

مقدمه ای بر فولادهای زنگ نزن داپلکس (Duplex Stainless Steel)

مهندس داریوش ماسوری

کارشناس ارشد برجسته شرکت نفت و گاز پارس



خوردگی تنش کلیدی و قابلیت ساخت عالی در دهه ۱۹۷۰، با توسعه صنایع فرا ساحل نفت و گاز در دریای شمال رو به فزونی گذاشت و بدین ترتیب فولاد زنگ نزن داپلکس ۲۲۰۵ به عنوان پر مصرف ترین نوع در صنایع نفت و گاز فراساحل شناخته شد. استحکام بالای این آلیاژ کاهش ضخامت و در نتیجه کاهش وزن سکوها در دریایی را امکان پذیر می کرد که این موضوع در نوع خود مشوق اصلی توسعه استفاده از این نوع آلیاژها بوده است. مشابه سایر گروه های فولادهای زنگ نزن، مقاومت به خوردگی فولادهای زنگ نزن داپلکس نیز به عناصر آلیاژی موجود در فولاد بستگی دارد. توسعه فولادهای زنگ نزن داپلکس ادامه داشته و این فولاد ها به پنج دسته کلی زیر تقسیم می شوند:

- Lean Duplex مانند 2304 که حاوی مولیبدن نیستند
- Standard Duplex مانند 2205 پر مصرف ترین فولاد زنگ نزن داپلکس بایبش از ۸۰٪ مصرف
- Cr Duplex مانند Alloy 255 با PREN کمتر از ۴۰
- Super Duplex (PREN 40-45) مانند 2507 با ۲۵-۲۶ درصد کروم و افزایش مولیبدن و نیتروژن نسبت به دسته قبل

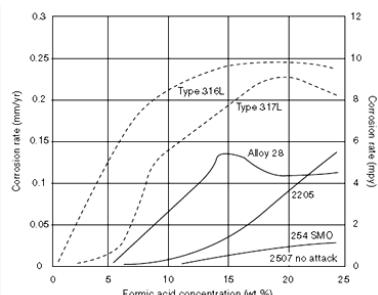
- Hyper Duplex فولادهای زنگ نزن داپلکس با PREN بیش از ۴۵ عدد مقاومت در برابر حفره دار شدن از معادله زیر محاسبه می شود:

$$PREN = \text{Pitting Resistance Equivalent Number} = 5Cr + 3.3(Mo + 0.5W) + 16\%N$$

فولادهای زنگ نزن داپلکس مقاومت به خوردگی بالایی در اکثر محیط هایی که فولادهای استاندارد آستنیتی استفاده می شوند، از خود نشان می دهد. از طرفی برخی استثناها استفاده از این نوع آلیاژها را در اولویت قرار می دهد. به عنوان مثال درصد بالاتر کروم فولادهای زنگ نزن داپلکس مزیتی در محیط های اسیدی اکسید کننده است. همچنین مقدار کافی مولیبدن و نیکل مقاومت لازم در برابر محیط های متوسط اسیدهای احیا کننده را در پی دارد. مقدار بالای کروم، مولیبدن و نیتروژن، مقاومت به خوردگی شیری و حفره دار شدن را در فولادهای زنگ نزن داپلکس افزایش می دهد. ساختار دو گانه فولادهای زنگ نزن داپلکس مقاومت در برابر خوردگی تنش کلیدی را بهبود بخشیده و در صورتی که ساختار حاوی ۲۵ تا ۳۰ درصد فریت باشد این فولادها بسیار مقاوم تر از فولادهای زنگ نزن آستنیتی 316 و 304 AISI در برابر این نوع خوردگی عمل می کنند.

از طرف دیگر ساختار فریت مستعد به تردی هیدروژنی است و در نتیجه فولادهای زنگ نزن داپلکس در محیط هایی که امکان نفوذ هیدروژن به درون فلز وجود دارد از منظر تردی هیدروژنی مناسب نیستند.

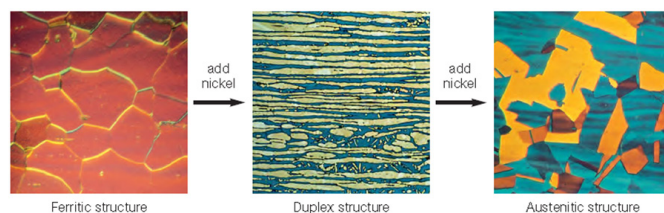
در شکل ۲ مقایسه ای در رابطه با مقاومت در برابر خوردگی شیری و حفره دار شدن فولادهای زنگ نزن داپلکس با فولادهای زنگ نزن آستنیتی آمده است.



شکل ۲- خوردگی فولادهای زنگ نزن داپلکس و فولادهای زنگ نزن آستنیتی در محلول جوشان ۵۰٪

اسید استیک و درصد های متفاوت اسید فرمیک

فولادهای زنگ نزن داپلکس گروهی از فولادهای زنگ نزن هستند که علاوه بر مقاومت خوب در برابر خوردگی، دارای استحکام مناسب و روش های پر انرژی هستند. خواص فیزیکی این فولادها مابین فولادهای زنگ نزن آستنیتی و فریتی قرار می گیرد، اما در مجموع خواص آنها به فولادهای زنگ نزن فریتی و فولادهای کربنی شباهت بیشتری دارد. مقاومت به حفره دار شدن و خوردگی شیری این فولادها تابعی از مقدار کروم، مولیبدن، تنگستن و نیتروژن و مشابه فولاد زنگ نزن آستنیتی ISIA 613 بوده و حتی در برخی داپلکس ها بهتر از فولاد زنگ نزن آستنیتی مقاوم در برابر آب دریا (6 oM) عمل می کنند. تمامی فولادهای زنگ نزن داپلکس به صورت مشهودی مقاومت به خوردگی تنش کلیدی بهتری نسبت به فولادهای زنگ نزن آستنیتی داشته و همچنین استحکام و شکل پذیری و تافنس بالاتری از این رده فولادها دارند. بیش از ۸۰ سال است که فولادهای زنگ نزن داپلکس با ساختاری مشتمل بر آستنیت و فریت (شکل ۱) به صورت تجاری در دسترس صنایع قرار گرفته اند. قدیمی ترین نوع این آلیاژها حاوی کروم، نیکل و مولیبدن بوده و اولین نوع کار شده این گروه از آلیاژها در سال ۱۹۳۰ در سوئد تولید و در صنایع کاغذسازی استفاده شد. آلیاژ فوق با هدف مقاومت در برابر خوردگی مرز دانه ای که عمدتاً در فولادهای زنگ نزن آستنیتی پر کربن تجربه می شد، توسعه یافت. نوع ریختگی این آلیاژها در همین سال ها و در فنلاند پا به عرصه صنعت گذاشت و اولین حق امتیاز فولادهای زنگ نزن داپلکس در سال ۱۹۳۶ در فرانسه به آلیاژ Uranus 50 تعلق گرفت. اولین نوع فولادهای زنگ نزن داپلکس با هدف بهبود خواص مقاومت در برابر خوردگی تنش کلیدی با نام 3RE60 به وجود آمد و در سال های بعد هر دو نوع ریختگی و کار شده این نوع آلیاژها در دامنه وسیعی از تجهیزات صنایع از جمله مخازن تحت فشار، مبدل های حرارتی و پمپ ها استفاده شد.



شکل ۱- نمونه ای از ساختار فولادهای زنگ نزن داپلکس و مقایسه آن با فولادهای زنگ نزن آستنیتی و فریتی و اثر نیکل بر ساختار

اولین فولادهای زنگ نزن داپلکس تولید شده در عین عملکردی مناسب، دارای محدودیت هایی در حالت جوشکاری شده بودند. نواحی حرارت دیده ناشی از جوشکاری (HAZ) به علت درصد بالای فریت، تافنس و مقاومت به خوردگی کمتری نسبت به فلز پایه داشتند و این موضوع محدودیت استفاده از این آلیاژها را در حالت جوشکاری نشده و آن هم تنها در برخی کاربردها به همراه داشت. در سال ۱۹۶۸ پیشرفت صنایع فولادسازی، زمینه ایجاد فولادهای زنگ نزن جدید را به وجود آورد. از جمله استفاده از نیتروژن به عنوان عنصر آلیاژی در فولادها امکان پذیر شد. نیتروژن با افزایش تافنس و مقاومت به خوردگی ناحیه HAZ مشکل جوشکاری فولادهای زنگ نزن داپلکس را بر طرف نموده و همچنین با توجه به نقش آستنیت زابودن نیتروژن، اثر تخریبی فازهای بین فلزی کاهش یافت.

بدین ترتیب دومین گروه فولادهای زنگ نزن داپلکس با توجه به نقش آلیاژی نیتروژن وارد بازار شد نیاز صنایع به فولادهای زنگ نزن با مقاومت در برابر

اخبار انجمن «دوره های آموزشی آبی»

برنامه آموزشی انجمن خوردگی در اردیبهشت ماه



مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران با توجه استقبال کم نظیر از دوره های الکتروشمی، اقدام به برگزاری این دوره توسط آقای دکتر نشاطی رئیس پژوهشگاه حفاظت صنعتی پژوهشگاه صنعت نفت در تاریخ ۱۳ و ۱۴ اردیبهشت ماه نموده است. علاقمندان جهت کسب اطلاعات بیشتر می توانند به پایگاه اینترنتی www.ica.ir مراجعه و یا با مرکز آموزش انجمن حاصل نمایند. ۸-۸۸۳۴۴۲۸۷ (داخلی ۳ و ۸)

سایر اخبار «برگزاری کنفرانس»

چهارمین کنفرانس لوله و خطوط انتقال نفت و گاز



بزرگترین گردهمایی مدیران و کارشناسان خطوط انتقال نفت و گاز ۸-۹ مهرماه ۱۳۹۱، در مرکز همایش های بین المللی رازی، تهران برگزار می گردد. محورهای کنفرانس به شرح زیر است:

- مدیریت خطوط لوله نفت و گاز
- مواد و روش های نوین ساخت لوله
- طراحی و اجرای خطوط لوله نفت و گاز
- بهره برداری، نگهداری و تعمیرات خطوط لوله
- حفاظت، مانیتورینگ و کنترل خوردگی
- خطوط لوله دریایی

علاقمندان می توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر به پایگاه اینترنتی www.iranpipetech.com مراجعه نمایند.

سایر اخبار «برگزاری سمینار»

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی



اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی در تاریخ ۲۹ تیرماه ۱۳۹۱ در مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران با محوریت سه پنل مهندسی نفت، مهندسی شیمی و نانو فناوری برگزار خواهد شد. علاقمندان جهت کسب اطلاعات بیشتر می توانند به پایگاه اینترنتی www.icogpp.com مراجعه نمایند.

اخبار انجمن «تقدیر از انجمن خوردگی ایران»

تقدیر کمیسیون انجمن های علمی از انجمن



کمیسیون انجمن های علمی ایران طی نامه ای از انجمن خوردگی ایران به دلیل تلاش در زمینه ترویج زبان فارسی و تهیه و تدوین واژه های معادل فارسی در حوزه فرهنگ خوردگی تقدیر کرد. این نامه خطاب به ریاست انجمن خوردگی ایران و با امضای دبیر کمیسیون انجمن های علمی می باشد.

اخبار انجمن «برگزاری همایش»

همایش خوردگی در محیط های دریایی و پوشش های سطحی



اولین همایش خوردگی در محیط های دریایی و پوشش های سطحی توسط دانشگاه صنعتی امیرکبیر و انجمن خوردگی ایران به مدت ۲ روز در تاریخ ۲۰ و ۲۱ اردیبهشت ماه در واحد بندرعباس دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار می شود. محورهای این همایش عبارتند از: خوردگی سازه های بتنی، خوردگی سازه های فلزی، خوردگی در محیط های دریایی، پوشش های مقاوم در برابر خوردگی، نانو پوشش های مقاوم در برابر خوردگی، جدایش کاتدیک، اثرات خوردگی در نیروگاه ها و سکو ها و شناورهای دریایی، اثرات خوردگی در پالایشگاه ها و اثرات خوردگی در مجتمع های پتروشیمی. آدرس دبیرخانه: تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر پست الکترونیک: corrosion@aut.ac.ir شماره تماس تهران: ۰۲۱-۶۶۴۱۴۱۱۳ شماره تلفن بندر عباس: ۰۷۶۱-۶۶۷۴۷۱۵

اخبار انجمن «چیستان»

چیستان



انجمن خوردگی ایران در نظر دارد در هر فصل مسابقه علمی با عنوان «چیستان» به صورت الکترونیکی برگزار نماید. علاقمندان می توانند برای پاسخ های خود را به پست الکترونیکی انجمن ارسال نمایند. info@ica.ir

چیستان مربوط به فصل بهار ۱۳۹۱:

روش های علمی در کاهش خوردگی فولادهای کربنی ناشی از H_2S ، SO_2 ، $NaCl$ و H_2O را شرح داده و از جوایز نفیس انجمن خوردگی ایران بهره مند گردید. جهت کسب اطلاعات بیشتر به پایگاه اینترنتی انجمن به نشانی www.ica.ir مراجعه نمایید.

سایر اخبار ◀◀ برگزاری کنفرانس

کنفرانس ملی کاربرد نانو تکنولوژی در صنایع نفت و پتروشیمی



اولین کنفرانس ملی کاربرد نانو تکنولوژی در صنایع نفت و پتروشیمی در تاریخ ۴ خرداد ماه سال ۱۳۹۱ به میزبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر برگزار خواهد شد. محورهای این کنفرانس نانو مواد، نانو ساختارها، نانو ذرات، نانو پوشش ها، نانو کامپوزیت ها، نانو کاتالیست ها، نانوالیاف و نانوسیم ها، کاربردهای نانو در حوزه انرژی و صنایع نفت، گاز و پلیمر، کاربرد نانو در محیط زیست و آلاینده ها و نانو لوله های کربنی می باشند. علاقمندان جهت کسب اطلاعات می توانند با شماره تلفن ۰۲۳۳۸۵۷۱-۶۵۲۲ (دبیرخانه کنفرانس) تماس گرفته یا به پایگاه اینترنتی www.mubnano.com مراجعه نمایند.

سایر اخبار ◀◀ برگزاری کنفرانس

اولین کنفرانس ملی صنعت بتن



اولین کنفرانس ملی صنعت بتن در تاریخ ۴ و ۵ خرداد سال ۱۳۹۱ به میزبانی مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی در کرمان برگزار خواهد شد. محورهای موضوعی در این کنفرانس تعمیر، تقویت و بهسازی لرزه ای سازه های بتنی، طراحی و اجرای آنها، فناوری های نوین در صنعت بتن، افزودنی ها و مواد کمکی در این صنعت، دوام بتن و توسعه پایدار، تولید و کاربرد سنگدانه ها در بتن، انواع سیمان و نقش آنها در توسعه پایدار، مدیریت کنترل کیفی در صنعت سیمان و بتن و ماشین آلات صنعتی می باشند. علاقمندان جهت کسب اطلاعات تکمیلی می توانند با شماره تلفن -۳۴۱-۲۴۷۸۳۹۷ (دبیرخانه کنفرانس) تماس گرفته یا به پایگاه اینترنتی www.icst.ac.ir مراجعه نمایند.

سایر اخبار ◀◀ برگزاری همایش

گردهمایی پیمانکاران برجسته کشور

مرکز همایش های صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران

گردهمایی پیمانکاران برجسته کشور با محوریت «نقش صنعتی سازی در رشد اقتصاد ملی» مورخ پانزدهم اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱ در مرکز همایشهای صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران برگزار می شود. این همایش با حضور مسئولین عالی رتبه کشور از وزارت کشور، سازمان مدیریت بحران، استانداری ها و جمعی از نمایندگان مجلس شورای اسلامی و همچنین ۸۰۰ تن از مدیران برجسته کشور برگزار می گردد. علاقمندان می توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر با خانم محمدی، شماره تماس ۸۱۰۲۰ داخلی ۱۷۶ و ۱۴۶ تماس حاصل نمایند.

سایر اخبار ◀◀ برگزاری همایش

پوشش های محافظ در محیط های خورنده



کارگاه آموزشی پوشش های محافظ در محیط های دریایی توسط دانشگاه صنعتی امیرکبیر و انجمن خوردگی ایران در تاریخ ۲۴ اردیبهشت ۱۳۹۱ برگزار می گردد. جهت کسب اطلاعات بیشتر به پایگاه اینترنتی انجمن به نشانی www.ica.ir مراجعه نمایید.

سایر اخبار ◀◀ برگزاری همایش

برگزاری همایش توسط باشگاه پژوهشگران جوان

همایش ملی علوم و فناوری نانو

اولین همایش ملی علوم و فناوری نانو در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱ به همت باشگاه پژوهشگران جوان در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز برگزار خواهد شد. محورهای موضوعی در این کنفرانس نانو مواد، نانو فیزیک، نانو الکترونیک، نانو مکانیک، نانوشیمی و مهندسی شیمی، نانو پزشکی و داروسازی، نانو زیست شناسی، نانو در علوم کشاورزی، نانو در محیط زیست، نانو در ریاضیات و محاسبات و نانو در اقتصاد و مدیریت می باشد. علاقمندان جهت کسب اطلاعات تکمیلی می توانند با شماره تلفن ۰۳۴۴۸۳۹۷-۶۱۱ (دبیرخانه همایش) تماس گرفته یا به پایگاه اینترنتی forum.bpj.ir/ahvaz-nano مراجعه نمایند.

سایر اخبار ◀◀ برگزاری گردهمایی

همایش بین المللی عملیات حرارتی و مواد پیشرفته

سومین همایش بین المللی عملیات حرارتی (ICMH) و اولین همایش بین المللی مواد پیشرفته (NAMIC) ۱۰ الی ۱۱ خرداد ۱۳۹۱ در اصفهان برگزار می گردد، مهلت ثبت نام در این همایش تا تاریخ ۱۳۹۱/۰۲/۲۰ می باشد، علاقمندان جهت کسب اطلاعات بیشتر به پایگاه اینترنتی www.namic.ir و www.icmh.ir مراجعه فرمایند.

سایر اخبار ◀◀ برگزاری اجلاس

برگزاری اجلاس کشورهای جنبش عدم تعهد

به اطلاع می رساند اجلاس سران کشورهای جنبش عدم تعهد در شهریور ماه ۱۳۹۱ در تهران برگزار می شود. با توجه به اینکه بخشی از فعالیتهای کشورهای جنبش عدم تعهد در حوزه علوم و فناوری انجام می شود و مرکز علم و فناوری جنبش عدم تعهد و سایر کشورهای در حال توسعه (S&T Center NAM) برای انجام این کار ویژه به وجود آمده است، علاقمندان می توانند طرح ها و پیشنهادهای آن دانشگاه/پژوهشگاه و انجمن را برای طرح در این اجلاس به انجمن خوردگی ایران ارسال نمایند تا اقدامات بعدی صورت گیرد.

سایر اخبار

بیستمین همایش هماهنگی ارگانهای دریایی کشور

(آخرین مهلت ارسال مقاله)



همایش هماهنگی ارگان‌های دریایی کشور

بیستمین همایش هماهنگی ارگانهای دریایی کشور در تاریخ ۲۰-۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۱ در جزیره کیش با شعار دریانوردی: جهان پس از یکصد سال، ایران و حال و آینده با حضور مقامات ارشد لشگری و کشوری با تشکیل پنل‌های علمی و نمایشگاه دستاوردهای دریایی کشور به میزبانی سازمان بنادر و دریانوردی برگزار می‌گردد. با توجه به اینکه آخرین مهلت ثبت نام و اعلام اسامی جهت هماهنگی امور اجرائی همایش ۹۰/۱/۳۰ می‌باشد، با مراجعه به پایگاه اینترنتی DHOD.PMO.IR نسبت به ثبت نام و اعلام اسامی اقدام نمایید.

سایر اخبار

نهمین نمایشگاه بین‌المللی متالورژی

ریخته‌گری، آهنگری و ماشین‌کاری، قالب‌سازی، آبکاری و جوش و برش
صنایع معدنی، آهن و فولاد، فلزات غیر آهنی، لوله و پروفیل

IRAN METAFO

نهمین نمایشگاه بین‌المللی متالورژی، ریخته‌گری، آهنگری و ماشین‌کاری، قالب‌سازی، آبکاری و جوش و برش، صنایع معدنی، آهن و فولاد، فلزات غیر آهنی، لوله و پروفیل در تاریخ ۱۲-۹ آذر ماه ۱۳۹۱ در محل دائمی نمایشگاه‌های بین‌المللی تهران برگزار می‌گردد. نمایشگاه مذکور به عنوان بزرگترین و مهمترین تاثیرگذارترین رویداد در صنایع فلزی کشور محسوب می‌گردد.

کارگاه‌های آموزشی

همزمان با برگزاری سیزدهمین کنگره ملی خوردگی

۲۶ الی ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۱ - دانشگاه تبریز

ردیف	عنوان کارگاه	مدرس/مدرسان
۱	انتخاب پوشش‌ها برای مناطق خورنده	مهندس سید محمود کثیریها/پروفسور توماس بروک
۲	انتخاب مواد و نقش مهندسی خوردگی در آن	دکتر محمد صادق پرویزی
۳	اهمیت خوردگی در صنایع نیروگاهی و نحوه پیشگیری از آن	دکتر ابراهیم حشمت‌دهکردی
۴	بازرسی بر مبنای ریسک (Risk Based Inspection)	دکتر عبدالرضا شهریور
۵	بررسی مشکلات بهره‌برداری خطوط لوله مدفون در خاک	مهندس سیامک سیف
۶	تکنیک‌های مانیتورینگ خوردگی در صنعت	دکتر محمد صادق پرویزی
۷	چشم‌انداز مدیریت خوردگی در جهان	دکتر علی مرشد
۸	حفاظت کاتدی	دکتر محمدعلی گل‌عداز
۹	خوردگی داغ و کنترل آن از طریق پوشش‌های محافظ خوردگی	دکتر کورش شیروانی
۱۰	کاربرد تکنیک‌های الکتروشیمیایی در خوردگی	دکتر جابر نشاطی

به اطلاع علاقمندان شرکت در کارگاه‌های آموزشی می‌رساند:

- مدت زمان برگزاری هر کارگاه یک روز می‌باشد.
- کارگاه انتخاب پوشش‌ها برای مناطق خورنده ۱۳۹۱/۰۲/۲۶ ساعت ۱۳:۳۰ الی ۱۷ برگزار می‌گردد.
- سایر کارگاه‌ها روز ۱۳۹۱/۰۲/۲۸ برگزار می‌گردد.
- برای تمامی شرکت‌کنندگان در کارگاه گواهینامه‌ای به دو زبان فارسی و انگلیسی از سوی انجمن خوردگی ایران صادر می‌شود.
- هزینه ثبت نام جهت شرکت در هر یک از کارگاههای آموزشی ۱/۲۰۰/۰۰۰ ریال می‌باشد.
- * جهت ثبت نام به در پایگاه اینترنتی انجمن خوردگی ایران به نشانی www.ica.ir مراجعه نمایید.
- * جهت کسب اطلاعات تکمیلی با شماره تلفن‌های ۸۸۳۴۴۲۸۷-۸ (داخلی ۳ و ۸) تماس حاصل نمایید.