



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی و علم مواد
آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد

آزمایش شماره 9:
آزمون خزش

نگارش :
سارا صاحبی اول

گروه:
دوشنبه ساعت 13.5 الی 16.5

اساتید درس :
دکتر سیامک سراج زاده
مهندس جعفر مهدی اخگر

[illegible]

• ابتدا دعا بخواند

همان طوری که قبلاً ذکر شد در سال ۱۳۵۳ خورشیدی قریب به ۱۰۰ تن بارهای آلا دریاکی می‌شد
 ولی این بار قریب به ۱۰۰ تنی آلا عبارت از بارهای سنگین و بارهای کوچک آلاهای را
 حمل می‌شد و این بارها را در سال ۱۳۵۳ خورشیدی حمل می‌کردند.
 بارهای که در آن قریب به ۱۰۰ تن در سال ۱۳۵۳ خورشیدی در بار
 در بارهای بین قریب به ۱۰۰ تن و ۰.۹ تن در سال ۱۳۵۳ خورشیدی در بارهای کوچک

[illegible]

$$E = a \exp\left(-\frac{Q}{R.T}\right)$$

$\frac{1}{2} \text{ mol } \text{O}_2$, $\frac{1}{2} \text{ mol } \text{O}_2$ •
 $\frac{1}{2} \text{ mol } \text{O}_2$, $\frac{1}{2} \text{ mol } \text{O}_2$

$$Q = \frac{K \cdot \ln \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$$

* در حالت خالص این ماده نقطه ذوب بالاتر از $0.5 T_m$ بهر شدت باشد

• اثر تنش

سرعت خردش بیشتر به مقدار تنش دارد و در حالت عادی سرعت خردش با تنش تغییرات ناچیزی دارد
از تنش تغییر می کند که توسط معادله $\sigma = k \epsilon^n$ نشان داده می شود
• σ سرعت خردش ، k ثابت ، n و k نشان دهنده حساسیت
الکتریک فاکتور یکی دارای استثنای می باشد به عنوان مثال در تیتانیوم تغییرات سرعت
تغییر فلزات در این دو سرعت خردش با تنش نسبت قطعی تغییر می کند یعنی $n=1$ می شود بنابراین
ناگسلی به درها دارد
مثلاً یعنی از مقدار بالایی تنش تا بالایی حساسیت در این حالت n به عدد 20
در این صورت رابطه بالا دیگر صادق نیست و در صورت زیر باید بیان شود:

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

• شکل 2 اثر تنش را بر روی خردش در دمای ثابت نشان می دهد
همان فلز که حساسیت خردش با تنش اولیه فقط یکی تنش در دمای خاص و اتفاقی است
حساست اثر تنش ثابت در دما تغییر کند با افزایش دما سرعت خردش بیشتر می شود

• تنش و دما

بدانکه افزایش دما انجام در دما حساسیت از انجام دانه کاهش می یابد و این در دمای T_c
در دمای که انجام دانه دوز دانه باقیمانده می شود حساسیت را قطع می کند
تا با افزایش تنش اعمالی سرعت اعمال کردن دما تغییر می کند درجه
تنش بالاتر T_c هم بیشتر می شود
در دماهای است T_c انجام دوز دانه حساسیت دوز دانه ها بیشتر شد انجام دماهای
در دماهای بالا به عکس است یعنی دوز دانه منبع خردش می شود
در دماها نیز است که حساسیت انجام خردش می شود
در شکل 3 تغییرات دما بر روی حساسیت دما اثر می کند

مرحله خدش:

مرحله ششانی:

شکل پیشینک تغییر یافته ای (ع) است که داشته اعمال نموده و داخل اوقات
اجا می شود.

مرحله اول:

که خدش اول با آنجا نامیده می شود، سبب خدش در یک با شش است و سبب خدش
در یک که در خدش ایا در سبب افزایش می آید.

مرحله دوم:

که نام خدش با آنجا با مخالف یا یک است می شود و سبب خدش در سبب خدش
می باشد. و سبب خدش در سبب خدش با آنجا می شود و سبب خدش در سبب
نشان تا می آید این مرحله سبب است و سبب خدش در سبب خدش
این مرحله سبب می شود و سبب خدش با آنجا می شود و سبب خدش در سبب
و سبب خدش در سبب خدش با آنجا می شود و سبب خدش در سبب خدش
در سبب خدش در سبب خدش با آنجا می شود و سبب خدش در سبب خدش

$$d\delta = \frac{\partial \delta}{\partial t} dt + \frac{\partial \delta}{\partial \epsilon} d\epsilon \quad \delta = cte \Rightarrow d\delta = 0$$

$$\epsilon^0 = \frac{d\epsilon}{dt} = - \frac{\frac{\partial \delta}{\partial t}}{\frac{\partial \delta}{\partial \epsilon}} = - \frac{f}{h}$$

مرحله سیم:

این مرحله سبب خدش است و سبب خدش با آنجا می شود و سبب خدش در سبب خدش
اختلاف با آنجا می شود و سبب خدش در سبب خدش با آنجا می شود و سبب خدش در سبب خدش

* شکل 3 قدم می خدش در سبب خدش.

مکانیسم های تغییر شکل آتشی از خدش

تغییر شکل در تپش آتشی

خودش در دهانه سرد

خودش آتشی از دهانه

خودش در دهانه ای

خودش در دهانه

- شکل 5: نمونه ای از آتشی که خدش را مشاهده می کنیم
- شکل 4: نمونه ای از خدش در یک قطعه فلز را مشاهده می کنیم

علائق ها

1. تغییرات در درجه حرارت شکل های 6 و 7 و 8 آتشی است :
 آتشی تپش بیان شد و در دهانه سرد خدش در تپش آتشی
 در دهانه سرد در دهانه سرد خدش آتشی خدش آتشی از تپش آتشی در دهانه سرد
 خدش آتشی در دهانه سرد خدش آتشی در دهانه سرد خدش آتشی در دهانه سرد
 در دهانه سرد خدش آتشی در دهانه سرد خدش آتشی در دهانه سرد خدش آتشی در دهانه سرد

• درجه حرارت 60 درجه سانتیگراد 290 C

• آتشی در شکل 6

در دهانه ای از دهانه 0.5 درجه 4523.5
 در دهانه ای از دهانه 9523.5 تا 10000
 در دهانه ای از دهانه 10000 تا 10000

سرعت انتشار یابار استاندارد از میان قوی مارشال تعیین می شود:

$$\dot{E} = \frac{0.044787 - 0.030405}{70078.03 - 4523} = 2.5877 \times 10^{-6} \text{ (S}^{-1}\text{)}$$

• نرخ انتشار 604ppm در دمای 260°C : (نقشه قوی شکل 7)
 در دمای 260°C از میان 0.5 و 466
 در دمای 260°C از میان 960.5 و 1490.5
 در دمای 260°C از میان 7490.5 و 1490.5 است
 سرعت انتشار یابار استاندارد از میان قوی مارشال تعیین می شود:

$$\dot{E} = \frac{0.0535 - 0.035537}{1497.534 - 466.08} = 7.5321 \times 10^{-6} \text{ (S}^{-1}\text{)}$$

• نرخ انتشار 704ppm در دمای 240°C : (نقشه قوی شکل 8)
 در دمای 240°C از میان 0.5 و 660
 در دمای 240°C از میان 660.5 و 3520.5
 در دمای 240°C از میان 3520.5 و 1490.5 است
 سرعت انتشار یابار از میان قوی مارشال تعیین می شود:

$$\dot{E} = \frac{0.06037 - 0.03837}{3520 - 660} = 7.6773 \times 10^{-6} \text{ (S}^{-1}\text{)}$$

* مقادیر سرعت انتشار یابار در جدول 1 نیز آمده است.

در ابتدا Q را حساب می کنیم:

$$Q = \frac{R \cdot \ln \frac{\dot{E}_1}{\dot{E}_2}}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}} = \frac{8.314 \ln \frac{2.5877}{7.5321}}{\frac{1}{260} - \frac{1}{240}} = -49635.4721 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}$$

$$\theta = t \cdot \exp \left(\frac{Q}{R \cdot T} \right) = t \cdot \exp \left(- \frac{49635.4721}{513 \times 8.314} \right) = t \times 8.8275 \times 10^{-6}$$

$$\theta = t \cdot \exp \left(\frac{-Q}{R \cdot T} \right) = t \cdot \exp \left(- \frac{49653.4721}{533 \times 8.314} \right) = t \times 13.6672 \times 10^{-6}$$

فرض کنید در یک سیستم ایزوله، دو جسم به هم در تماس باشند و دماهای آن‌ها 240 و 260 درجه سانتیگراد باشد. فرض کنید که این دو جسم به هم در تماس باشند و دماهای آن‌ها 240 و 260 درجه سانتیگراد باشد.

3 در رابطه: $\dot{E} = \alpha \cdot \exp\left(-\frac{Q}{R \cdot T}\right)$ ابتدا مقدار α را حساب می‌کنیم.

در $T = 240$ درجه سانتیگراد، $Q = 49635.721$ J/mol و $\dot{E} = 2.5871 \times 10^{-6}$ (s⁻¹)

$$\Rightarrow 2.5871 \times 10^{-6} = \alpha \cdot \exp\left(\frac{-49635.721}{8.314 \cdot 513}\right) \Rightarrow \alpha = \frac{2.5871 \times 10^{-6}}{\exp\left(\frac{-49635.721}{8.314 \cdot 513}\right)}$$

$$= 0.2931 \quad (\text{s}^{-1})$$

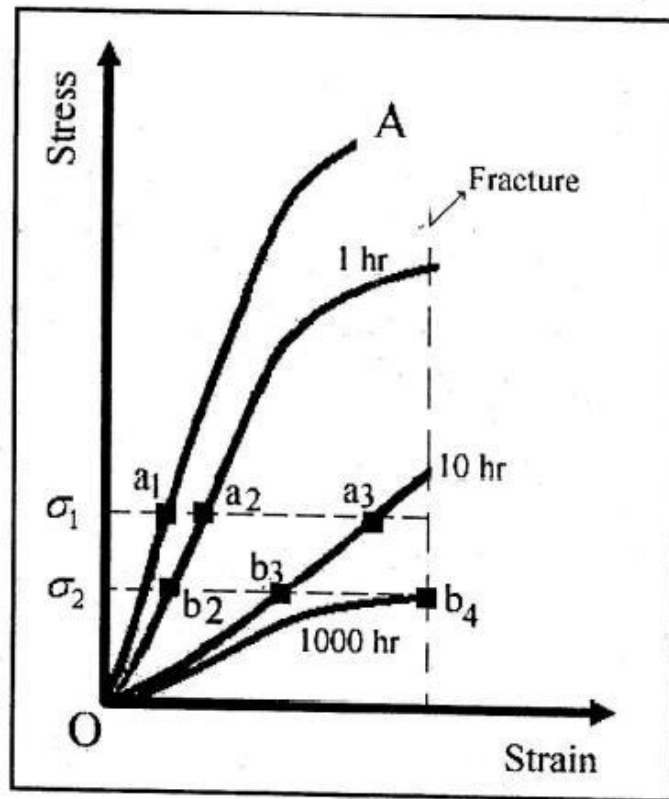
پس داریم:

$$\dot{E} = 0.2931 \cdot \exp\left(\frac{-49635.721}{8.314 \times T}\right)$$

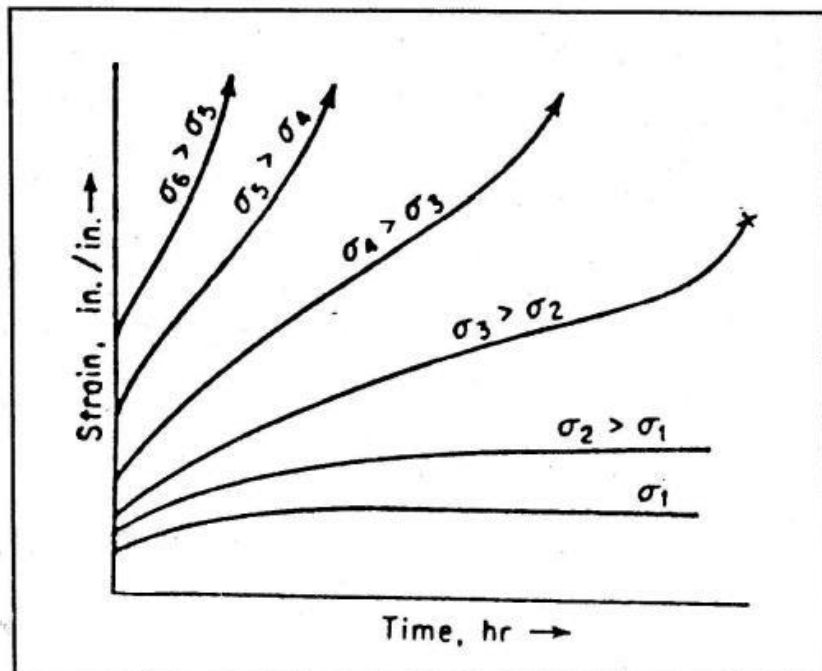
حالا دماهای 270 و 290 درجه سانتیگراد را پیدا می‌کنیم

$$290: \quad \dot{E} = 0.2931 \cdot \exp\left(\frac{-49635.721}{8.314 \cdot 503}\right) = 2.053 \times 10^{-6} \quad (\text{s}^{-1})$$

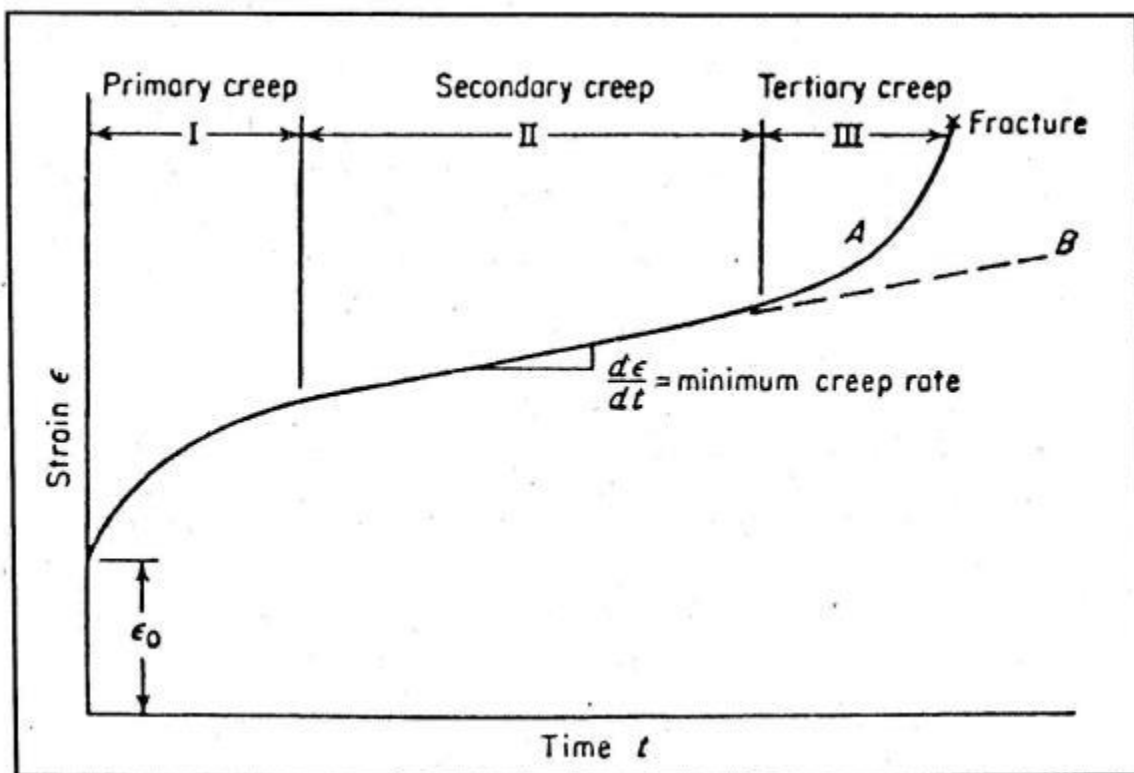
$$270: \quad \dot{E} = 0.2931 \cdot \exp\left(\frac{-49635.721}{8.314 \cdot 543}\right) = 4.9211 \times 10^{-6} \quad (\text{s}^{-1})$$



شکل 1- اثر تنش و زمان بر ازدیاد طول نسبی



شکل 2- اثر تنش بر منحنی خزش



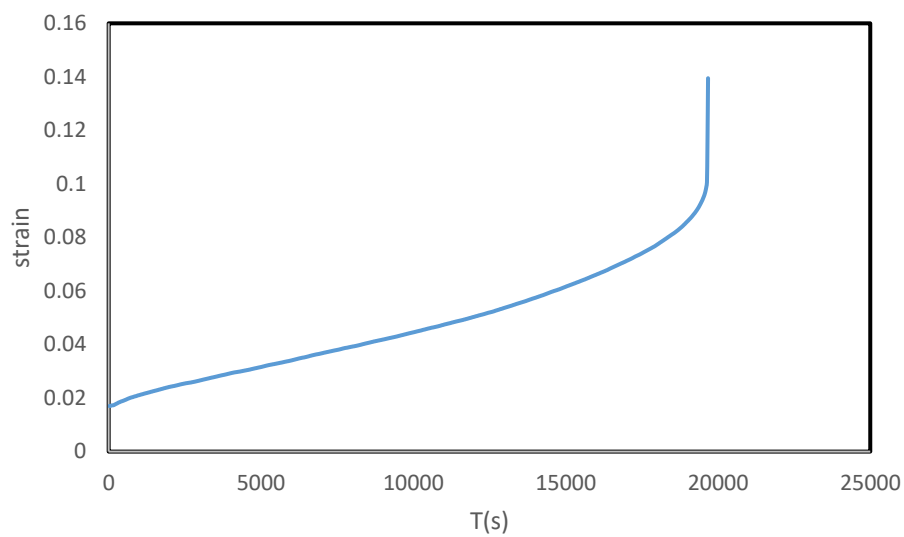
شکل 3_ فرم کلی منحنی های خزش



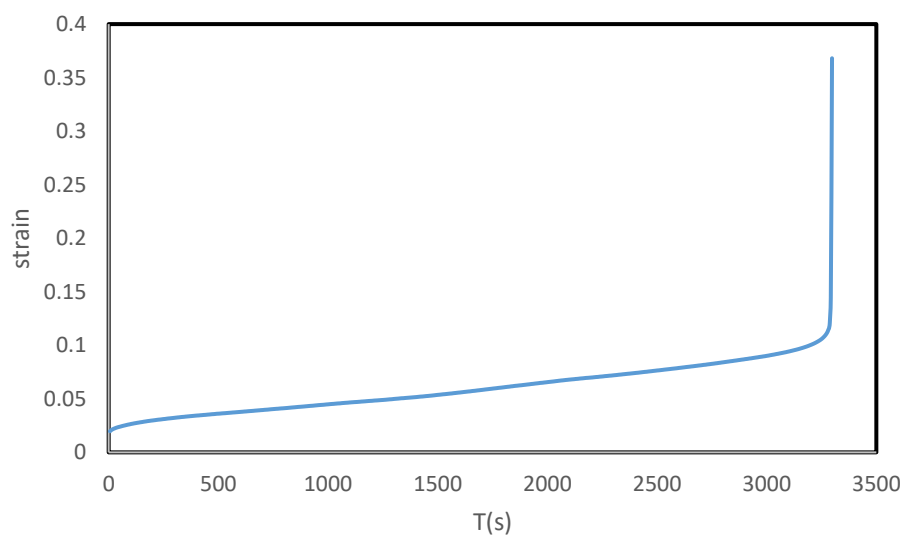
شکل 4_ نمونه ای از خزش در یک قطعه فلز



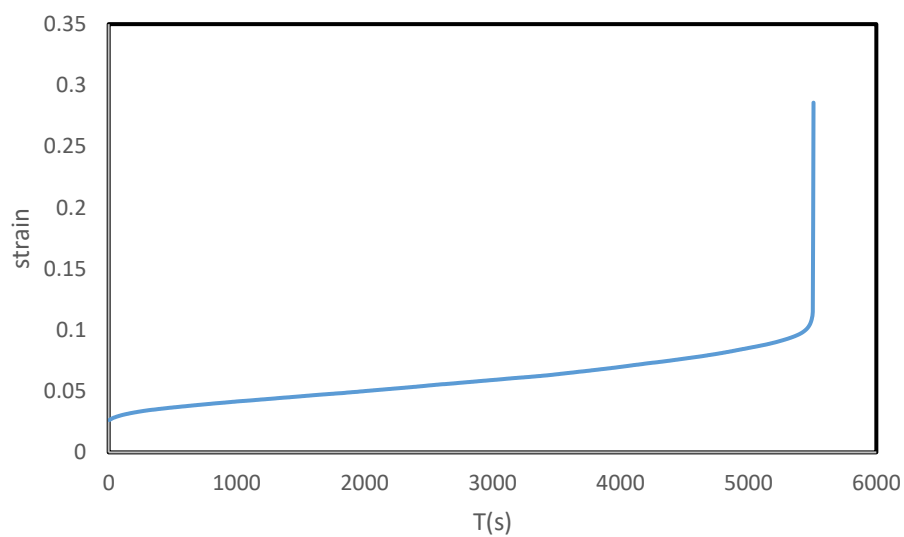
شکل 5_ نمونه ای از دستگاه تست خزش



شکل 6_ تغییرات کرنش بر حسب زمان برای نمونه با تنش 60 مگاپاسکال و دمای 240 درجه سانتی گراد



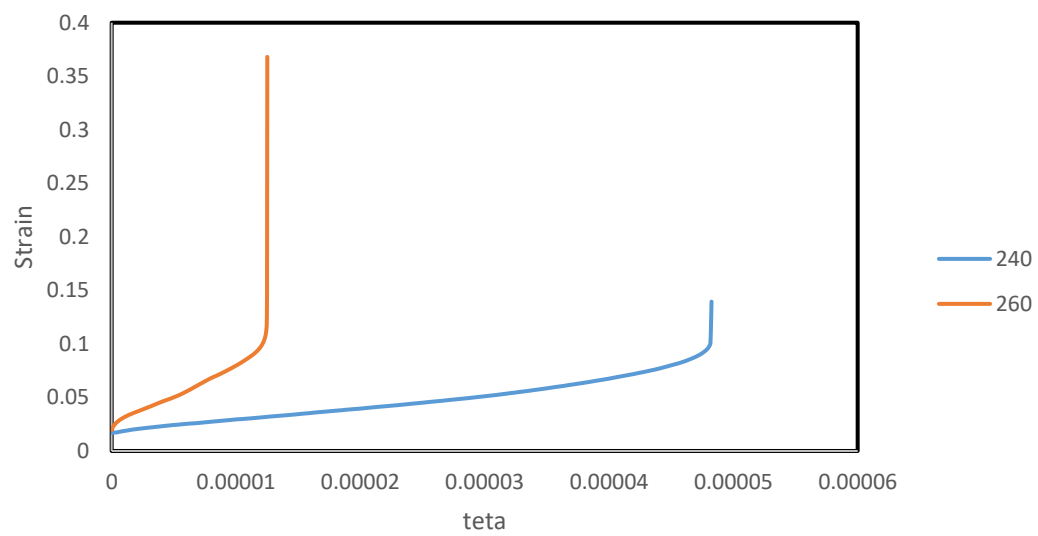
شکل 7_ تغییرات کرنش بر حسب زمان برای نمونه با تنش 60 مگاپاسکال و دمای 260 درجه سانتی گراد



شکل 8 _ تغییرات کرنش بر حسب زمان برای نمونه با تنش 70 مگاپاسکال و دمای 240 درجه سانتی گراد

جدول 1 مقادیر سرعت پایدار نمونه ها

| | نمونه با تنش 60 مگاپاسکال و دمای 240 درجه سانتی گراد | نمونه با تنش 60 مگاپاسکال و دمای 260 درجه سانتی گراد | برای نمونه با تنش 70 مگاپاسکال و دمای 240 درجه سانتی گراد |
|-------------------------------|--|--|---|
| $10^{*-6}(s^{*-1})$ *سرعت خزش | 2.5877 | 17.5321 | 7.6773 |



شکل 9_ منحنی تغییرات کرنش بر حسب تتا در دو دمای مختلف