

## خواص مکانیکی مواد



۱- در پدیده خزش نفوذی تحت نیرو کدام گزینه در مورد حرکت اتم‌ها و تهی جاها درست است؟

- (۱) حرکت اتم‌ها از مکان‌های طولی به مکان‌های عرضی
- (۲) حرکت تهی جای از مکان‌های عرضی به مکان‌های طولی
- (۳) حرکت تهی جای از مکان‌های طولی به مکان‌های عرضی
- (۴) حرکت اتم‌ها و تهی جاها از مکان‌های طولی به مکان‌های عرضی

۲- تعداد نابجایی‌هایی که در یک تجمع نابجایی شرکت می‌کنند از رابطه:

$$n = \frac{K\pi\tau_s L}{Gb}$$

بدست می‌آید. طبق این رابطه گزینه صحیح کدام است؟

- (۱) تعداد نابجایی‌ها در تجمع به نوع نابجایی بستگی ندارد.
- (۲) تعداد نابجایی‌های پیچی در واحد طول تجمع بیشتر از تعداد نابجایی لبه‌ای است.
- (۳) تعداد نابجایی‌های لبه‌ای در واحد طول تجمع بیشتر از تعداد نابجایی پیچی است.
- (۴) تعداد نابجایی‌های مخلوط در واحد طول تجمع بیشتر از تعداد نابجایی پیچی است.

۳- در آزمایش خستگی چهار بارگذاری در  $\sigma_a = 5 \text{ MPa}$  و به صورت ذیل بر روی نمونه‌ای فلزی اعمال می‌شود.

A  $\left| \begin{array}{l} \sigma_{\max} = 10 \\ \sigma_{\min} = 0 \end{array} \right.$

B  $\left| \begin{array}{l} \sigma_{\max} = 5 \\ \sigma_{\min} = -5 \end{array} \right.$

C  $\left| \begin{array}{l} \sigma_{\max} = 12 \\ \sigma_{\min} = 2 \end{array} \right.$

D  $\left| \begin{array}{l} \sigma_{\max} = 6 \\ \sigma_{\min} = -4 \end{array} \right.$

کدام گزینه در مورد استحکام خستگی برای بارگذاری‌های فوق صادق است؟

(۲)  $\sigma_D > \sigma_B > \sigma_A > \sigma_C$

(۱)  $\sigma_B > \sigma_D > \sigma_A > \sigma_C$

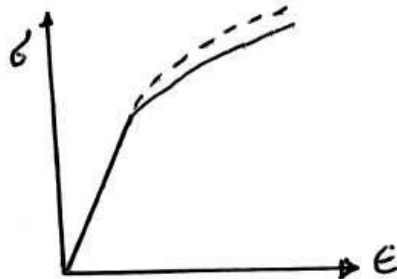
(۴)  $\sigma_C > \sigma_B > \sigma_D > \sigma_A$

(۳)  $\sigma_A > \sigma_C > \sigma_D > \sigma_B$



۴ - می‌دانیم که براساس رابطه Bridgeman بین تنش حقیقی اندازه‌گیری شده و تنش حقیقی واقعی تفاوت وجود دارد.

( به شکل توجه فرمایید) کدام یک از جملات زیر صحیح است؟



(۱) تنش‌های اندازه‌گیری شده در منحنی تنش حقیقی - کرنش حقیقی بعد از شروع گردنی شدن از تنش حقیقی واقعی مورد نیاز جهت ادامه سیلان به دلیل وجود شرایط سه بعدی تنش بیشتر می‌باشد.

(۲) تنش‌های اندازه‌گیری شده در منحنی تنش حقیقی - کرنش حقیقی بعد از شروع گردنی شدن از تنش حقیقی واقعی مورد نیاز جهت ادامه سیلان به دلیل وجود شرایط سه بعدی تنش کمتر می‌باشد.

(۳) تنش‌های اندازه‌گیری شده در منحنی تنش حقیقی - کرنش حقیقی بعد از شروع گردنی شدن از تنش حقیقی واقعی مورد نیاز جهت ادامه سیلان به دلیل تشکیل حفرات و به هم پیوستن آن‌ها کمتر است.

(۴) تنش‌های اندازه‌گیری شده در منحنی تنش حقیقی - کرنش حقیقی بعد از شروع گردنی شدن از تنش حقیقی واقعی مورد نیاز جهت ادامه سیلان به دلیل غیریکنواخت شدن کرنش بیشتر می‌باشد.

۵ - در شرایط خاص رفتار تنش - کرنش فلزات و آلیاژها در منطقه پلاستیک به صورت مضرس (دندانه‌دار serrated) درمی‌آید.

دلیل این رفتار برای فلزات FCC، BCC و HCP کدام است؟



(۱) فقط در فلزات HCP و BCC به دلیل تشکیل ابر یا اتمسفر اتم‌های محلول بین نشین و ایجاد اثر پورتوین لوشاتلیه رخ می‌دهد.

(۲) به دلیل تشکیل ابر یا اتمسفر اتم‌های محلول بین نشین و ایجاد اثر پورتوین لوشاتلیه در همه فلزات و آلیاژها رخ می‌دهد.

(۳) در فلزات BCC و HCP در دماهای بالا به دلیل پدیده کرنش پیری دینامیک (DSA) و در فلزات FCC در شرایط وخیم (دمای پایین و نرخ کرنش بالا) به دلیل دوقلویی شدن‌های مکرر، رخ می‌دهد.

(۴) در فلزات FCC در دماهای بالا به دلیل پدیده کرنش پیری دینامیک (DSA) و در فلزات BCC و HCP در شرایط وخیم (دمای پایین و نرخ کرنش بالا) به دلیل دوقلویی شدن‌های مکرر، رخ می‌دهد.



۶ - فولادی با حد خستگی  $850 \text{ MPa}$  و استحکام کششی  $1500 \text{ MPa}$  را در نظر بگیرید. مخرب‌ترین سیکل بارگذاری این فولاد کدام مورد بر حسب مگاپاسکال می‌باشد؟

- (۱)  $\sigma_{\max} = 900$  و  $\sigma_{\min} = -500$   
 (۲)  $\sigma_{\max} = 800$  و  $\sigma_{\min} = -400$   
 (۳)  $\sigma_{\max} = 700$  و  $\sigma_{\min} = -300$   
 (۴)  $\sigma_{\max} = 600$  و  $\sigma_{\min} = -200$

۷ - آهن  $\alpha$  (BCC) و آهن  $\gamma$  (FCC) در دمای بالا تحت تنش ثابت قرار می‌گیرند. کدام گزینه در مورد آهنگ خزش این دو آهن صحیح است؟

- (۱) آهنگ خزش آهن  $\alpha$  کمتر است.  
 (۲) آهنگ خزش هر دو آهن یکسان است.  
 (۳) آهنگ خزش آهن  $\alpha$  بیشتر است.  
 (۴) بسته به دما و تنش اعمالی ممکن است آهنگ خزش آهن  $\alpha$  کمتر و یا بیشتر از آهنگ خزش آهن  $\gamma$  باشد.

۸ - فولادی در دمای  $1000^\circ\text{C}$  تحت تنش  $400 \text{ MPa}$  به مدت  $100 \text{ hr}$  گسیخته می‌شود. حداکثر دمایی که نمونه مذکور با ضریب ایمنی  $10$  به مدت  $1000 \text{ hr}$  در همان مقدار تنش قابل استفاده باشد تقریباً چند درجه سلسیوس است؟ لازم به ذکر است فولاد مذکور از رابطه لارسون - میلر تبعیت می‌کند.

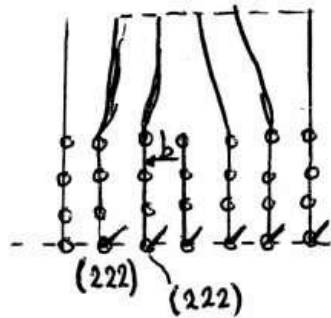
- (۱)  $695$   
 (۲)  $795$   
 (۳)  $895$   
 (۴)  $995$

۹ - دو نمونه آلومینایی با اندازه  $5^\circ$  و  $50 \mu\text{m}$  از دمای بالا سرد می‌شوند. حداکثر اندازه ترک‌های تشکیل شده به هنگام سرد کردن برابر اندازه دانه است. اگر برای آلومینا  $K_{Ic} = 4 \text{ MPa} \sqrt{\text{m}}$  باشد، نسبت استحکام کششی آلومینای دانه ریز به دانه درشت برابر کدام است؟

- (۱)  $5$   
 (۲)  $10$   
 (۳)  $15$   
 (۴)  $20$



۱۰- در یک شبکه BCC با ثابت شبکه  $4^\circ \text{\AA}$  یک نابجایی طبق شکل زیر وجود دارد. مقدار بردار برگرز این نابجایی چند



آنگسترون است؟

(۱)  $\sqrt{3}$

(۲)  $2\sqrt{3}$

(۳)  $4\sqrt{3}$

(۴)  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

۱۱- بردار برگرز نابجایی که می تواند بین دو صفحه (۱۱۱) و (۱۱۱) فلزات FCC لغزش تقاطعی (cross slip) کند کدام عبارت است؟

(۲)  $\frac{a}{\sqrt{2}} [1\bar{1}0]$

(۱)  $\frac{a}{\sqrt{2}} [011]$

(۴)  $\frac{a}{\sqrt{2}} [0\bar{1}\bar{1}]$

(۳)  $\frac{a}{\sqrt{2}} [10\bar{1}]$

۱۲- بردار برگرز دو نابجایی ساده به صورت  $\frac{a_0}{\sqrt{2}} [111]$  و  $a_0 \sqrt{2} [110]$  می باشد. نسبت انرژی بر واحد طول برای این دو نابجایی

چقدر است؟

(۲)  $\frac{3}{4}$

(۱)  $\frac{3}{16}$

(۴)  $\frac{1}{16}$

(۳)  $\frac{3}{4}$

۱۳- سرعت گسترش ترک خستگی در ماده ای از رابطه  $\frac{da}{dN} = 4 \times 10^{-37} (\Delta K)^m$  پیروی می کند. محقق دریافته است که

برای این ماده سرعت گسترش ترک متناسب با شعاع منطقه پلاستیک نوک ترک می باشد. مقدار  $m$  کدام است؟

(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) ۴

(۳) ۳



۱۴ - تنش پارلرزنابارو به صورت ذیل تعریف می شود:

$$\tau_{PN} \propto G \exp\left(-\frac{2\pi w}{b}\right) \text{ و } w = \frac{a}{1-\nu}$$

(ضخامت یا عرض نابجایی) و

- (۱) لغزش بر روی صفحات فشرده و جهات فشرده انجام می شود زیرا تنش پارلرزنابارو کاهش می یابد و ضخامت نابجایی ها کاهش می یابد.
- (۲) لغزش بر روی صفحات فشرده و جهات فشرده انجام می شود زیرا تنش پارلرزنابارو افزایش می یابد و ضخامت نابجایی ها کاهش می یابد.
- (۳) لغزش بر روی صفحات فشرده و جهات فشرده انجام می شود زیرا تنش پارلرزنابارو کاهش می یابد و ضخامت نابجایی ها افزایش می یابد.
- (۴) لغزش بر روی صفحات فشرده و جهات فشرده انجام می شود زیرا تنش پارلرزنابارو به ضخامت نابجایی ها بستگی داشته اما ضخامت نابجایی ها به ساختمان اتمی و قدرت باندهای اتمی بستگی ندارد.

۱۵ - کدام گزینه در مورد تأثیر انرژی نقص چیدن (SFE) بر تغییر نوع لغزش از موجی (Wavy) به صفحه ای (Planar) صحیح است؟

- (۱) مشخصه ها و چگونگی لغزش نابجایی ها به شدت به SFE بستگی داشته و افزایش SFE باعث تبدیل لغزش موجی به لغزش صفحه ای می گردد.
- (۲) مشخصه ها و چگونگی لغزش نابجایی ها به شدت به SFE بستگی داشته و کاهش SFE باعث تبدیل لغزش صفحه ای به لغزش موجی می گردد.
- (۳) مشخصه ها و چگونگی لغزش نابجایی ها به شدت به SFE بستگی داشته و افزایش SFE باعث سهولت لغزش متقاطع و تبدیل لغزش موجی به لغزش صفحه ای می گردد.
- (۴) مشخصه ها و چگونگی لغزش نابجایی ها به شدت به SFE بستگی داشته و کاهش SFE باعث تبدیل لغزش موجی به لغزش صفحه ای می گردد.

۱۶ - وقوع شکنندگی آبی (Blue Brittleness) در فولادها در ناحیه حرارتی  $23^{\circ}\text{C}$  تا  $38^{\circ}\text{C}$  رخ می دهد. این پدیده یکی

از اثرات پیرکرنشی بوده و در این ناحیه حرارتی حساسیت به نرخ کرنش ..... و نرخ کرنش پیری ..... می باشد.

(۲) حداکثر - ماکزیمم

(۱) حداقل - ماکزیمم

(۴) حداکثر - مینیمم

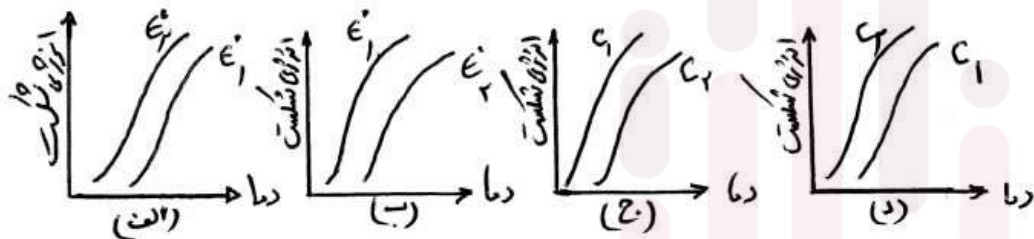
(۳) حداقل - مینیمم





۱۷ - افزایش نرخ بارگذاری و درصد کربن باعث ترد شدن فولادهای حساس به نرخ کرنش می شود؟

با توجه به اینکه  $\epsilon_1 > \epsilon_2$  و  $C_1 > C_2$ ، کدام گزینه از شکل های زیر صحیح است؟



(۴) ب و ج

(۳) ب و د

(۲) الف و د

(۱) الف و ج

۱۸ - طراحی یک قطعه صنعتی نشان می دهد. سوراخ بیضی شکل با اقطار (a = 5b) که باعث تمرکز تنش  $K_t = 11$  می شود

بایستی تغییر داده شود تا تمرکز تنش به  $K_t = 5$  برسد. در این تغییر نسبت اقطار جدید، کدام یک از گزینه های زیر است؟

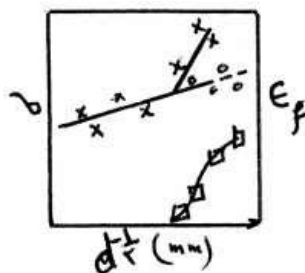
(۲)  $a = 3b$

(۱)  $a = 2b$

(۴)  $a = 5b$

(۳)  $a = 4b$

۱۹ - منحنی رفتار کششی فولاد کم کربن در دمای ۱۹۶ - سانتی گراد در شکل زیر آورده شده است. کدام گزینه در مورد علائم



آمده در شکل صحیح است؟ (d اندازه دانه است)

(۱) × تنش شکست، □ تنش تسلیم، o کرنش شکست

(۲) □ تنش شکست، o تنش تسلیم، × کرنش شکست

(۳) o تنش شکست، × تنش تسلیم، □ کرنش شکست

(۴) × تنش شکست، o تنش تسلیم، □ کرنش شکست

۲۰ - اگر اندازه منطقه پلاستیک رأس ترک برابر با ضخامت ماده ترکدار باشد، گزینه صحیح کدام است؟

(۱) شرایط تنش صفحه ای حکم فرماست و چقرمگی کم است.

(۲) شرایط تنش صفحه ای حکم فرماست و چقرمگی زیاد است.

(۳) شرایط کرنش صفحه ای حکم فرماست و چقرمگی زیاد است.

(۴) شرایط کرنش صفحه ای حکم فرماست و چقرمگی کم است.

شماره سوال	گزینه صحیح
1	2
2	2
3	1
4	1
5	4
6	1
7	3
8	3
9	2
10	4
11	2
12	1
13	2
14	3
15	4
16	1
17	4
18	1
19	4
20	2



## خواص مکانیکی مواد:

۱ - تنش برشی لازم برای شروع فعالیت یک منبع فرانک - رید (از نوع پیچی) برابر با  $12 \text{ [Mpa]}$  است. در صورتی که اندازه بردار بر گرز نابجایی برابر با  $\frac{3}{6} \text{ Å}$  و مقدار  $G = 6 \times 10^4 \text{ [Mpa]}$  باشد. اندازه طول منبع فرانک - رید چند  $[\mu\text{m}]$  است؟

- (۱) ۰/۶  
(۲) ۰/۹  
(۳) ۱/۸  
(۴) ۶

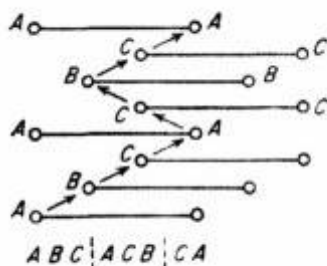
۲ - در شبکه BCC دو نابجایی پیچی و لبه‌ای با بردار  $\frac{a}{2} [111]$  وجود دارند. کدام گزینه در مورد انرژی کرنشی (بر واحد

طول) این دو نابجایی صحیح است؟

- (۱) انرژی نابجایی لبه‌ای بیشتر است.  
(۲) انرژی نابجایی پیچی بیشتر است.  
(۳) چون بردار دو نابجایی یکی است انرژی یکسان است.  
(۴) انرژی نابجایی ثابت و به نوع نابجایی بستگی ندارد.

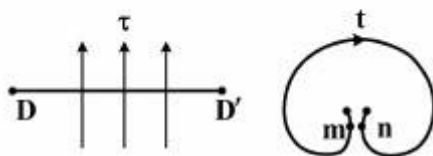
۳ - در شبکه FCC نحوه چین صفحات اتمی به صورت ABC... می‌باشد. در اثر لغزش نحوه چینش صفحات طبق

شکل می‌شود. نقص ایجاد شده کدام نوع است؟



- (۱) دوقلوبی  
(۲) شبکه BCC  
(۳) شبکه HCP  
(۴) نقصی تشکیل نشده

۴ - اگر منبع تکثیر نابجایی طبق شکل زیر باشد. کدام گزینه صحیح است؟

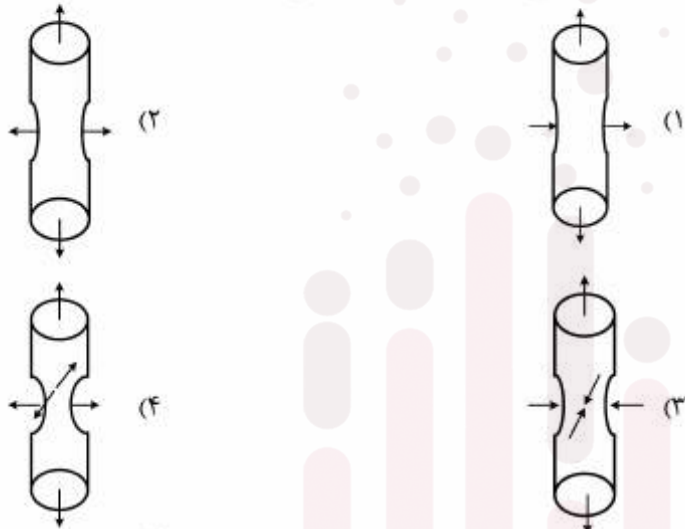


- (۱) اگر  $DD'$  پیچی،  $m$  و  $n$  پیچی  
(۲) اگر  $DD'$  پیچی،  $m$  و  $n$  لبه‌ای  
(۳) اگر  $DD'$  لبه‌ای،  $m$  و  $n$  لبه‌ای  
(۴) اگر  $DD'$  لبه‌ای یا پیچی باشد،  $m$  و  $n$  مخلوط





۵ - در منطقه گلوئی شدن یک نمونه کششی گرد (میلگرد)، حالت تنش کدام یک از موارد زیر است؟



۶ - مقدار انرژی یک نابجایی لبه‌ای به طول یک میلی‌متر  $3 \times 10^{-12}$  ژول است. مقدار کششی خطی این نابجایی چقدر است؟

(۱)  $3 \times 10^{-6}$  نیوتن

(۲)  $3 \times 10^{-6}$  ژول

(۳)  $3 \times 10^{-9}$  نیوتن

(۴)  $3 \times 10^{-9}$  ژول

۷ - رابطه  $\sigma_y = \sigma_0 + Kd^{-1/2}$  اثر اندازه دانه بر تنش تسلیم را نشان می‌دهد. کدام عبارت در مورد مقدار ثابت  $K$  برای فلزات در رابطه مذکور صحیح است؟

(۱) در FCC زیاد است چون تعداد سیستم‌های لغزش زیاد است.

(۲) در FCC کم است چون تعداد سیستم‌های لغزش زیاد است.

(۳) در HCP کم است چون تعداد سیستم‌های لغزش محدود است.

(۴) در BCC کم است چون موانع قوی در مقابل حرکت نابجایی‌ها وجود دارد.

۸ - کدام گزینه، انرژی پله‌ای (جاگ) به طول  $b_2$  بر روی نابجایی لبه‌ای با بردار برگرز  $b_1$  را نشان می‌دهد؟

(۱)  $U_j = Gb_1^2 b_2$

(۲)  $U_j = Gb_2^2 b_1$

(۳)  $U_j = \frac{1}{2} Gb_1^2 b_2$

(۴)  $U_j = \frac{1}{2} Gb_2^2 b_1$



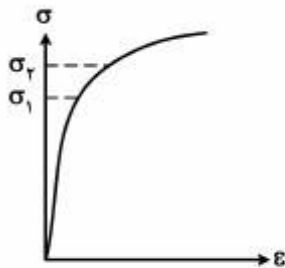
۹ - افزودن عناصر آلیاژی به صورت محلول جامد منطقه اول منحنی تنش کرنش برشی تک بلورهای FCC را:

- (۱) کم می کند چون انرژی نقص چیدن را زیاد می کند.
- (۲) کم می کند چون انرژی نقص چیدن را کم می کند.
- (۳) زیاد می کند چون انرژی نقص چیدن را زیاد می کند.
- (۴) زیاد می کند چون انرژی نقص چیدن را کم می کند.

۱۰ - تنش برشی در یک صفحه لغزشی  $25 \text{ Mpa}$  می باشد. چنانچه میزان تنش در نوک یک انباشت نابجایی لبه ای واقع در این صفحه لغزشی  $75^\circ$  مگا پاسکال باشد، تعداد نابجایی های واقع در این انباشت به کدام مقدار نزدیک تر است؟

- (۱) ۲۵
- (۲) ۳۰
- (۳) ۷۵
- (۴) ۹۰

۱۱ - در صورتی که نسبت کرنش الاستیک تحت اثر تنش  $\sigma_2$  به  $\sigma_1$  در نمودار کششی حقیقی فلزی برابر  $1/4$  و  $\sigma_1 = 300 \text{ [Mpa]}$  باشد، مقدار تنش  $\sigma_2$  چند  $[\text{Mpa}]$  است؟



- (۱) ۳۵۵
- (۲) ۴۲۰
- (۳) ۴۸۰
- (۴) ۵۸۸

۱۲ - فاصله بین دو نابجایی لبه ای متوالی در یک مرز کم زاویه  $5^\circ$  در یک بلور BCC با شعاع اتمی  $\frac{\pi}{20} \text{ nm}$ ، چند  $\text{nm}$  است؟

- (۱) ۰/۹
- (۲) ۱/۸
- (۳) ۳/۶
- (۴) ۷/۲

۱۳ - آلیاژی از نیکل در دمای  $1140 \text{ K}$  درجه کلویین تحت تنش، بعد از صد هزار ساعت ( $100000 \text{ hr}$ ) می شکند. تنش اعمالی ( $\sigma$ ) چند  $\text{Mpa}$  است؟

$$\sigma = -\frac{25}{1000} P + 1750 \text{ Mpa}, c = 25$$

پارامتر لارسون و میلر است.

- (۱) ۱۲۵۰
- (۲) ۸۹۵
- (۳) ۷۵۱
- (۴) ۴۵۵



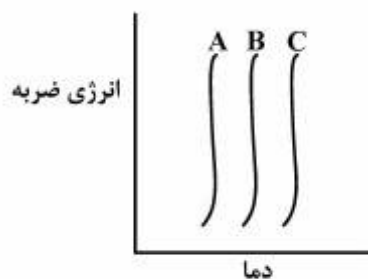
۱۴- آلیاژی دمای بالا در شرایط کاری تحت خزش می‌باشد. اگر در این شرایط تبلور مجدد نیز رخ دهد. آهنگ خزش چه تغییری خواهد داشت؟

- (۱) کم می‌شود چون با تشکیل دانه‌های ریزتر در تبلور مجدد مقاومت به خزش زیاد می‌شود.
- (۲) کم می‌شود چون اندازه دانه‌ها به هنگام تبلور مجدد زیاد می‌شود.
- (۳) زیاد می‌شود چون تبلور مجدد باعث ایجاد دانه‌های جدید می‌شود.
- (۴) تبلور مجدد تأثیری بر آهنگ خزش ندارد.

۱۵- کدام یک از واکنش‌های زیر بین اتم‌های محلول و نابجایی‌ها صورت نمی‌گیرد؟

- (۱) اتم بین‌نشین - نابجایی لبه‌ای
- (۲) اتم بین‌نشین - نابجایی پیچی
- (۳) اتم جانشین - نابجایی لبه‌ای
- (۴) اتم جانشین - نابجایی پیچی

۱۶- منحنی انرژی ضربه سه فولاد A، B و C در شکل زیر نشان داده شده است. گزینه مناسب کدام است؟

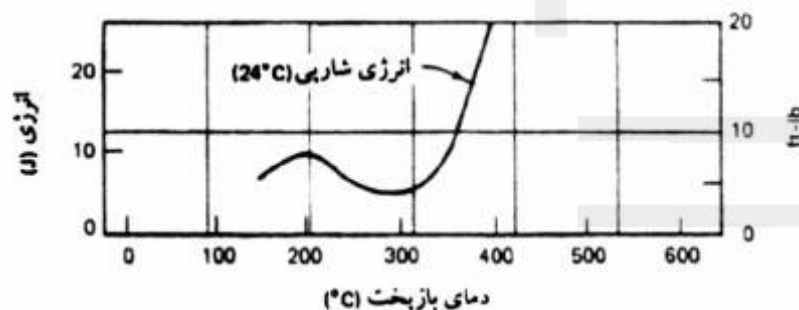


$$N = 2^{n-1}$$

$n$  = اندازه دانه بر مبنای ASTM است.

- (۱)  $n_A > n_B > n_C$
- (۲)  $n_A < n_B < n_C$
- (۳)  $n_B > n_A > n_C$
- (۴)  $n_C > n_A > n_B$

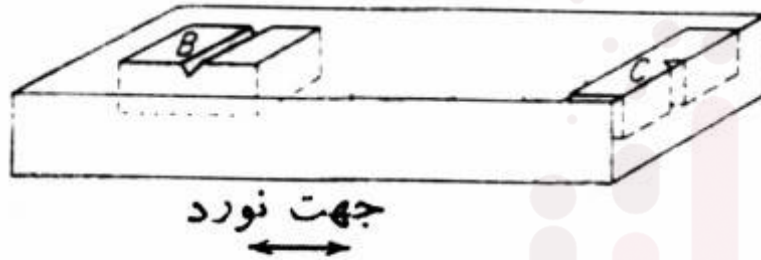
۱۷- شکل زیر تغییرات انرژی شکست (آزمایش ضربه) فولاد مارتنزیتی پس از بازیخت (تمپر) در دماهای مختلف را نشان می‌دهد. کاهش انرژی در محدوده دمایی مشخص شده ناشی از رسوب کدام یک از موارد زیر است؟



- (۱) کاربیدهای مرزدانه است که با رسوب عناصری مثل فسفر و گوگرد ترد شده‌اند.
- (۲) کاربیدهای مرزدانه‌ای است که با رسوب عناصری مثل Si و Mn ترد شده‌اند.
- (۳) کاربیدهای کرم در مرز دانه‌ها است.
- (۴) سمنتیت در مرز دانه‌ها است.



۱۸- از ورق فولاد نورد گرم شده دو نمونه (B و C) طبق شکل جهت اندازه‌گیری چقرمگی شکست آماده می‌شود. کدام گزینه در مورد چقرمگی شکست دو نمونه صحیح است؟



- (۱) چقرمگی شکست نمونه C بیشتر است چون ترک به هنگام پیشروی با مرزدانه‌های بیشتری برخورد می‌کند.
- (۲) چقرمگی شکست نمونه C بیشتر است چون ترک به هنگام پیشروی با مرزدانه‌های کمتری برخورد می‌کند.
- (۳) چقرمگی شکست نمونه B کمتر است چون ترک به هنگام پیشروی با مرزدانه‌های بیشتری برخورد می‌کند.
- (۴) چقرمگی شکست نمونه B بیشتر است چون ترک به هنگام پیشروی با مرزدانه‌های بیشتری برخورد می‌کند.

۱۹- چگالی انرژی کرنش کشسان در یک نمونه فولادی که تا  $\frac{1}{4}$  حد تسلیم بارگذاری شده برابر  $32 \text{ kJ/m}^3$  است. اگر مدول کشسان آن برابر  $100 \text{ GPa}$  باشد، در آن صورت تنش تسلیم این فولاد چند MPa است؟

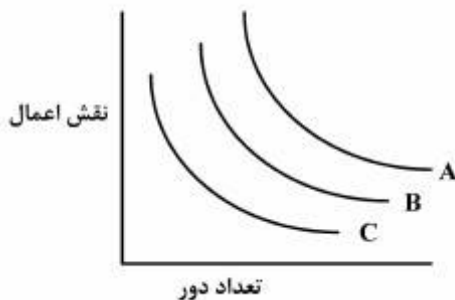
(۱) ۸۰

(۲) ۱۶۰

(۳) ۳۲۰

(۴) ۶۴۰

۲۰- منحنی خستگی فولادی در سه محیط مختلف در زیر آورده شده است. گزینه صحیح برای این منحنی‌های A، B و C کدام است؟



- |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| (۱) محیط خورنده ضعیف | A = محیط خنثی        | C = محیط خورنده قوی  |
| (۲) محیط خورنده قوی  | A = محیط خنثی        | C = محیط خورنده ضعیف |
| (۳) محیط خنثی        | A = محیط خورنده ضعیف | C = محیط خورنده قوی  |
| (۴) محیط خنثی        | A = محیط خورنده قوی  | C = محیط خنثی        |



کزینه صحیح	شماره سوال
3	1
1	2
1	3
2	4
4	5
3	6
2	7
1	8
4	9
2	10
2	11
3	12
2	13
3	14
4	15
1	16
1	17
4	18
3	19
4	20





## خواص مکانیکی مواد

۱ - طبق رابطه  $\sigma_1 = \frac{K_1}{\sqrt{(2\pi r)}}$  وقتی  $r \rightarrow 0$ ، تنش در راس ترک بی نهایت می شود. اما در عمل این طور نیست، علت کدام است؟

- (۱) اگر ماده قابلیت تغییر شکل پلاستیک داشته باشد، با رسیدن تنش به حد تنش تسلیم در راس ترک تغییر شکل پلاستیک ایجاد و تنش به بی نهایت نمی رسد.
- (۲) اگر ماده قابلیت تغییر شکل پلاستیک نداشته باشد، با رسیدن تنش به حد تنش تسلیم در راس ترک تغییر شکل پلاستیک ایجاد می شود.
- (۳) اگر ماده قابلیت تغییر شکل پلاستیک داشته باشد، با رسیدن تنش به حد تنش تسلیم شکست رخ می دهد.
- (۴) اگر ماده قابلیت تغییر شکل پلاستیک نداشته باشد، تنش افزایش نمی یابد.

۲ - در یک سیستم رسوب سختی، کدام گزینه در مورد شیب منحنی تغییرات استحکام تسلیم با زمان پیری  $(\frac{\partial \sigma}{\partial t})$  صادق است؟

- (۱) ابتدا مثبت و سپس در زمان های طولانی منفی می شود.
  - (۲) ابتدا منفی و سپس در زمان های طولانی مثبت می شود.
  - (۳) شیب همواره مثبت است.
  - (۴) شیب همواره منفی است.
- ۳ - انرژی نقص چیدن (SFE) برای Al از فولاد زنگ نزن بیشتر است. در مورد توان کارسختی این دو فلز کدام گزینه صحیح است؟
- (۱) توان کار سختی به انرژی نقص چیدن بستگی ندارد.
  - (۲) توان کار سختی فولاد زنگ نزن بیشتر است.
  - (۳) توان کار سختی Al بیشتر است.
  - (۴) توان کار سختی دو فلز برابر است.

۴ - در شبکه F.C.C ناهمبجایی ها با بردار برگرزه های  $\frac{a}{\sqrt{2}}[110]$ ،  $\frac{a}{\sqrt{2}}[111]$ ،  $\frac{a}{\sqrt{2}}[100]$  و  $\frac{a}{\sqrt{2}}[211]$  وجود دارند. در اثر حرکت کدام نابجایی، منطقه نقص به وجود می آید؟

- (۱)  $\frac{a}{\sqrt{2}}[110]$       (۲)  $\frac{a}{\sqrt{2}}[111]$       (۳)  $\frac{a}{\sqrt{2}}[211]$       (۴)  $\frac{a}{\sqrt{2}}[100]$



۵ - نمونه‌هایی از یک فلز غیر آهنی تحت تنش‌های خستگی (MPa) زیر قرار می‌گیرد. در کدام مورد عمر خستگی بیشتر است؟

- (۱)  $-300,300$  (۲)  $-150,450$  (۳)  $-200,500$  (۴)  $0,600$

۶ - حداکثر طول ترک مجاز داخلی برای یک قطعه فولادی با چقرمگی شکست  $25 \text{ MPa m}^{1/2}$  تحت تنش  $600 \text{ MPa}$ ، چند میلیمتر است؟ (تاثیر هندسه ترک را یک فرض کنید).

- (۱)  $0/55$  (۲)  $1/1$  (۳)  $1/5$  (۴)  $2/2$

۷ - زمان لازم برای شروع گلویی شدن در نمونه‌ای که منحنی تنش - کرنش آن از رابطه  $\sigma = k\epsilon^{n/5}$  پیروی می‌کند، معادل  $5000$  ثانیه است. در این حالت نمونه تحت چه نرخ کرنشی کشیده شده است؟ (با فرض ثابت بودن نرخ کرنش)

- (۱)  $10^{-5} \frac{1}{s}$  (۲)  $10^{-4} \frac{1}{s}$  (۳)  $10^{-3} \frac{1}{s}$  (۴)  $10^{-2} \frac{1}{s}$

۸ - کدام عبارت صحیح است؟

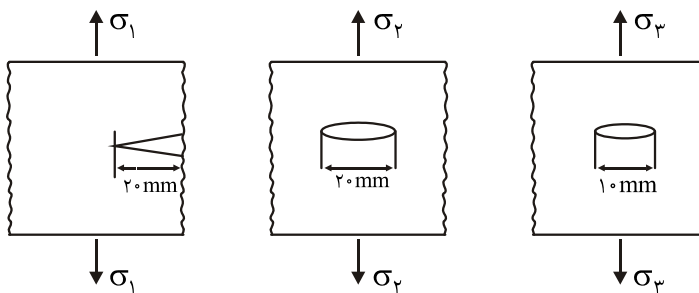
(۱) لغزش و صعود نابه‌جایی در اثر تنش برشی صورت می‌گیرد.

(۲) لغزش و صعود نابه‌جایی در اثر تنش عمودی صورت می‌گیرد.

(۳) لغزش در اثر تنش عمودی و صعود در اثر تنش برشی صورت می‌گیرد.

(۴) لغزش در اثر تنش برشی و صعود در اثر تنش عمودی صورت می‌گیرد.

۹ - سه صفحه با عرض زیاد از جنس فولادی که دارای  $K_{IC} = 120 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$  (مطابق شکل زیر) موجود است. ترتیب تنش لازم برای شروع اشاعه ترک کدام است؟



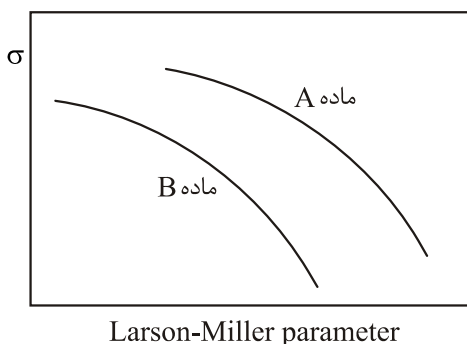
(۱)  $\sigma_3 < \sigma_2 < \sigma_1$

(۲)  $\sigma_1 = \sigma_3 > \sigma_2$

(۳)  $\sigma_3 > \sigma_2 > \sigma_1$

(۴)  $\sigma_3 > \sigma_2 = \sigma_1$

۱۰ - مقاومت به خزش در کدام ماده بیشتر است؟



(۱) با این مقدار اطلاعات نمی‌توان گفت مقاومت خزشی کدام بیشتر است. بستگی به نوع ماده و ریزساختار دارد.

(۲) مقاومت خزشی B از A بیشتر است. چون در یک تنش ثابت ماده در زمان‌های مختلف می‌شکند.

(۳) مقاومت خزشی B از A بیشتر است. چون تنش بیشتری را تحمل می‌کند.

(۴) مقاومت خزشی A بیشتر از B است. چون زمان شکست A از B بیشتر است.

۱۱ - دو میله از یک جنس و با طول و سطح مقطع به ترتیب  $(A_1, L_1)$  و  $(A_2, L_2)$  برای اینکه در کشش درصد ازدیاد طول یکسانی را نشان دهند، کدام رابطه باید برقرار باشد؟

(۴)  $\frac{\sqrt{A_1}}{L_2} = \frac{\sqrt{A_2}}{L_1}$

(۳)  $\frac{\sqrt{A_1}}{L_1} = \frac{\sqrt{A_2}}{L_2}$

(۲)  $\frac{A_1}{L_1} = \frac{A_2}{L_2}$

(۱)  $\frac{A_1}{L_2} = \frac{A_2}{L_1}$

۱۲

۱۳

۱۴

۱۵

۱۶

۱۷

۱۸

م  $G = 50 \text{ GPa}$  باشد، مقدار

E

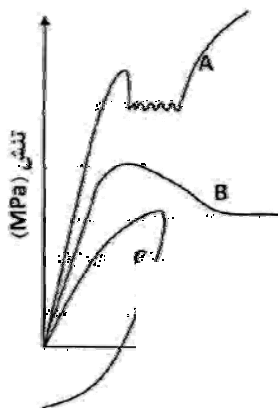
نیاز برای فعال شدن منبع به

ت؟

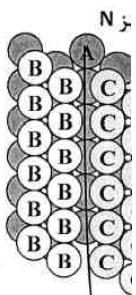
k

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}, \nu = \frac{1}{3}$$

$\tau =$



ناده شده است. شبکه بلوری



ر چیده شدن



۱۹ - دو قلوپیی‌هایی مکانیکی معمولاً در دمای ..... و نرخ کرنش ..... تشکیل می‌شوند. ایجاد دو قلوپیی‌های مکانیکی سبب ..... می‌گردد.

(۲) پایین - بالا - چرخش دانه و تسهیل وقوع لغزش

(۱) بالا - بالا - چرخش دانه و تسهیل وقوع لغزش

(۴) پایین - پایین - تغییر جهت شبکه بلوری

(۳) بالا - پایین - تغییر جهت شبکه بلوری

۲۰ - تنش تسلیم فولاد فریتی با اندازه دانه متوسط  $200\mu\text{m}$  برابر با  $250\text{MPa}$  است. اگر با انجام عملیات حرارتی ترمومکانیکال اندازه دانه به  $36\mu\text{m}$  کاهش یابد، میزان تنش تسلیم چند مگاپاسکال است؟ (تنش اصطکاکی  $200\text{MPa}$  در نظر گرفته شود).

(۴)  $317/83$

(۳)  $444/2$

(۲)  $358$

(۱)  $250$

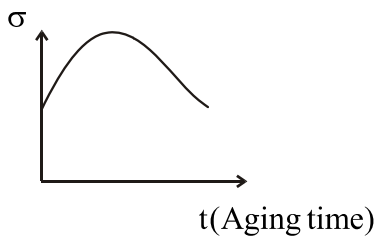


## خواص مکانیکی مواد

۱ - گزینه ۱ صحیح است.

در اثر ایجاد تغییر شکل پلاستیک در اطراف نوک ترک عامل  $I_p$  هم اضافه می شود و مانع می شود که هنگامی که  $r \rightarrow 0$  میل می کند  $\sigma$  در بی نهایت میل کند.

۲ - گزینه ۱ صحیح است.



۳ - گزینه ۲ صحیح است.

هرچه SFE بیشتر باشد در نتیجه عرض نقص انباشتگی کاهش می یابد و لغزش راحت تر و در نتیجه توان کار سختی کمتر است.

۴ - گزینه ۳ صحیح است.

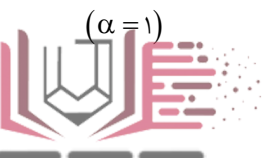
۵ - گزینه ۱ صحیح است.

۶ - گزینه ۲ صحیح است.

برای بررسی عمر خستگی  $\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$  را بررسی می کنیم.

$$K_{IC} = \alpha \sigma \sqrt{\pi a_c} \Rightarrow 25 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{\frac{1}{2}} = 600 \text{ MPa} \times \sqrt{\pi a_c} \Rightarrow a_c = 0.55 \text{ mm}$$

( $\alpha = 1$ )





۷ - گزینه ۲ صحیح است.

$$\sigma = k\varepsilon^n = k\varepsilon^{0.5}, \quad \varepsilon_u = n \cdot 0.5$$

$$\varepsilon^* = \frac{\varepsilon}{t} \Rightarrow \varepsilon^* = \frac{0.5}{5000} = 10^{-4} \frac{1}{s}$$

۸ - گزینه ۱ صحیح است.

۹ - گزینه ۳ صحیح است.

۱۰ - گزینه ۴ صحیح است.

۱۱ - گزینه ۳ صحیح است.

$$\varepsilon_f = \beta \frac{\sqrt{A}}{L} + \varepsilon_u$$

$$\varepsilon_{f_1} = \varepsilon_{f_r} \Rightarrow \frac{\sqrt{A_1}}{L_1} = \frac{\sqrt{A_r}}{L_r}$$

۱۲ - گزینه ۳ صحیح است.

$$\left. \begin{aligned} \frac{da}{dN} &= 10^{-q} (\Delta k)^r \\ \Delta k &= \Delta \sigma \sqrt{\pi a} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{da}{dN} = 10^{-q} [\Delta \sigma \sqrt{\pi a}]^r$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta \sigma &= \sigma_{\max} - \sigma_{\min} \\ R &= \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = 1 \Rightarrow \sigma_{\min} = -\sigma_{\max} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta \sigma = 2\sigma_{\max} = 2 \times 25 = 50$$

۱۳ - گزینه ۴ صحیح است.

$$\rho = 10^9 \text{ m}^{-3}, \quad G = 50 \text{ GPa}$$

$$\text{Al} \longrightarrow \text{FCC} \longrightarrow a = 4 \text{ \AA} \Rightarrow b = \frac{1}{2} a \sqrt{2} = 2\sqrt{2} \text{ \AA} = 2\sqrt{2} \times 10^{-10} \text{ m}$$

۱۴ - گزینه ۲ صحیح است.

$$\tau = \frac{Gb}{L} \Rightarrow \frac{\tau_r}{\tau_1} = \frac{L_1}{L_r} = \frac{L_1}{\frac{L_1}{4}} \Rightarrow \frac{\tau_r}{\tau_1} = 4$$

۱۵ - گزینه ۱ صحیح است.

۱۶ - گزینه ۴ صحیح است.

$$\tau = \frac{G}{2\pi}, \quad G = \frac{E}{2(1+\nu)} \xrightarrow{\nu = \frac{1}{3}} G = \frac{E}{\frac{8}{3}} = \frac{3E}{8} \Rightarrow \tau = \frac{3E}{16\pi}$$

۱۷ - گزینه ۳ صحیح است.

۱۸ - گزینه ۱ صحیح است.

۱۹ - گزینه ۲ صحیح است.

۲۰ - گزینه ۴ صحیح است.

$$\sigma_s = \sigma_f + kD^{-\frac{1}{2}} \Rightarrow 250 = 200 + k(200)^{-\frac{1}{2}} \Rightarrow k = 70.7$$

$$\sigma_s = 200 + 70.7 / 1.06 (36)^{-\frac{1}{2}} = 317 / 85 \text{ MPa}$$

