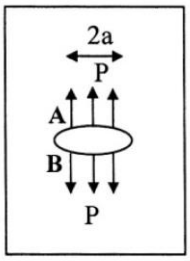
به نام هستی بخش جهان **موفق و سربلند باشید. نبرد حبیبی بهار ۱۳۹۷**

امتحان پایان ترم مکانیک شکست ۱ کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک (طراحی کاربردی) دانشگاه کردستان

همراه داشتن کتاب مکانیک شکست پرز و دو برگ فرمول با ماشین حساب مهندسی بلامانع است. مدت زمان پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

دانشجویان عزیز لطفاً به دلخواه به ۵ سئوال پاسخ دهید. (حداکثر زمان ارائه پروژه درس مکانیک شکست ۱۰ شهریور ۱۳۹۷ می‌باشد.)

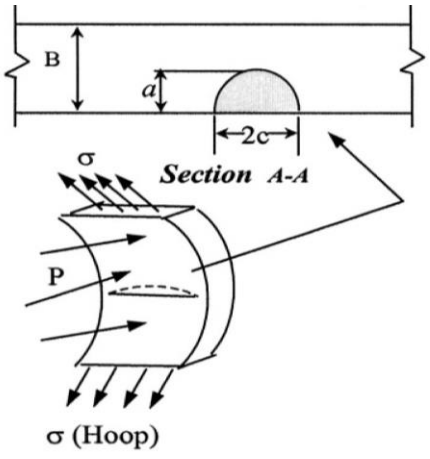


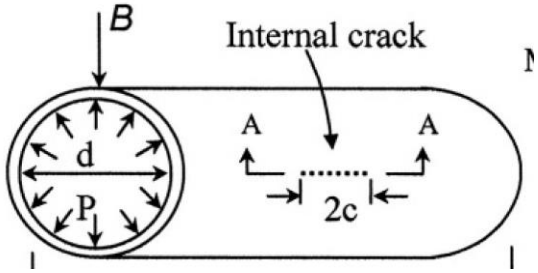
مساله‌ی اول. ورق نشان داده شده دارای یک ترک داخلی است که در معرض فشار P بر روی سطح ترک قرار دارد. فاکتورهای شدت تنش در نقاط به صورت زیر هستند.

$$K_A = \int \frac{P}{\sqrt{\pi a}} \sqrt{\frac{a+x}{a-x}} \quad , \quad K_B = \int \frac{P}{\sqrt{\pi a}} \sqrt{\frac{a-x}{a+x}}$$

با استفاده از اصل برهم نهی نشان دهید که فاکتور شدت تنش کلی به صورت $K_I = P\sqrt{\pi a}$ می‌باشد.

مساله‌ی دوم. مخزن تحت فشار نشان داده شده را برای محاسبه‌ی نواحی پلاستیک داگدایل و آیروین شامل ترک نیم‌بیضوی در نظر بگیرید. این مخزن در معرض تنش غشایی ۴۲۰ مگاپاسکال عمود بر عمق ترک به عنوان تنش کششی قرار دارد. ابعاد ترک به فرم $a=3$ میلی‌متر و $2c=10$ میلی‌متر هستند. ضخامت مخزن را ۶ میلی‌متر لحاظ نمایید. تنش تسلیم ماده‌ی مخزن ۹۰۰ مگاپاسکال و چقرمگی شکست بحرانی حالت کرنش صفحه‌ای نیز ۶۰ مگاپاسکال می‌باشد. با استفاده از فاکتور اصلاح اندازه‌ی محدود کاباياشی، فاکتور شدت تنش ایروین و داگدیل را بدست آورید. نتایج را با هم مقایسه نموده و درصد خطا را برای هر حالت تعیین کنید. آیا لازم است فاکتور پلاستیک در نظر گرفته شود، توضیح دهید.





مساله‌ی سوم. یک ورق از آلیاژ آلومینیوم 7075-T6 تحت کشش بارگذاری شده است. در حالت اولیه ضخامت و پهنای ورق ۱۰میلی‌متر و ۱۰۰ میلی‌متر و طول آن ۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد که دارای یک ترک لبه‌ای در راستای ضخامت به طول ۴ میلی‌متر می‌باشد. آیا این آزمایش معتبر است؟ بیشترین تنش کششی مجاز را که ورق می‌تواند تحمل نماید، محاسبه نمایید. آیا لازم است که فاکتور شدت تنش مود اول به واسطه‌ی پلاستیسیته‌ی نوک ترک اصلاح گردد؟ چرا؟ در غیر این‌صورت توضیح دهید. تنش طراحی را محاسبه نموده و سپس فاکتور شدت تنش را بیابید، اگر فاکتور ایمنی برابر ۱/۵ باشد. خواص مکانیکی ماده، تنش تسلیم برابر ۵۸۶ مگاپاسکال و چقرمگی شکست بحرانی مد اول $MPa\sqrt{m}$ ۳۳ می‌باشد.

مساله‌ی چهارم. نشان دهید که J انتگرال در کانتور مربعی $a\text{-}b\text{-}c\text{-}d$ در جهت مثلثاتی صفر و J انتگرال مستقل از مسیر است، اگر ماده همگن در نظر گرفته شود. چگالی انرژی کرنشی و J انتگرال را تحت شرایط کرنش صفحه‌ای برای یک ورق فولادی به پهنای ۵۵/۸۰ میلی‌متر بیابید. نسبت پواسون ۰/۳۳، تنش تسلیم ۵۸۶ مگاپاسکال و مدول الاستیک ۲۰۵ گیگاپاسکال می‌باشد.

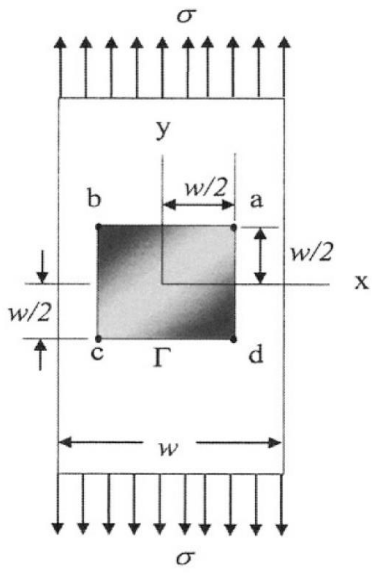
مساله‌ی پنجم. یک ورق فلزی بزرگ شامل ترک مرکزی به طول ۱۰ میلی‌متر، به پهنای ۳۰ میلی‌متر و ضخامت ۵ میلی‌متر به طور مکانیکی در کشش بارگذاری شده است. این ورق دارای مدول الاستیسیته‌ی ۶۹ گیگاپاسکال، تنش تسلیم ۵۰۰ مگاپاسکال، نسبت پواسون ۰/۳۳ و کرنش ۰/۳ درصد برای حالت کرنش صفحه‌ای می‌باشد. مطلوبست محاسبه‌ی δ_t، G_Iو تنش در معادلات آیروین، برکین، داگدایل و رایس.

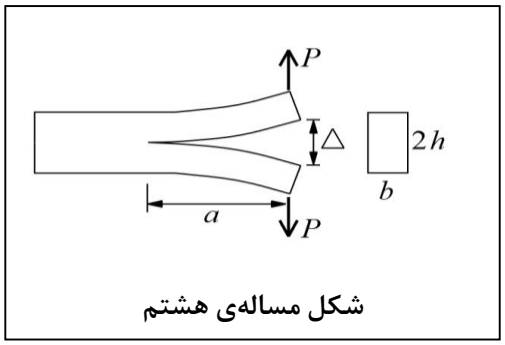
مساله‌ی ششم. از مدل داگدال جهت تایید تسلیم تنش صفحه‌ای کاملاً توسعه یافته برای ناحیه‌ی پلاستیک باریک استفاده نمایید. تسلیم به یک ناحیه‌ی باریک تقریباً مساوی ضخامت ورقه (B) محدود می‌شود. این یک حالت کاملاً الاستیک است که کرنش پلاستیک به فرم $\varepsilon = \frac{\delta_t}{B}$ مشخص می‌گردد. اگر J انتگرال به صورت $dJ = \sigma d\delta$ باشد که در آن δ_t جابجایی بازشدگی نوک ترک می‌باشد، نشان دهید: $\delta_t = \frac{\pi\alpha^2 a\sigma^2}{E\sigma_{ys}}$

مساله‌ی هفتم. نمای کرنش سختی را برای فولادی با تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال و مدول الاستیسیته‌ی ۲۰۷ گیگاپاسکال تعیین کنید. فرض کنید که مدل ماده از معادله‌ی هالومون به فرم $\sigma = K\varepsilon^n$, $K = 700\ MPa$ تبعیت می‌کند. از تنش پلاستیک حداکثر در محاسبات استفاده نمایید.

مساله‌ی هشتم. یک نمونه‌ی تیر دو سرگیردار (DCB) در معرض بارگذاری نوسانی قرار دارد. طول ترک a، ضخامت b و ارتفاع نمونه $2h$ می‌باشد که در آن $a \gg b$, $a \gg h$، ماده الاستیک خطی با مدول الاستیسیته‌ی E می‌باشد. از معادله‌ی پاریس به فرم $\frac{da}{dN} = C\left(\Delta K_I\right)^n$ برای تعیین تعداد سیکل‌های بارگذاری مورد نیاز جهت رشد ترک از طول اولیه‌ی a_i تا طول نهایی a استفاده نمایید، اگر الف) بار توصیف گردد و بار بین صفر تا $P_{\max}$ تغییر کند. ب) جابجایی توصیف گردد و جابجایی بین صفر تا $\upsilon_{\max}$ تغییر نماید. (در شکل $\Delta = \upsilon_{\max}$)

شکل مساله‌ی چهارم





شکل مساله‌ی هشتم