

مسائل تمرینی روابط چقرمگی شکست

۱- نمودار داده‌های $C_{VN}-T$ را برای فولاد کربنی ترسیم نمایید. چقرمگی شکست حالت کرنش صفحه‌ای را با استفاده از مقادیر C_{VN} تا صفر درجه‌ی سانتی‌گراد محاسبه نمایید و چقرمگی شکست تحلیلی و تجربی را بر حسب درجه حرارت ترسیم نمایید. آیا اختلاف بین این دو روش قابل قبول است؟ توضیح دهید.

درجه حرارت (سانتی‌گراد)	-۱۲۵	-۱۰۰	-۶۰	-۴۰	-۱۲	۰	۱۰	۲۵	۴۰	۴۵	۶۰	۸۰
C_{VN} (ژول)	۱۲	۱۸	۲۰	۲۸	۴۰	۷۸	۹۸	۱۱۰	۱۲۵	۱۲۶	۲۸	۳۰
چقرمگی شکست تجربی ($MPa\sqrt{m}$)	۴۰	۵۰	۸۰	۸۸	۵۰	۲۱۰						

۲- یک ورق فولادی (فولاد کشته شده) دارای ترک لبه‌ای راه‌بدر با مقاومت تسلیم ۸۰۰ مگاپاسکال و مقاومت شکست $3/2$ برابر مقاومت تسلیم ماده در نظر بگیرید. اگر ورق در کشش بارگذاری شده و شکست در ۶۰۰ مگاپاسکال اتفاق بیافتد، چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ای ورق فولادی و طول ترک بحرانی را محاسبه نمایید.

۳- یک نمونه‌ی آزمایش چارپی (برای اندازه‌گیری سختی) با B و w هر دو مساوی ۵ سانتی‌متر و S مساوی ۲۰ سانتی‌متر در درجه حرارت اتاق مورد آزمایش سختی قرار گرفته است. انرژی ضربه‌ی اندازه‌گیری شده ۳۰ ژول می‌باشد. ماده‌ی مورد آزمایش دارای مدول الاستیک ۷۰ گیگاپاسکال می‌باشد. چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ای را برای نمونه‌ی فرضی دارای x و a مساوی $1/2$ و ۱ سانتی‌متر لحاظ نمایید.

۴- فرض کنید که کد طراحی برای انرژی ضربه‌ی چارپی ۲۲ ژول برای مخزن تحت فشار یک ساختمان بزرگ با گاز ورودی فراخوان می‌شود. اگر ورق‌های فولادی $A533B$ و $A723$ (با تنش تسلیم ۱۱۰۰ مگاپاسکال) برای چنین هدفی در دسترس باشند، الف) انتخاب کنید فولادی که بزرگ‌ترین طول ترک بحرانی (عمق یک ترک نیم‌بیضی سطحی) هنگامی که تنش غشایی ۵۰۰ مگاپاسکال می‌باشد، را تحمل می‌نماید. همچنین حداقل ضخامت ورق را مطابق استاندارد $ASTM E399$ برای فولاد انتخاب شده تعیین کنید.

۵- داده‌های چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ای را برای پلیمر فرضی ترسیم نموده و درجه حرارت انتقال حالت ترد به نرم را تعیین کنید.

درجه حرارت (سانتی‌گراد)	-۱۶۰	-۱۲۰	-۹۰	-۸۰	-۷۵	-۷۰	-۶۰	-۵۰	-۳۰
چقرمگی شکست تجربی ($MPa\sqrt{m}$)	۴/۱۰	۴/۱۱	۴	۴/۰۵	۴/۱۰	۴/۵۰	۵/۵۰	۶/۶۰	۱۱

۶- برای حرکت خطی در جریان آزمایش‌های ضربه‌ی چارپی، داده‌های انرژی شده توسط ضربه‌زننده (U_S) و انرژی جنبشی (mv^2) برای پلیمرهای با جرم‌ها و نسبت دهانه به عمق متفاوت (S/w) در جدول زیر داده شده‌اند. اگر $m/M \ll 1$ الف) U_S را به صورت تابعی از انرژی جنبشی ترسیم نمایید و e ضریب برجهندگی برای این داده‌ها می‌باشد. مقدار e بین صفر و یک به چه معنایی است؟ به صورت نظری، نسبت U_S برای اولین باندی که به انرژی کرنشی نمونه انتقال داده می‌شود را تعیین کنید.

mv^2 (میلی‌ژول)	-۱۶۰	-۱۲۰	-۹۰	-۸۰	-۷۵	-۷۰	-۶۰	-۵۰	-۳۰
U_S (میلی‌ژول)	۴/۱۰	۴/۱۱	۴	۴/۰۵	۴/۱۰	۴/۵۰	۵/۵۰	۶/۶۰	۱۱

۷- یک ورق بزرگ و ضخیم فولادی ASTM A533B-1 شامل یک ترک مرکزی در راستای ضخامت (راه به در) به طول ۴ میلی‌متر می‌شکند، هنگامی که در معرض تنش کششی ۷ مگاپاسکال قرار می‌گیرد. U و چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ای و GIC را در درجه حرارت بین ۲۰۰- و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسم کنید. کدام یک از این نمودارها بیشتر برای تعیین درجه حرارت انتقالی مناسب است؟ مدول الاستیک را ۲۰۷ گیگاپاسکال و نسبت پواسون را ۰/۳۳۳ در نظر بگیرید. دلیل انتخاب منحنی مناسب را توضیح دهید.

۸- یک ورق بزرگ از آلیاژ گرید ۲۰۰ ساخته شده از 18Ni-8Co-3Mo قسمتی از سازه‌ای است که در معرض درجه حرارت بالا قرار می‌گیرد. آلیاژهای ضربه‌ی چارپی انجام شده انرژی متوسط ضربه ۶۰ ژول است. با استفاده از این اطلاعات، چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ی را محاسبه نمایید. کمینه ضخامت ASTM مورد نیاز را به دست آورید. پهنای ورق حداقل دو برابر ضخامت آن می‌باشد. آیا این ضخامت در عمل قابل اجراست؟ فرض کنید که یک ترک لبه‌ای تنها وجود دارد. طول ترک بحرانی چقدر است؟ آیا مقدار آن قابل توجیه است؟

۹- چقرمگی شکست کرنش صفحه‌ای به طور آزمایشگاهی چگونه تعیین می‌شود؟ به طور کامل توضیح دهید. چه ارتباطی بین چقرمگی شکست و فاکتور شدت تنش مودهای ترک در حالت کلی وجود دارد؟

۱۰- انتگرال-J به روش آزمایشگاهی چگونه تعیین می‌شود؟ چه رابطه‌ای بین انتگرال-J و چقرمگی شکست حالت کرنش صفحه‌ای وجود دارد؟ آیا منطقی است که از انتگرال-J مقدار چقرمگی شکست به عنوان یک معیار در مکانیک شکست محاسبه شود؟
