

مقاله‌ها
تک‌نفره سالانه
انجمن مهندسی
مکانیک ایران

مقاله‌ها
تک‌نفره سالانه
انجمن علمی
ریخته‌گری ایران

مجموعه جدید مقالات چهارمین همایش مشترک

دانشگاه علم و صنعت ایران
دانشکده مهندسی مواد و متالورژی
۲۴ و ۲۵ آبان ۱۳۸۹
دبیر علمی همایش: دکتر منصور سلطانیه



بررسی تاثیر عمق شیار روی میزان تغییر استحکام فولادهای ساده کربنی

صادق قانعی^۱، علیرضا صاحب علم^۱، سید عبدالکریم سجادی^۲، سید مجتبی زبرد^۲

گروه مهندسی متالورژی و مواد، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

مواد مختلف هنگامی که دارای شیارهایی با عمقهای متفاوت می‌شوند و سپس تحت آزمایش کشش قرار می‌گیرند دچار تغییر در استحکام تسلیم می‌گردند. میزان تغییرات به وجود آمده به نوع آلیاژ، ریزساختار و اندازه شیار بستگی دارد. در این تحقیق، فولادهای کربنی از نوع CK20 و CK45 انتخاب شدند و با اعمال سیکل‌های مختلف عملیات حرارتی، ریزساختارها و سختی‌های متفاوت در آنها ایجاد گردید. سپس شیارهایی با عمق‌های مختلف در نمونه‌ها ایجاد شد و تحت آزمایش کشش قرار گرفتند و نتایج حاصله با نتایج نمونه‌های بدون شیار مقایسه گردید. نتایج بررسی‌ها نشان داد که جنس و ریزساختار اولیه و همچنین عمق شیار تاثیر زیادی روی تغییر استحکام تسلیم می‌گذارد. مشخص شد که در نمونه‌های با سختی بالا تاثیر میزان تمرکز تنش افزایش می‌یابد ولی در نمونه‌های نرم‌تر تاثیر کور شدن ترک و مهار پلاستیکی بیشتر است. علاوه بر این، مشخص شد که وجود شیار روی استحکام نهایی تمامی نمونه‌ها اثر می‌گذارد ولی این تاثیر در خصوص نمونه‌های با استحکام بالاتر بیشتر است.

کلمات کلیدی: مهار پلاستیکی، تمرکز تنش، ضریب حساسیت به شیار، استحکام تسلیم، فولادهای کربنی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد

۲- دانشیار

بررسی تاثیر عمق شیار روی میزان تغییر استحکام فولادهای ساده کربنی

صادق قانعی¹، علیرضا صاحب علم¹، سید عبدالکریم سجادی²، سیدمجتبی زبرد²

چکیده

مواد مختلف هنگامی که دارای شیاری با عمق‌های متفاوت می‌شوند و سپس تحت آزمایش کشش قرار می‌گیرند دچار تغییر در استحکام تسلیم می‌گردند. میزان تغییرات استحکام به وجود آمده به نوع آلیاژ، ریزساختار و اندازه شیار نمونه بستگی دارد. در این تحقیق، به منظور مشخص کردن میزان تغییرات استحکام تسلیم ناشی از شیار، فولادهایی با ترکیب شیمیایی و ریزساختار متفاوت مورد بررسی قرار گرفتند. فولادهای کربنی از نوع CK20 و CK45 انتخاب شدند که با اعمال سیکل‌های مختلف عملیات حرارتی ریزساختارها و سختی‌های متفاوت در آنها ایجاد گردید. سپس شیاری با عمق‌های مختلف در نمونه‌ها ایجاد شد و تحت آزمایش کشش قرار گرفتند. آنگاه نتایج حاصله با نتایج نمونه‌های بدون شیار مقایسه گردید. نتایج بررسی‌ها نشان داد که جنس و ریزساختار اولیه و همچنین عمق شیار تاثیر زیادی روی تغییر استحکام تسلیم نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های بدون شیار می‌گذارد. مشخص شد که در نمونه‌های با سختی بالا تاثیر میزان تمرکز تنش افزایش می‌یابد ولی در نمونه‌های نرم‌تر تاثیر کور شدن ترک و مهار پلاستیکی بیشتر است. علاوه بر این، در این تحقیق میزان تاثیر اندازه شیار روی نسبت استحکام تسلیم نمونه‌های شیاردار به نمونه‌های بدون شیار مشخص گردید.

کلمات کلیدی: مهار پلاستیکی، تمرکز تنش، ضریب حساسیت به شیار، استحکام تسلیم، فولادهای کربنی

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد-- دانشگاه فردوسی مشهد- دانشکده مهندسی - گروه مهندسی متالورژی و مواد - Sadegh.Ghanei@stu-mail.um.ac.ir

² دانشیار-- دانشگاه فردوسی مشهد- دانشکده مهندسی - گروه مهندسی متالورژی و مواد

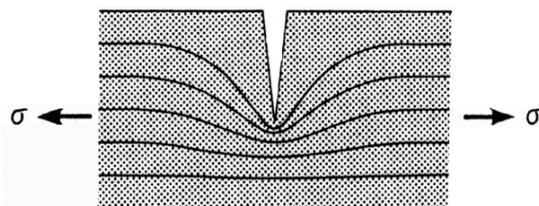
مقدمه :

وجود ناپیوستگی‌های هندسی مانند شیار یا سوراخ در یک جسم باعث توزیع غیریکنواخت تنش در اطراف آن یا همان تمرکز تنش می‌شود و همین عامل علت اصلی کمتر بودن تنش شکست اعمالی از تنش شکست تئوری است. بنابراین تاثیر مضر وجود ترک، افزایش تنش موضعی و بوجود آمدن حالت سه بعدی تنش جلوی ریشه ترک که تحت شرایط کرنش صفحه ای بارگذاری شده است می‌باشد [1 و 2].

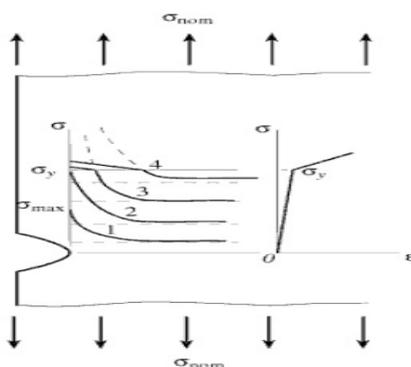
در شکل (1) به صورت شماتیک خطوط نیرو در قطعه شیار دار که تحت تنش قرار گرفته نشان داده شده است [3]. تراکم خطوط در نوک شیار نشان دهنده تمرکز تنش و افزایش مقدار آن است و باعث چندین برابر بزرگتر شدن تنش اعمالی در نوک ترک خواهد شد. نسبت تنش ماکزیمم نوک شیار به تنش اعمالی (σ_{max}/σ) را با K_t نشان می‌دهند که ضریب تمرکز تنش¹ نامیده می‌شود و تاثیر هندسه شیار روی مقدار تنش در نوک شیار را مشخص می‌کند [2].

در مواد با قابلیت تغییر فرم بالا (داکتیل) هنگامی که بار اعمالی به میزان خاصی برسد، تمرکز تنش نوک شیار و در پی آن بالا رفتن تنش به صورت موضعی باعث فراتر رفتن تنش از تنش تسلیم در جلوی شیار شده و یک منطقه را که دچار تغییر فرم پلاستیک موضعی شده را شکل می‌دهد [2 و 4]. در شکل (2) یک المان صفحه-ای با شیار V شکل که تحت بارگذاری کششی قرار گرفته نمایش داده شده است [4]. اگر تنش ماکزیمم در ریشه شیار کمتر از تنش تسلیم باشد، توزیع تنش نزدیک شیار برای مواد داکتیل مطابق منحنی‌های 1 و 2 است و اگر تنش ماکزیمم، از تنش تسلیم تجاوز کند توزیع تنش در سطح مقطع مطابق منحنی‌های 3 و 4 در شکل 2 است [4].

با افزون شدن تنش ماکزیمم از تنش تسلیم، با افزایش کرنش در ماده داکتیل، تنش ماکزیمم به میزان کمتری افزایش می‌یابد و فاکتور تمرکز تنش موثر به مقدار واحد نزدیک می‌شود و این بیانگر کور شدن نوک شیار است [2 و 4]. حالتی که تاکنون ذکر شد مربوط به مواد نرم است ولی در مورد مواد ترد چون رابطه بین تنش و کرنش تا اتفاق افتادن شکست خطی است، پدیده کور شدن نوک شیار و کاهش اثر مخرب شیار مشاهده



شکل 1. خطوط نیرو به صورت شماتیک در قطعه ترک داری که تحت تنش قرار گرفته است.



شکل 2. توزیع تنش در مجاورت شیار برای یک ماده داکتیل

نمی‌شود [4]. بنابراین هنگامی که یک فلز ترد با شیارهایی با عمق مختلف تحت آزمایش کشش قرار گیرد ملاحظه می‌شود که استحکام نمونه با افزایش یافتن اندازه عمق شیار کاهش می‌یابد زیرا مقدار تمرکز تنش افزایش یافته و افزایش تنش‌های موضعی در نوک شیار نیز باعث گسترش ترک و تشویق شکست ترد خواهد شد [2].

اما هنگامی که آزمایش کشش روی نمونه‌هایی از جنس یک ماده نرم، مانند فولاد کم کربن یا آلومینیوم، انجام شود مشاهده شده است که استحکام نمونه با افزایش عمق شیار افزایش می‌یابد زیرا مهار پلاستیکی¹ افزایش یافته است [2 و 5 و 6 و 9]. بنابراین می‌توان گفت مواد با تغییر فرم محدود در اثر شیار ضعیف می‌شوند ولی مواد نرم در حضور شیار مقاوم می‌شوند. حالت تنش سه بعدی که در اثر شیار بوجود می‌آید و در پی آن تمرکز تنش موضعی و افزایش آن و تسلیم ماده اطراف شیار و شکل‌گیری منطقه تغییر فرم پلاستیک یافته موضعی موجب می‌شود که تنش تسلیم در نمونه شیار دار افزایش یابد زیرا گسترش منطقه تحت تاثیر تغییر فرم پلاستیکی به وسیله تنش‌های سه بعدی محدود می‌شود [2 و 9-5]. نسبت تنش تسلیم نمونه شیاردار به نمونه ساده، ضریب مهار پلاستیکی (qt) یا ضریب قید مومسان نامیده می‌شود که بر مبنای تئوری پلاستیسیته می‌تواند 2 تا 3 برابر استحکام نمونه بدون شیار باشد [2 و 5 و 7 و 10].

در آزمایش کشش ساده، نواحی گلویی نشده در تنش کمتری نسبت به نواحی دچار گلویی شده می‌باشند بنابراین مانع انقباض جانبی ماده در ناحیه گلویی شده می‌شوند. چنین حالتی در مجاورت یک شیار هم مشاهده می‌شود و حضور شیار پیرامون نمونه‌های استوانه‌ای شکل آزمایش کشش موجب ایجاد حالت کرنش صفحه‌ای با شرایط تنش سه بعدی می‌شود و هنگامی که تنش واقعی در اطراف شیار به حد استحکام تسلیم می‌رسد ماده تمایل به تغییر فرم پلاستیکی و کشیدگی در امتداد جهت اعمال بار دارد ولی توسط بقیه ماده که در تنشی زیر حد تسلیم ماده می‌باشد مهار می‌گردد به طوری که برای شروع و ادامه تغییر فرم باید تنش بیشتری اعمال

گردد. این پدیده همان مقاوم شدن بوسیله شیار توسط مهار پلاستیکی است [2 و 5 و 7]. علاوه بر این، ایجاد کار سختی در منطقه تغییر فرم پلاستیک داده عامل دیگری برای افزایش استحکام به وسیله ایجاد شیار در مواد با استحکام کم می‌باشد [2 و 5]. در نتیجه، استحکام تسلیم یک نمونه شیار دار می‌تواند بزرگتر از استحکام تسلیم یک نمونه آزمایشی کششی ساده بدون شیار باشد.

مواد و روش تحقیق

در این تحقیق به منظور بررسی تاثیر اندازه شیار روی میزان تغییر استحکام تسلیم چند فولاد با ترکیب شیمیایی و ریزساختار متفاوت مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور از دو فولاد ساده‌ی کربنی CK20 و CK45 استفاده شد.

برای ایجاد ریز ساختارهای متفاوت عملیات حرارتی های آنیل و نرماله روی نمونه‌ها انجام شد. عملیات حرارتی آنیل کامل روی فولاد CK20 منجر به تشکیل ساختاری متشکل از فریت - پرلیت درشت می‌گردد که سختی کم و شکل پذیری زیاد دارد.

عملیات آنیل کامل با حرارت دادن فولاد در ناحیه تک فازی آستنیت و محدوده دمایی بالای خط A3 که در مورد این فولاد دمای 950 درجه سانتی گراد انتخاب شد، و با توجه به قطر میلگرد، نمونه‌ها به مدت زمان 30 دقیقه در داخل کوره قرار گرفت. سرد کردن نمونه‌ها در کوره‌ی خاموش انجام شد.

برای نمونه های CK45 عملیات حرارتی نرماله مد نظر قرار گرفته شد تا فولادی با دانه های ریزتر نسبت به آنیل و سختی بالاتر بدست بیاوریم. ریز ساختار حاصل از آن همانند آنیل کامل مخلوطی از فریت و پرلیت است. با این تفاوت که ریز ساختار حاصل دانه ریزتر خواهد بود. با توجه به ترکیب این فولاد دمای 870 درجه سانتی گراد به عنوان دمای آستنیت انتخاب شد. به منظور آستنیت شدن این فولاد مدت زمان قرار گیری داخل کوره و در این دما 30 دقیقه انتخاب شد. سپس سرد کردن نمونه ها در هوای متلاطم انجام شد.

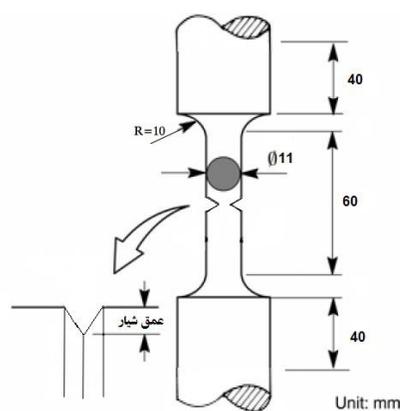
در جدول (1) مشخصات عملیات حرارتی انجام شده روی این فولادها و سختی و ساختار بدست آمده از آن لیست شده است. پس از انجام عملیات حرارتی روی میلگردها توسط تراشکاری نمونه‌های لازم جهت آزمایش کشش شیاردار ساخته شدند. به منظور بدست آوردن سطحی صاف و عاری از خراش که ممکن بود باعث خطا در نتیجه آزمایش شود به ترتیب سطح نمونه‌های کشش توسط سمباده صیقلی شد. در شکل (3) اندازه‌های نمونه استاندارد تهیه شده نشان داده شده است.

سپس شیارهایی تیز با زاویه راس 75 درجه و با عمق های 0/5، 1، 1/5، 2 و 2/5 پیرامون نمونه کشش و در میانه آن ایجاد شد. تصویر (3) تصاویر گرفته شده از نمونه‌های شیار دار قبل از انجام آزمایش کشش را نشان می‌دهد.

در نهايت آزمون كشش در دماي اتاق روي نمونه ها توسط دستگاه كشش Zwick/Z250 با نرخ كرنش 0/002 بر ثانيه انجام شد.

جدول 1. مشخصات فرآيندهاي عمليات حرارتي انجام شده

جنس نمونه	CK20	CK45
عمليات حرارتي	آنيل كامل	نرماله كردن
دما و زمان آستنيته	950 °C 30 دقيقه	870 °C 30 دقيقه
محيط سرد كننده	كوره خاموش	هوای متلاطم
سختي پس از عمليات حرارتي	140 HV	210 HV
ساختار پس از عمليات حرارتي	فريت و پرلتي	فريت و پرلتي ريز



شكل 3. نمونه تست كشش تهيه شده و محل قرارگيري شيار

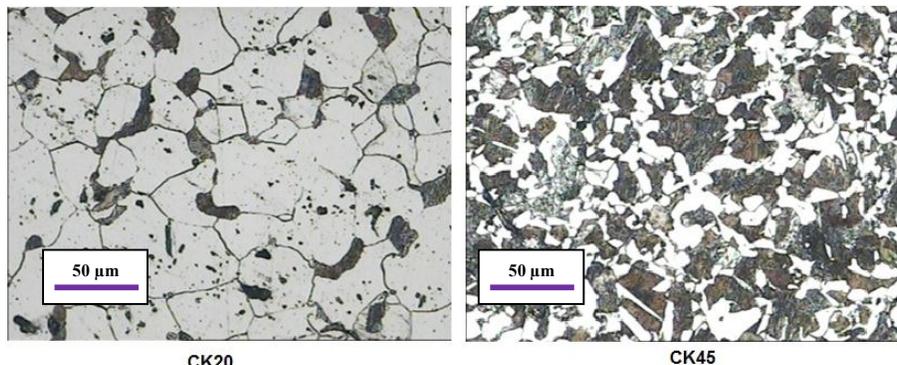
نتايج و بحث

در اين مقاله سعي شد كه تاثير عمق شيار برروي فولاد ساده كربني با درصد كربن متفاوت بررسي شود. كه هر كدام از اين فولادها تحت عمليات حرارتي جداگانه اي به منظور دست يابي به سختي هاي متفاوت قرار گرفت.

1- بررسي ريز ساختاري و متالوگرافي

در شكل (4) تصاوير ميكروسكوپي و ريزساختارهاي حاصل از عمليات حرارتي آنيل و نرماله آورده شده است. همان طور كه در تصاوير بدست آمده از نمونه ها مشخص است، ساختارهاي حاصل از عمليات حرارتي،

ساختار فریتی-پرلیتی است، ولی با توجه به تفاوت ترکیب شیمیایی و عملیات حرارتی متفاوت اندازه‌ی دانه‌ها در دو ساختار متفاوت است.

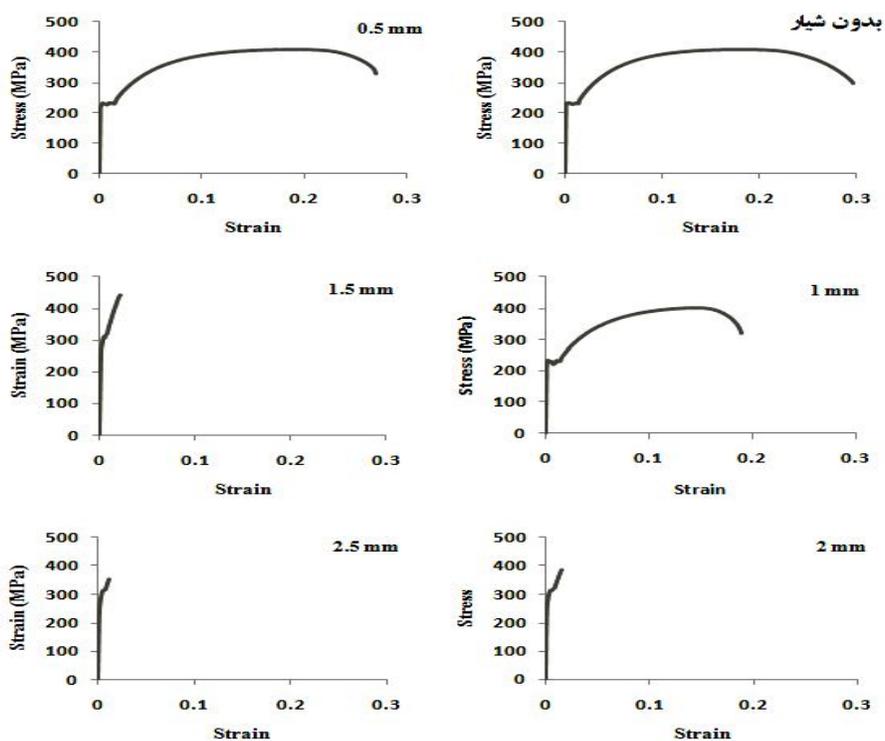


شکل 4. تصاویر میکروسکوپی نمونه‌ها پس از عملیات حرارتی

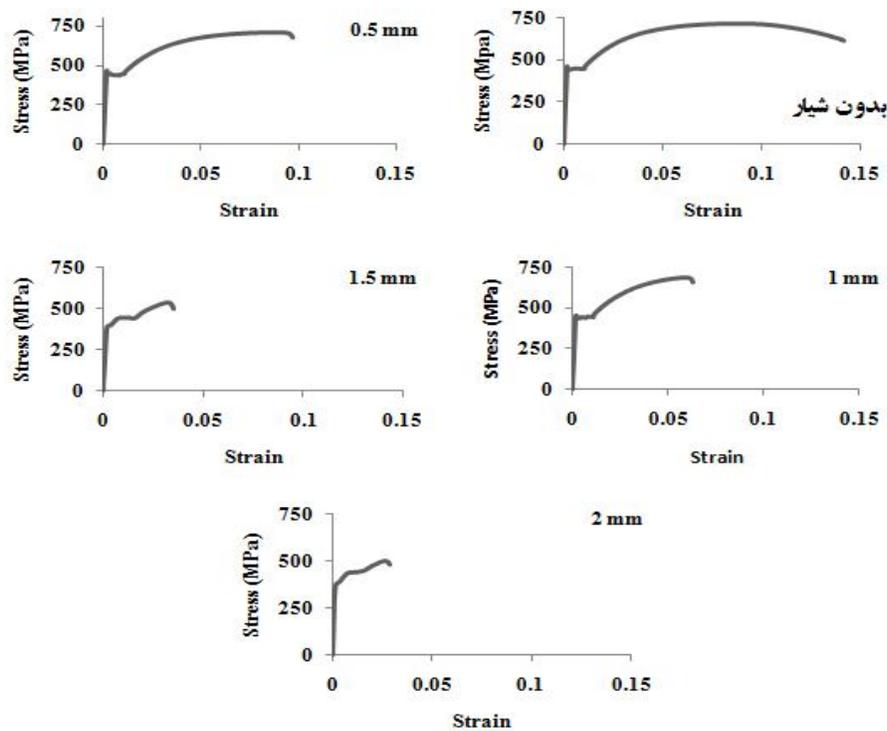
با انجام آزمایشات سختی سنجی بر روی دو ساختار بدست آمده (فریتی-پرلیتی ریز و درشت) تفاوت سختی و به دنبال آن خواص مکانیکی در دو نوع ساختار مشهود است. سختی برای ساختار حاصله از عملیات حرارتی آنیل و نرماله به ترتیب 140HV و 210HV است. در نرماله کردن فریت و پرلیت در دمایی کمتر و با آهننگی بیشتر از آنیل تشکیل می‌شوند و اندازه دانه‌های فریت و فاصله بین لایه‌ای پرلیت هردو کاهش می‌یابند. بنابراین در مقایسه با خواص حاصل از فرایند آنیل، استحکام و سختی افزایش یافته و انعطاف پذیری تا حدودی کاهش می‌یابد [11].

2- آزمایشات کشش

نمونه‌های کشش آماده شده با شیارهای متفاوت با دستگاه کشش Zwick / Z250 مورد آزمایش کشش با نرخ کرنش ثابت قرار گرفتند. برای نشان دادن تاثیر عمق شیار، داده‌های نیرو-ازدیاد طول همه‌ی نمونه‌های شیاردار و بدون شیار توسط تقسیم بر سطح مقطع اصلی (قطر 11 میلیمتر) به منحنی‌های تنش-کرنش تبدیل شد. نتایج حاصل از این آزمایشات در نمودارهای اشکال (5) و (6) آورده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده می‌گردد که به طور کلی نمونه‌های شیاردار نسبت به نمونه‌های بدون شیار دارای چقرمگی کمتر و افزایش طول کمتری هستند. در پژوهش مشابه‌ای، آقای نس (Nath) نشان داد که وجود شیار باعث کاهش توانایی در تغییر طول و بوجود آمدن منطقه تمرکز تنش موضعی در این منطقه می‌گردد [6] که این مقدار تنش بیشتر باعث افزایش سرعت رشد و جوانه زنی ترک و در نتیجه شکست نمونه در تغییر طول‌های کمتر می‌گردد. شیار تمایل به شکست ترد را به چهار طریق مهم زیاد می‌کند [1]: با تولید تنشهای موضعی بزرگ، ایجاد حالت تنش کششی سه بعدی، تولید کرنش - سختی موضعی زیاد و ایجاد ترک و با تولید آهننگ کرنش موضعی بالا.



شکل 5. نمودارهای تنش - کرنش مهندسی فولاد CK20



شکل 6. نمودارهای تنش - کرنش مهندسی فولاد CK45

از طرفی این نکته هم قابل ذکر است که در همه‌ی نمونه‌ها با افزایش عمق شیار این چقرمگی و قابلیت ازدیاد طول کاهش می‌یابد. این امر به دلیل افزایش ضریب تمرکز تنش با افزایش عمق شیار براساس رابطه‌ی (1) است. **a** و **b** به ترتیب طول(عمق) و عرض شیار است [2و1].

$$\frac{\sigma_{\max}}{\sigma} = (1 + 2\frac{a}{b}) \quad (1)$$

با توجه به داده‌های بدست آمده از نمودارهای تنش- کرنش از آزمایشات کشش برای نمونه‌های فولاد CK20 که در جدول (2) لیست شده است، به این مسئله پی خواهیم برد که با افزایش عمق شیارها، تنش تسلیم در این نمونه‌ها یک روند نسبتاً صعودی را طی می‌کند. در نمونه‌ی بدون شیار تنش تسلیم در حدود 230MPa است که این مقدار برای دو نمونه دیگر شیاردار با عمق‌های 0/5 و 1 میلی متر هم مشاهده می‌گردد. ثابت ماندن تنش تسلیم در این دونمونه (عمق شیار 0/5 و 1) به دلیل توازن بین اثر منفی تمرکز تنش و تاثیر مثبت مهار پلاستیکی است.

در ادامه با افزایش عمق شیارهای ایجاد شده به بیش تر از 1 میلی متر مشاهده می‌گردد که تنش تسلیم افزایش پیدا می‌کند. این افزایش تنش تسلیم به دلیل تاثیر بیشتر پدیده مهار پلاستیکی و کور شدن نوک ترک (کاهش تمرکز تنش) است. همانطور که قبلاً گفته شد این پدیده به دلیل قرار گرفتن ناحیه‌ی جلوی شیار (منطقه‌ی تمرکز تنش) در منطقه‌ی تغییر شکل پلاستیک است و این در حالی است که قسمت‌های دیگر نمونه هنوز در حالت تغییر شکل الاستیک هستند [2و4].

جدول 2. اطلاعات بدست آمده از آزمایشات کشش مربوط به فولاد CK20

نوع فولاد	عملیات حرارتی	عمق شیار (میلی متر)	تنش تسلیم (MPa)	UTS (MPa)	%تغییر طول L ₀ =55mm	ضریب مهار پلاستیکی
CK20	آنیل کامل	بدون شیار	232.45	408.96	29.6	≈1
CK20	آنیل کامل	0.5	231.91	408.53	26.9	≈1
CK20	آنیل کامل	1	232.58	400.29	18.8	≈1
CK20	آنیل کامل	1.5	304.13	440.30	2.1	1.308
CK20	آنیل کامل	2	312.18	387.59	1.5	1.343
CK20	آنیل کامل	2.5	333.18	396.80	1.2	1.433

اثر اصلی شیار در ایجاد تمرکز تنش نیست بلکه در ایجاد حالت تنش سه بعدی در شیار است [1]. براساس رابطه (2) و معیار تسلیم فون میز (3) می‌توان تاثیر این تنش سه بعدی را در افزایش تنش تسلیم تخمین زد.

$$2 \sigma_{ys} = [(\sigma_x - \sigma_y)^2 - (\sigma_x - \sigma_z)^2 - (\sigma_z - \sigma_y)^2] \quad (2)$$

اگر σ_x ، σ_y و σ_z را تنش در جهت سه محور مختصات در نظر بگیريم، در حالت کرنش صفحه ای (تنش سه بعدی) ارتباط بين تنش ها براساس رابطه ی (3) برقرار می شود.

$$\sigma_z = \gamma(\sigma_x + \sigma_y) \quad \text{و} \quad \sigma_z = \sigma_y \quad (3)$$

با در نظر گرفتن σ_{ys} به عنوان تنش تسلیم تک محوره و با فرض $v=0/3$ به این نتیجه خواهیم رسید که:

$$\sigma_y/\sigma_{ys} = 3$$

ولی در شرایط تنش صفحه ای داریم:

$$\sigma_y/\sigma_{ys} = 1$$

شایان ذکر است که مقدار این نسبت در اندازه گیری های تجربی بسیار کمتر از 3 خواهد بود.

از طرفی با بررسی نتایج بدست آمده برای نمونه های CK45 که دارای ریزساختار فریتی-پرلیتی ریز و دارای سختی بیشتر و داکتلیته کمتر نسبت به نمونه های CK20 هستند، به این نکته پی می بریم که در این نمونه ها، با افزایش عمق شیار تنش تسلیم کاهش پیدا می کند. نتایج نشان دهنده ی بالاتر بودن تنش تسلیم نمونه ی بدون شیار است. این روند نزولی کاهش تنش تسلیم با افزایش عمق شیار، به دلیل بیشتر بودن تاثیر تمرکز تنش نسبت به مهار پلاستیکی است. این نمونه ها توانایی تغییر شکل کمتری نسبت به نمونه های CK20 دارد. این تردی بیشتر مانع وقوع پدیده مهار پلاستیکی می شود. بنابراین تاثیر تمرکز تنش در این نمونه ها (CK45) بیشتر از تاثیر مهار پلاستیکی است.

حداکثر تنش تسلیم (UTS) در نمونه های CK20، دارای رفتار متفاوتی نسبت به تنش تسلیم است. مقدار

تنش حداکثر در ابتدا ثابت بوده و سپس در شیار با عمق 1/5 میلی متری به بیشینه مقدار خود می رسد (۹)

در نمونه های CK45 تنش حداکثر همانند تنش تسلیم با افزایش عمق شیار کاهش پیدا می کند. این رفتار ماده را می توان همانند تغییرات تنش تسلیم، به علت افزایش تمرکز تنش با افزایش عمق شیار دانست.

جدول 3. اطلاعات بدست آمده از آزمایشات کشش مربوط به فولاد CK45

نوع فولاد	عملیات حرارتی	عمق شیار (میلی متر)	تنش تسلیم (MPa)	UTS (MPa)	% تغییر طول $L_0=55\text{mm}$
CK45	نرماله	بدون شیار	450.80	719.75	14.2
CK45	نرماله	0.5	442.36	704.35	9.7
CK45	نرماله	1	436.18	686.73	6.3
CK45	نرماله	1.5	406.77	537.08	3.5
CK45	نرماله	2	387.20	503.48	2.8

نتیجه گیری

در این پژوهش مشخص شد که وجود شیار در مواد با قابلیت تغییر فرم بالا می تواند افزایش تنش تسلیم را توسط پدیده مهار پلاستیکی به همراه داشته باشد. با این وجود، شیار رفتار شکست ماده را به سمت شکست ترد سوق می دهد. ایجاد شیار در نمونه ها می تواند باعث افزایش استحکام گردد ولی با کاهش سطح مقطع موثر، میزان حداکثر باری که توسط نمونه تحمل خواهد شد، کمتر است. از طرفی ایجاد حالت تنش سه بعدی در نمونه های با تغییر شکل مومسان کم باعث افت استحکام ماده می شود.

مراجع :

- 1- G.E.Dieter , Mechanical Metallurgy , McGraw-Hill Book, New York, 1988.
- 2- سید عبدالکریم سجادی، رفتار مکانیکی مواد، دانشگاه فردوسی مشهد، 1384
- 3- M. A. Meyers and K. K. Chawla, Mechanical Behavior of Materials , Prentice Hall, New Jersey, 1999.
- 4- W. D. Pilkey and D. F. Pilkey , PETERSON'S Stress Concentration Factors, Third edition, John Wiley and Sons, 2008
- 5- R.W Hertzberg , Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Material, Third edition, John Wiley & son ,1996
- 6- S. K. Nath and Uttam Kr Das , "Effect Of Microstructure And Notches On The Fracture Toughness Of Medium Carbon Steel" Journal of Naval Architecture and Marine Engineering, June 2006.
- 7- R. E. Reed-Hill, R. Abbaschian, Physical Metallurgy Principles, PWS Publishing Company, 1992
- 8- M. Takata, T. Masuda, H. Toda and T. Kobayashi , "Effect of Notch on Dynamic Tensile Properties in 6061 Aluminum Alloy", 9th International Conference on Aluminium Alloys (2004).
- 9- A. Bayram, A. Uğuz. and M. Ula " Effects of Microstructure and Notches on the Mechanical Properties of Dual-Phase Steels", Materials Characterization, Vol. 43, No. 4 , pp.259-269.
- 10- G. T. Hahn and A. R. Rosenfield , "Experimental Determination of Plastic Constraint Ahead of a Sharp Crack Under Plane-Strain Conditions", 4th Progress Report On Project SR-164 "Local Strain Measurement" to the Ship Structure Committee.
- 11- محمد علی گلعدار، اصول و کاربرد عملیات حرارتی فولادها و چدن ها، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، 1372

Effect of Notch Depth on Tensile Properties of Mild Carbon Steels

S. Ghanei, A. Sahebalam, S. A. Sajjadi and S. M. Zebarjad

Materials and Metallurgical Engineering Department, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran.

Sadegh.Ghanei@stu-mail.um.ac.ir

Abstract

Different materials with various notch depth show different behavior under tensile test. Sometimes yield strength of material decrease with notch depth but sometimes it increase. Amount of change in strength depends on type of alloy and notch depth. In this project, In order to determine the extent of changes in resulting strength from notch, Several steels with different chemical composition and microstructure were studied. Carbon steels type CK20 and CK45 were selected and by applying the different heat treatment cycles, steels with different microstructure and hardness were created. Then different notch depth was created in specimens. Then tensile test carried out. This results were compared with the results of smooth samples. The results of studies showed that type and initial microstructure and the effect of notch depth have large influence on yield strength compared to samples without notch. It was found that in specimens with higher hardness, amount of stress concentration increases but in softer specimens effect of plastic constraint is higher. In addition, in this study the effect of notch depth on ratio of yield strength of samples with notch to samples without notch were determined.

Keywords : Plastic Constraint, Stress Concentration, Notch Sensivity Factor, Yield Stress, Mild Carbon Steels