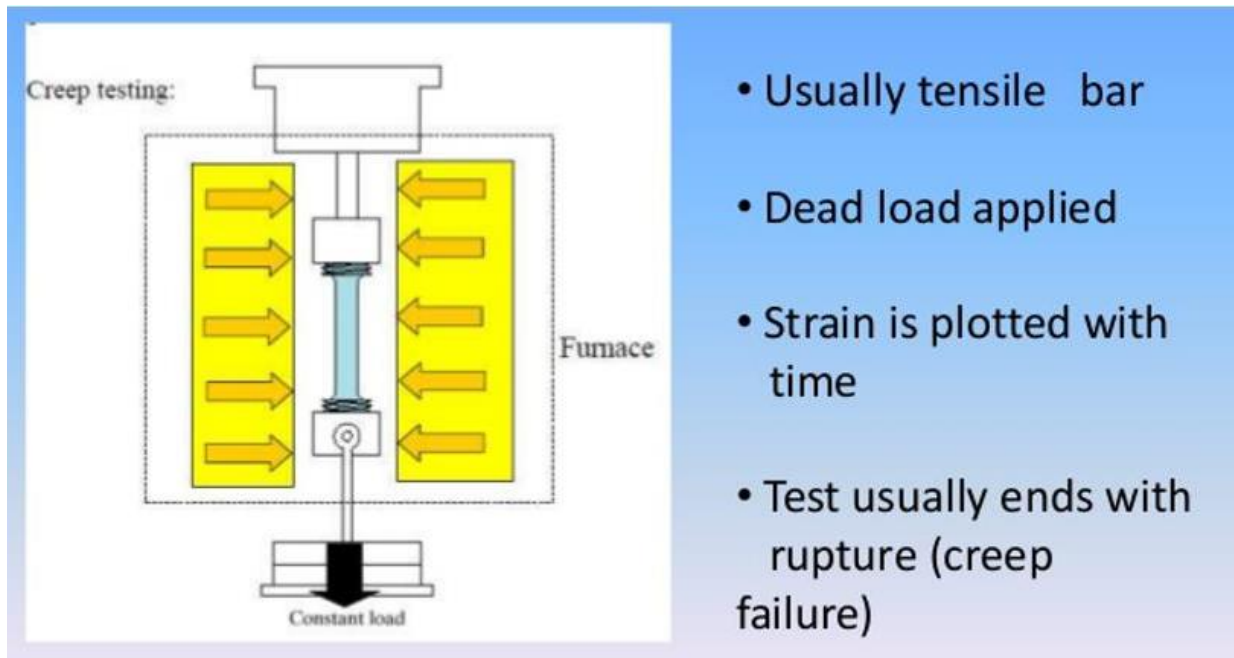
خوابه 3. برای این خوابه هست میانه است α را بدست آوریم پس :

240°C 60 mpa $\dot{\epsilon} = 2.98 \times 10^{-6} = \alpha \exp(-\frac{(2.26 \times 10^5)}{8.314 \cdot 513}) \Rightarrow \alpha = 3.0676 \times 10^{17}$

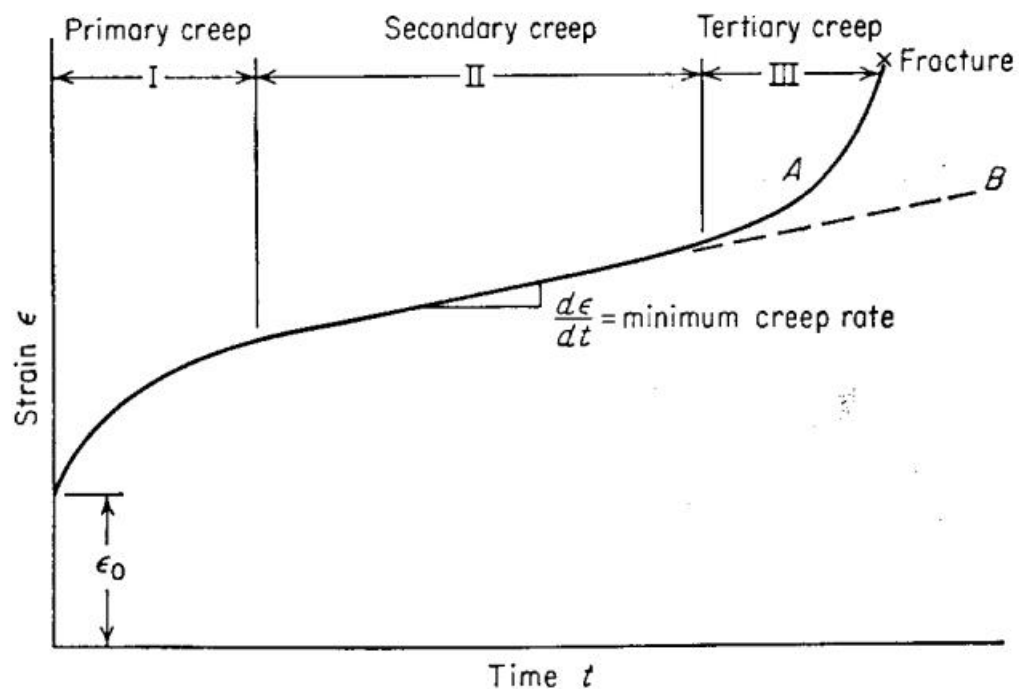
پس برای دمای 240°C و 60 mpa $\dot{\epsilon}$ به دست می‌آید که α تغییر نکند داریم :

220°C : $\dot{\epsilon} = 3.0676 \times 10^{17} \exp(-\frac{2.26 \times 10^5}{8.314 \cdot 493}) = 3.47 \times 10^{-7} \text{ } 1/s$

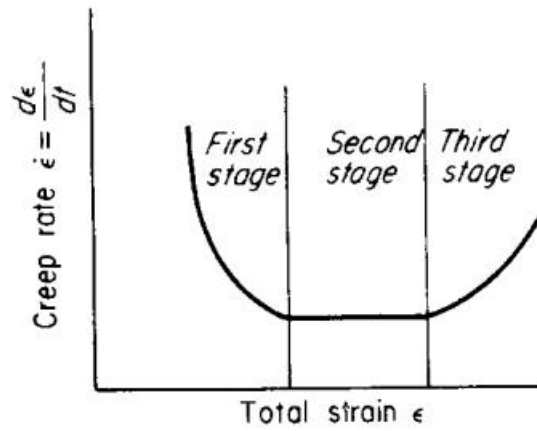
270°C : $\dot{\epsilon} = 3.0676 \times 10^{17} \exp(-\frac{2.26 \times 10^5}{8.314 \cdot 543}) = 5.57 \times 10^{-5} \text{ } 1/s$



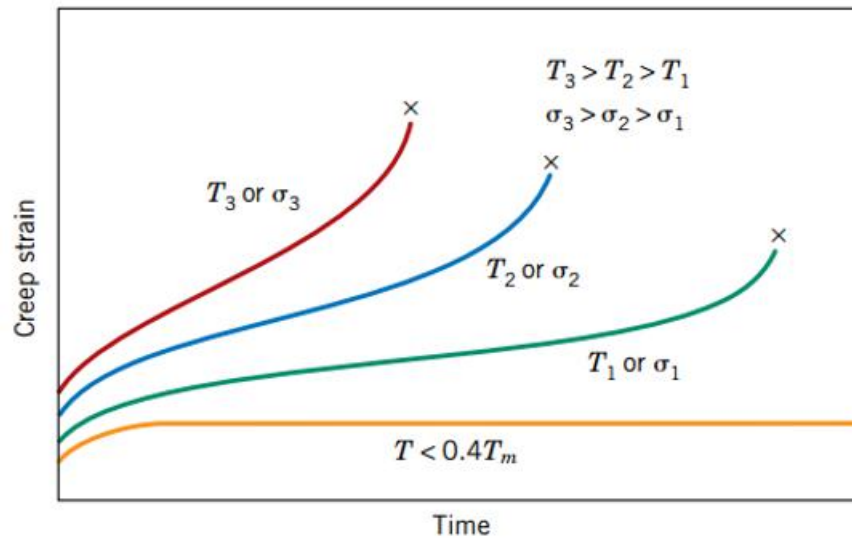
شکل ۱. شماییک تست خزش



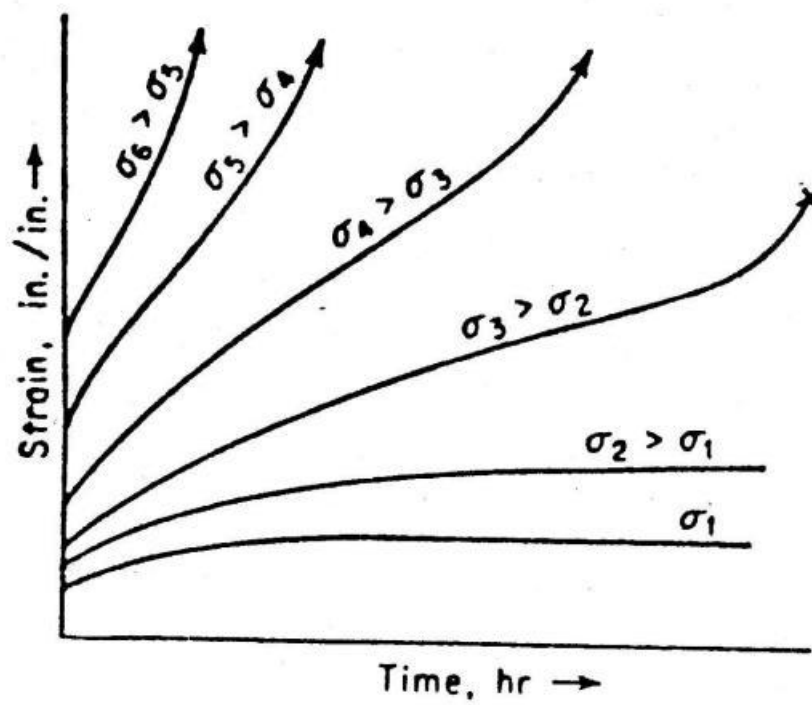
شکل ۲. منحنی کرنش بر حسب زمان خزش



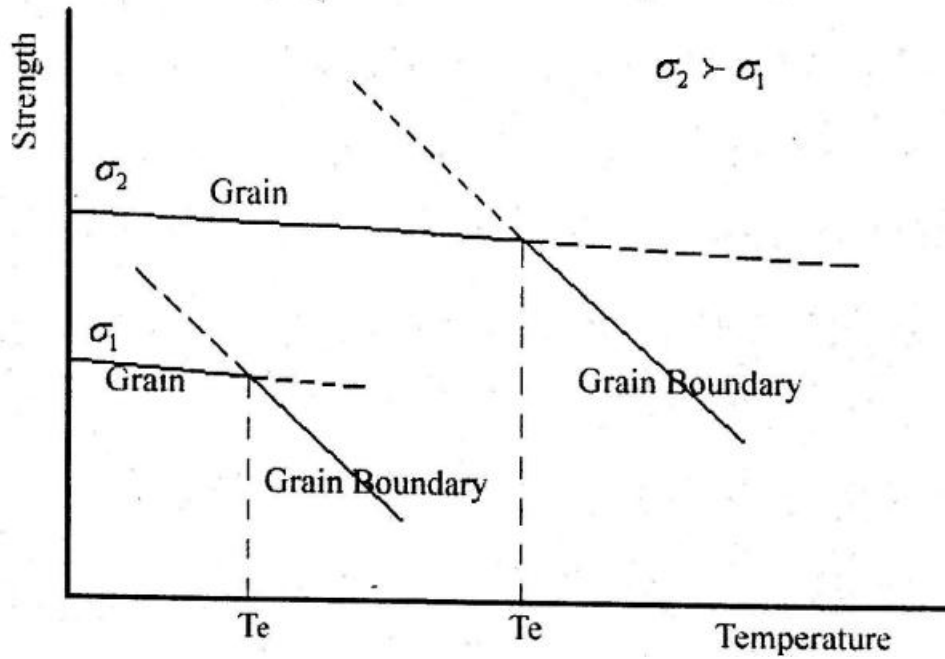
شکل ۳. منحنی تغییرات آهنگ خزش برحسب کرنش



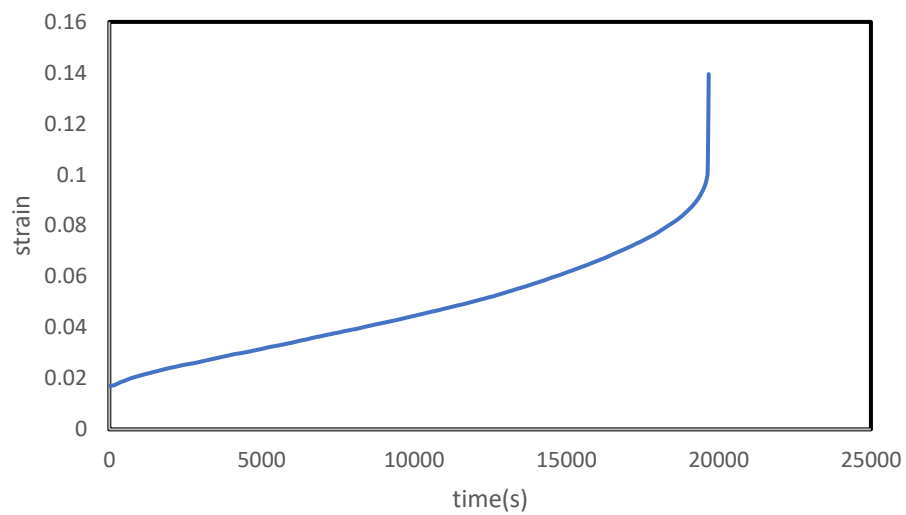
شکل ۴. تاثیر دما و تنش بر منحنی خزش



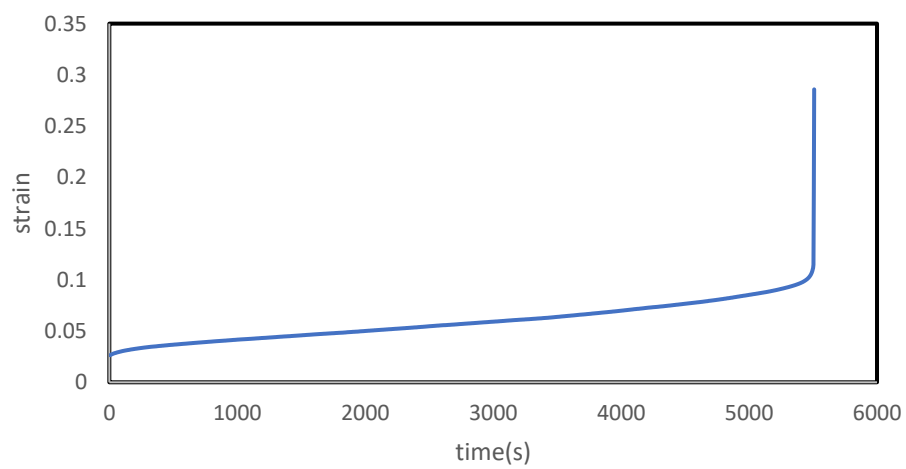
شکل ۵. تأثیر تنش بر منحنی خزش



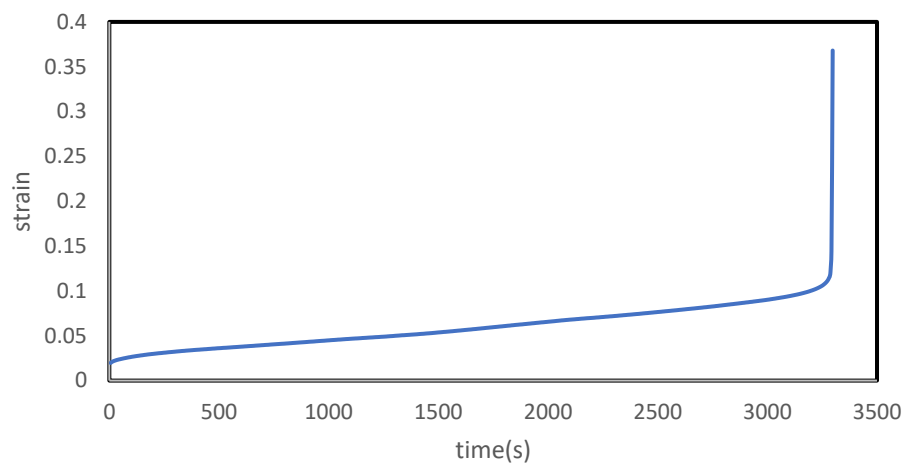
شکل ۶. تأثیر دما و تنش بر استحکام دانه و مرزدانه



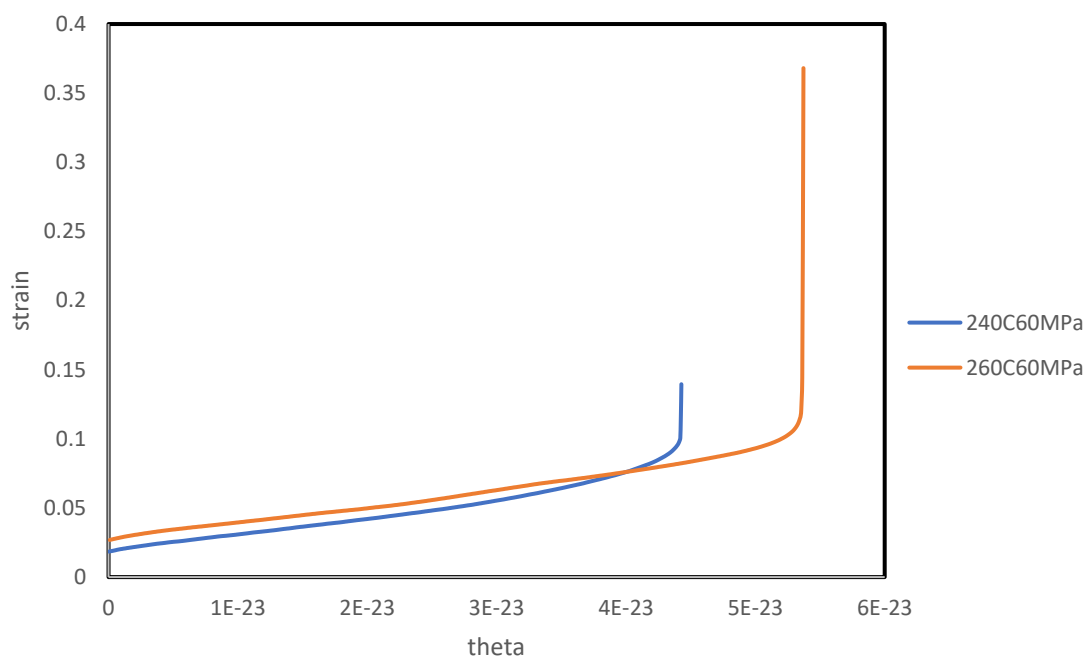
شکل ۷. منحنی کرنش-زمان برای نمونه با تنش ۶۰ مگاپاسکال ۲۴۰ درجه سانتی گراد



شکل ۸. منحنی کرنش-زمان برای نمونه با تنش ۷۰ مگاپاسکال ۲۴۰ درجه سانتی گراد



شکل ۹. منحنی کرنش-زمان برای نمونه با تنش ۶۰ مگاپاسکال ۲۶۰ درجه سانتی گراد



شکل ۱۰- منحنی کرنش بر حسب پارامتر تتا برای دو دما