



انجمن آهن و فولاد ایران

پیام فولاد

۱۳۹۴

فصلنامه علمی - خبری انجمن آهن و فولاد ایران
بهار - شماره ۵۸

پیام فولاد مطالب علمی - خبری در زمینه آهن و فولاد یا زمینه‌های مرتبط را منتشر می‌کند. چاپ مطالب به منزله تأیید دیدگاه پدیدآورندگان آن نیست، نقل و اقتباس از مطالب پیام فولاد با ذکر مأخذ آن بلامانع است. دستورالعمل تهیه مقالات جهت درج در پیام فولاد در صفحات آخر ارائه شده است. طراحی کلیه جداول و تصاویر بر عهده صاحب مقاله می‌باشد. مقاله‌های پذیرفته شده پس از ویرایش منتشر می‌شود. **ISSIRAN**

صاحب امتیاز: انجمن آهن و فولاد ایران
مدیرمسئول و سردبیر: دکتر حسین ادريس
هیأت تحریریه:

دکتر حسین ادريس (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)
دکتر بهروز ارباب‌شیرانی (استادیار دانشگاه صنعتی اصفهان)
مهندس محمدحسن جولزاده (شرکت آژینه گستر اسپادانا)
دکتر کیوان رئیسی (دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان)
دکتر احمد ساعتچی (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)
دکتر علی شفیعی (دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان)
دکتر مرتضی شمعانیان (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)
دکتر عباس نجفی‌زاده (استاد دانشگاه صنعتی اصفهان)

مدیر اجرایی: مهندس مرتضی صالحی

مدیر روابط عمومی: فریدون واعظزاده

طراحی جلد و صفحه‌آرایی: الهام معینی

ناشر: انجمن آهن و فولاد ایران

خدمات نشر: ارکان دانش

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

بهاء: ۶۰۰۰۰ ریال



نشانی: اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، پارک علم و فناوری شیخ بهایی، انجمن آهن و فولاد ایران، کدپستی: ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱
تلفن: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۱-۲۴، ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۴، تلفکس: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۴

E-mail: info@issiran.com

www.issiran.com

تحقیق کفایت مشخصات میلگردهای بتن آرمه تولید شده از مواد اولیه قراضه فولاد و سنگ آهن ترجمه: مهندس محمد حسن جولازاده	۴
بررسی ریز ساختار و خواص مکانیکی فرایند اتصال فاز مایع گذرا (TLP) برای فولاد زنگ نزن آستنیتی AISI321 ترجمه: محمد علی مینائی، رضا بختیاری	۱۱
اخبار انجمن آهن و فولاد ایران	۲۴
اخبار اعضای حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران	۲۷
اخبار از سایت های بین المللی	۲۹
عناوین مقالات مندرج در مجلات بین المللی آهن و فولاد - مجله: Journal of Iron and Steel Research, International Volume 22, Issue 4, Pages 279-370 (December 2015)	۳۱
ترجمه‌ی دو چکیده مقاله از مجله: - مجله: Journal of Iron and Steel Research, International Volume 22, Issue 4, Pages 279-370 (December 2015)	۳۲
معرفی کتاب	۳۳
سمینارهای بین المللی، سمینارهای داخلی	۳۵
دانستنی های فولاد (این شماره: ارزیابی تولید چدن مذاب جهان و ایران در سال ۲۰۱۴، مهندس محمد حسن جولازاده)	۳۶
آگهی استخدام	۴۰
برگزاری دوره های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران	۴۱
انتشارات آهن و فولاد	۴۷
فرم درخواست عضویت حقیقی و حقوقی در انجمن آهن و فولاد ایران	۴۹
فراخوان مقاله برای مجله بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران	۵۰
دستورالعمل تهیه مقالات به زبان انگلیسی جهت مجله بین المللی علمی - پژوهشی انجمن آهن و فولاد ایران	۵۱
راهنمای اشتراک فصلنامه پیام فولاد	۵۴
تعرفه آگهی در فصلنامه پیام فولاد	۵۵
دستورالعمل تهیه مقاله برای فصلنامه پیام فولاد	۵۶

سخن سردبیر

سر مقاله

نشریه پیام فولاد شماره پنجاه و هشت هم اکنون آماده شده و در اختیار شما می‌باشد.

در این شماره یک مقاله در رابطه با خواص مکانیکی و مشخصات میلگردهای تولید شده با استفاده از قراضه فولاد و هم چنین سنگ آهن آورده شده است. در این بحث مطالب جالبی در رابطه با تأثیر مواد اولیه بکار رفته در ساخت این محصول و خواص آن آمده است که در کاربرد آن باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین مقاله‌ای در مورد اتصال فولاد زنگ‌نزن آستینیتی و بررسی خواص آن آورده شده است. دیگر قسمت‌های این مجله اطلاعاتی را در صنایع فولاد ارائه می‌نماید، بخصوص مطالبی جهت ارزیابی تولید چدن مذاب در جهان در سال ۲۰۱۴ آمده است.

امیدوارم مطالب این شماره از مجله پیام فولاد مورد توجه شما همکاران گرامی قرار گیرد و همچنان درخواست ارسال مطالب مفید جهت ارائه به دوستان و همکاران شما در صنایع فولاد و دانشگاه‌ها را دارم.

دکتر حسین ادريس

مدیرمسئول و سردبیر فصلنامه پیام فولاد

تحقیق کفایت مشخصات میلگردهای بتن آرمه تولید شده از مواد اولیه

قراضه فولاد و سنگ آهن

ترجمه و تنظیم: مهندس محمد حسن جولازاده

عضو هیئت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

ABSTRACT

In this study; steel bar whose raw material is iron ore produced by an integrated iron-steel plant in our country and steel bar, whose raw material is scraped steel, produced in electrical arc furnace are compared with respect to tension and yield strength, elongation of rupture, rupture/yield strength an their adequacy were investigated. For this purpose; ribbed steel bars, having diameters of 12, 14, 16, 18, 20 mm, supplied from Kardemir Karabük iron-steel plant some of them produced from iron ore and the others produced from scraped steel in electrical arc furnace. As a result, tensile strength of rebar produced from iron ore is 15% higher than tensile strength of rebar produced from scraped steel. Because of rupture/yield strength values it will not be suitable to use rebar, produced from scraped steel, in the structure built in disaster area.

Keywords: Steel bar for concrete, scraped steel, tension strength, yield strength.

خلاصه

در این تحقیق کفایت و مشخصات مکانیکی مقاومت کششی، تسلیم، ازدیاد طول و نسبت مقاومت کششی به تسلیم میلگردهای بتن آرمه تولید شده از قراضه فولادی و سنگ آهن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. بدین منظور میلگردهای تولید شده از سنگ آهن در کارخانه شرکت فولادسازی کاردمیر و محصولات مشابه تولید شده از قراضه فولاد با قطرهای ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ میلیمتر مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج آن‌ها مقایسه و ارزیابی شده است. نمونه‌های تهیه شده، مورد آزمایش‌های کششی و آنالیز شیمیایی اسپکترومتری قرار گرفته است. نتایج نشانگر آن است که مقاومت کششی میلگردهای تولید شده از سنگ آهن نسبت به محصولات تولید شده از قراضه فولادی، ۱۵ درصد بیشتر است. بر مبنای این تحقیق، با توجه به نسبت مقاومت کششی به تسلیم، استفاده از میلگردهای تولید شده از مواد اولیه قراضه فولاد در ساختمان سازی مناطق زلزله‌خیز مناسب نمی باشد.

کلمات کلیدی: میلگرد فولاد بتن، قراضه فولاد، مقاومت کششی و مقاومت تسلیم

۱- مقدمه

با توجه به زلزله‌هایی که در سال‌های اخیر در کشور ترکیه رخ داده، توجه به کیفیت مصالح ساختمانی اهمیت بیشتری یافته است بگونه‌ای که اهمیت کیفیت بتن در ساختمان‌های بتن آرمه با توجه به تجربیات تلخ حاصل شده در زلزله‌های اخیر، به یکی از موضوعات روز تبدیل شده است، البته باید یادآور شد که بحث و مطالعه بر روی کیفیت فولاد که در مقاومت ساختمان باندازه بتن دارای اهمیت می‌باشد، به میزان لازم صورت نگرفته است. در دستورالعمل تهیه شده، در زمینه اجزای سیستم‌های حامل بتن آرمه، ازدیاد طول فولاد استفاده شده در آن حداقل ۱۰ درصد پیش بینی شده است.

بتن آرمه یک ترکیب کامپوزیتی سازگار فولاد و بتن است. با توجه به ترکیب بتن آرمه در سازه‌های بتنی تحت تنش‌های فشاری ایجاد شده توسط بتن و تنش‌های کششی ایجاد شده توسط فولاد مقابله می‌شود. فولاد مستقر در بتن ضمن تحمل تنش‌های کششی، چقرمگی لازم را نیز تأمین می‌کند. با این مشخصات تحت بارهای بالاتر از طرح و یا بارهای ناشی از زلزله که بطور ناگهانی وارد می‌شود، جلوی فروپاشی سازه‌ها را می‌گیرد. در حین بارگذاری‌ها قبل از فروپاشی ساختمان‌ها، فولاد به سازه تحت بار، قابلیت دفرمسیون بزرگی را می‌بخشد.

از طرف دیگر در استاندارد تأکید شده که میانگین مقاومت مکانیکی تسلیم فولاد آزمایش شده، نایستی بیش از $1/3$ برابر مقاومت تسلیم تعیین شده در استاندارد باشد. بطور مثال برای فولاد S420a این نرخ $420 \times 1.3 = 546 \text{ MPa}$ می‌باشد. در استاندارد AIS 318 آمریکایی نیز تأکید شده است که میانگین مقاومت تسلیم نمونه آزمایش شده از نرخ مقاومت تسلیم استاندارد نباید از 120MPa بیشتر باشد. در این حالت مقاومت تسلیم آزمایش شده نباید از $420 + 120 = 540 \text{ MPa}$ بیشتر باشد. باز در همان دستورالعمل اشاره شده که در نتایج حاصل از آزمایش‌ها، نسبت مقاومت کششی بر مقاومت تسلیم بایستی بیش از $1/25$ باشد. نیمه محصولات و محصولات نهایی فولادی تولید شده در گذشته و در حال حاضر مصالح اصلی سازه‌های ساختمانی را تشکیل می‌دهند. افزایش مقدار، کیفیت و تنوع جنس فولاد منجر به توسعه رشته‌های مختلف صنایع گردیده است. به موازات این موضوع، فن آوری تولید آهن و فولاد نیز پیشرفت و توسعه یافته است. امروزه فولاد بر اساس پایه سنگ آهن و قراضه فولاد تولید می‌شود. تولید فولاد از سنگ آهن شامل مراحل تولید چدن مذاب در کوره بلند و تبدیل آن در کنورتور اکسیژنی به فولاد مذاب و سپس با متالورژی ثانویه بدست آوردن ترکیب شیمیایی مورد نظر می‌باشد. تولید فولاد از قراضه فولاد شامل مراحل کوره قوس الکتریکی، متالورژی ثانویه می‌باشد. فولاد مذابی که بدست می‌آید در ماشین ریخته‌گری مداوم در یک مرحله بصورت شمش در می‌آید، سپس جهت بدست آوردن محصول نهایی شمش در کارگاه نورد تبدیل به محصول نهایی می‌شود. با در نظر گرفتن اهمیت محصولات نهایی فولاد بتن آرمه در سازه‌ها، مواد خام بکار رفته در تولید این نوع فولادها از اهمیت بالایی برخوردار است. در این تحقیقات در کشور ترکیه، نمونه‌های فولاد بتن آرمه تهیه شده در کارخانه‌های مکمل بر اساس پایه سنگ آهن و نمونه‌های فولاد بتن آرمه تهیه شده در کوره‌های قوس الکتریکی بر اساس پایه قراضه فولاد از نظر کفایت مقاومت کششی، مقاومت تسلیم، ازدیاد طول و نسبت مقاومت کششی به تسلیم مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

۲- مروری بر مراجع

جهت تولید فولادی که در مستحکم سازی بتن بکار می‌رود،

هر چند روش‌های مختلف وجود دارد، بیشتر از همه از فرآیند فولادسازی کنورتور اکسیژنی و کوره‌های قوس الکتریکی استفاده می‌شود. در هر دو روش ترکیب خواسته شده ثبت گردیده و عناصر مهم در ترکیب شیمیایی فولاد تنظیم می‌شود. با فرآیند فولادسازی کنورتور اکسیژنی بیش از ۷۲ درصد فولاد خام جهان تولید می‌شود. تأثیر مؤثر کوره بلند در تولید چدن مذاب ناشی از توسعه طراحی، تولید بدون وقفه، کاهش مصرف ویژه کک در اثر استفاده از گاز طبیعی، مازوت و تزریق پودر ذغال‌های غیر کک شو، به کارگیری ترکیبی از مواد آهن‌دار نظیر پلت و زیتنر می‌باشد. معایب فرآیند یاد شده، وابستگی به ذغال کک شو، جهت تولید اقتصادی الزام به ظرفیت تولید بالای ۲ الی ۳ میلیون تن در سال، غنی سازی مواد، احداث واحدهای زینترسازی و کک سازی و سرمایه‌گذاری بالا می‌باشد. تولید فولاد در کوره‌های قوس الکتریکی بر اساس پایه قراضه فولاد، ۷۲ درصد فولاد ترکیه را تشکیل می‌دهد. در جدول ۱ میزان تولید فولاد خام ترکیه طی سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۰۱ در واحدهای مکمل و کوره‌های قوس الکتریکی نشان داده شده است. شایان ذکر است که در سال ۲۰۱۴ در ترکیه بالغ بر ۳۴ میلیون تن فولاد خام تولید شده که سهم فرآیندهای فولادسازی کوره‌های قوس الکتریکی و کنورتور اکسیژنی به ترتیب $69/8\%$ ، $30/2\%$ درصد بوده است. درحالی‌که این نرخ‌ها در سال ۲۰۱۳ به ترتیب $71/3\%$ و $28/7\%$ درصد به ثبت رسیده است. در ترکیه شرکت‌های فولاد کاردمیر و ایسدیمیر با استفاده از فرآیند فولادسازی کنورتور اکسیژنی، بیلت، بلم و محصولات طولی نورد گرم تولید می‌کنند.

جدول ۱. میزان تولید فولاد خام ترکیه طی سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۰۱ در واحدهای مکمل و کوره قوس الکتریکی

فرایند تولید	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
کنورتور اکسیژنی	33.3	37.7	37.5	36.4	35.9	36.5	35.2
کوره قوس الکتریکی	66.7	62.3	62.5	63.6	64.1	63.5	64.8

در استاندارد فولاد ترکیه، محدوده مشخصات مقاومتی میلگرد بتن آرمه TS 708، بدون در نظر گرفتن فرآیند تولید ارائه شده است. در جدول ۲ مشخصات مکانیکی میلگردهای فولادی بتن نشان داده شده است. بدلیل مرتبط بودن مشخصات مکانیکی با ترکیب شیمیایی با افزودن عناصر آلیاژی، مشخصات مکانیکی خواسته شده

قابل دست‌یابی است. مشخصات مکانیکی فولاد بتن تولید شده با فرآیندهای مرسوم با تنظیم ترکیب شیمیایی و یا با دفرماسیون سرد بعد از عملیات نورد گرم بدست می‌آید. در جدول ۳، آنالیز شیمیایی بوته فولادهای S220a, S420a و S500a بر اساس استاندارد TS 708 مشاهده می‌گردد. روش دیگر بالا بردن مقاومت تسلیم فولاد بتن، دفرماسیون سرد بعد از عملیات نورد گرم است. این روش امکان تولید فولادهای با مقاومت بالا و جوش پذیر را ممکن می‌سازد. ولی چون دفرماسیون سرد، یک مرحله اضافی تولید است قیمت تمام شده فولاد را بخصوص در واحدهای با ظرفیت تولید کم افزایش می‌دهد. در محاسبات سازه بر اساس استاندارد فولادهای بتن TS 500، معادل کربن فولادها نباید بیشتر از ۰/۴ درصد باشد. فولادهایی که از قراضه تولید می‌شوند در درون بتن از نظر پایداری ضعیف بوده و در صورت استفاده در تیرهای اتصالی در برابر تنش‌های برشی چقرمگی پائین داشته و شکست ترد بوجود می‌آید.

جدول ۲. مشخصات مکانیکی میلگردهای فولادی بتن

نوع فولاد	مقاومت تسلیم N/mm ²	مقاومت کشی N/mm ²	% ازدیاد طول L ₀ =10.d
S220a	Min 220	Min 340	2d
S420a	Min 420	Min 500	5d
S500a	Min 500	Min 550	10d

جدول ۳. آنالیز بوته فولادهای S220a, S420a و S500a بر اساس استاندارد TS 708

مارک فولاد	در صدوزنی (حد اکثر)				
	C	P	S	N	C*
S220a	0.25	0.050	0.050	-	-
S420a	0.40	0.050	0.050	-	-
S500a	0.22	0.050	0.050	0.012	0.50

*C معادل = C+(Mn/6)+((Cr+Mo+V)/5)+(Ni+Cu)/15

۳ - مواد و روش تحقیق

فولادهایی که در این تحقیقات مورد استفاده قرار گرفته شامل میلگردهای آجدار تولید شده در کارخانه فولادسازی مکمل کاردمیر و میلگردهای آجدار تولید شده در واحدهای کوره قوس الکتریکی کشور ترکیه می‌باشد. آزمایشات بر روی میلگردهای آجدار مارک فولاد کلاس S420a با قطرهای ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ میلیمتر انجام گرفته است.

۳-۱- آنالیز ترکیب شیمیایی (آنالیز اسپکترال)

نمونه‌های آنالیز شیمیایی اسپکترال از میلگردهای نمونه کششی تهیه شده است. بدین منظور با بریدن میلگردها به طول ۱۰۰ میلیمتر نمونه‌های آنالیز شیمیایی بدست آمده است. سطوح نمونه‌های بریده شده با استفاده از ماشین تراش صاف گردیده است. سپس نمونه‌های تهیه شده در درون بوته تجهیزات اسپکترومتر قرار داده شده و با عبور دادن جریان با ولتاژ بالا، عناصر آلیاژی و درصد آن‌ها ثبت شده است. آزمایش‌های آنالیز شیمیایی بر اساس استاندارد TS 2162 "شرایط فنی محصولات نورد گرم ساختمانی بدون آلیاژ" صورت پذیرفته است.

۳-۲- آزمایش‌های مقاومت کششی میلگردهای فولادی

به منظور اندازه‌گیری مقاومت تسلیم، کششی، پارگی و ازدیاد طول میلگردهای فولادی بر اساس شرایط استاندارد TS 138 EN 10002، تست کششی تحت شرایط دمای عادی، صورت گرفته است. جهت گرفتن نمونه توسط فک‌های دستگاه کشش در حین انجام تست کشش به طول نمونه‌ها آزمایشی (Lu)، باندازه فاصله بین فک‌ها (2×7cm) افزوده شده است (Lo=10d). محاسبات صورت گرفته بر اساس فرمول‌ها ارائه شده در ذیل می‌باشد.

در محاسبات مقاومت تسلیم میله گرد های فولادی (R_e)

$$R_e = \frac{P_e}{f_0} \quad \text{فرمول}$$

در محاسبات مقاومت کششی (R_m)

$$R_m = \frac{P_L}{f} \quad \text{فرمول}$$

در محاسبات ازدیاد طول

$$A_L = \left[\frac{(L_{lu} - L_0)}{L_0} \right] \cdot 100 \quad \text{فرمول}$$

بکار رفته است

در فرمول‌ها

R_e = مقاومت تسلیم (MPa)

R_m = مقاومت کششی (MPa)

A_L = ازدیاد طول (%)

P_L = نیروی تسلیم (N)

P_e = نیروی پارگی (N)

f = مساحت اولیه مقطع نمونه (mm²)

L₀ = فاصله طولی بین دو نقطه علامت

L_{lu} = فاصله طولی بین دو نقطه علامت (mm) گذاری شده قبل از آزمایش (mm) گذاری شده بعد از پاره شدن

۳-۳- روش‌های آماری

داده‌های بدست آمده از نتایج آزمایش‌ها از نظر آماری مورد بررسی قرار گرفته و وجود و یا عدم وجود تفاوت بین میانگین

جدول ۵. آمارهای مربوط به آزمایش‌های مقاومت کششی

نوع فولاد تولیدی	میانگین مقاومت کششی			خطای استاندارد	حد اقل	حد اکثر
	قطر میله گرد (mm)	N	(MPa)			
سنگ آهن	12	3	730.3	12	715	754
	14	3	723.6	2.33	719	726
	16	3	719.3	3.28	713	724
	18	3	680.3	3.53	675	687
	20	3	731.3	7.88	722	747
	جمع	15	716.96	5.67	675	754
فریبه	12	3	613.6	2.6	609	618
	14	3	668.3	1.33	667	671
	16	3	599.3	1.33	598	602
	18	3	624.3	0.33	624	625
	20	3	613.0	4.04	605	618
	جمع	15	623.73	6.39	598	671

جدول ۶. آمارهای مربوط به آزمایش‌های مقاومت تسلیم

نوع فولاد تولیدی	میانگین مقاومت تسلیم			خطای استاندارد	حد اقل	حد اکثر
	قطر میله گرد (mm)	N	(MPa)			
سنگ آهن	12	3	478.0	4.36	471	486
	14	3	460.6	2.60	456	465
	16	3	454.0	1.15	452	456
	18	3	436.0	2.31	432	440
	20	3	446.6	7.75	437	462
	جمع	15	455.07	4.10	432	486
فریبه	12	3	516.6	3.93	509	522
	14	3	528.6	1.76	526	532
	16	3	466.3	1.45	464	469
	18	3	509.6	0.67	509	511
	20	3	499.3	4.41	491	506
	جمع	15	504.13	5.76	464	532

جدول ۷. آمارهای مربوط به آزمایش‌های ازدیاد طول

نوع فولاد تولیدی	میانگین ازدیاد طول			خطای استاندارد	حد اقل	حد اکثر
	قطر میله گرد (mm)	N	(mm)			
سنگ آهن	12	3	19.3	0.33	19	20
	14	3	19.3	0.33	19	20
	16	3	19.3	0.33	19	20
	18	3	18.6	0.33	18	19
	20	3	18.3	0.33	18	19
	جمع	15	19.00	0.17	18	20
فریبه	12	3	17.6	0.33	17	18
	14	3	18.0	0.58	17	19
	16	3	17.3	0.33	17	18
	18	3	18.0	0.58	17	19
	20	3	17.6	0.67	17	19
	جمع	15	17.73	0.18	17	20

جهت ثبت تفاوت نرخ‌های آزمایش‌های مقاومت کششی، تسلیم و ازدیاد طول نمونه‌های تهیه شده از مواد اولیه قراضه فولادی و سنگ آهن، آنالیز واریانس صورت گرفته است که نتایج آن‌ها در جداول ۸، ۹ و ۱۰ مشاهده می‌گردد. مطابق نتایج آنالیز واریانس کلیه میلگردها با قطرهای مختلف، نرخ‌های مقاومت کششی مربوط به نمونه‌های تولید شده از مواد اولیه قراضه فولادی و سنگ آهن بسته به فرآیند تولید در سطح معنی دار $\alpha=0.01$ تفاوت از خود نشان داده است. بعبارت دیگر مقاومت کششی نمونه‌ها بسته به فرآیند تولید فولاد متفاوت می‌باشد. در رابطه با نتایج آنالیز واریانس نرخ‌های مقاومت تسلیم بسته به فرآیند تولید فولاد نمونه‌ها در سطح معنی دار $\alpha=0.01$ از یکدیگر متفاوت تشخیص داده شده است.

گروه‌ها بر اساس تکنیک آنالیز واریانس مشخص گردیده است. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که آنالیز واریانس بین گروه‌ها متفاوت است. امکان خطا (سطح معنی دار) حداکثر $\alpha=0.01$ (خطای تیپ ۱) مورد تأیید قرار گرفته است. ضمناً جهت مشاهده نرخ میانگین گروه‌ها، گراف‌های میله‌ای تهیه شده است.

۴- یافته‌ها و بحث

۴-۱ آنالیز شیمیایی اسپکترال

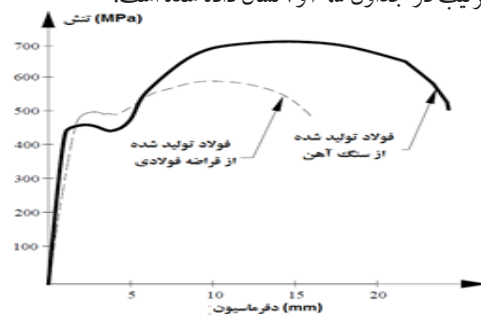
جهت آنالیز شیمیایی اسپکتروالی نمونه‌های کششی، حداکثر عناصر موجود در نمونه بدست آمده است. نتایج آنالیز شیمیایی اسپکتروالی نمونه‌ها در جدول ۴ به نمایش در آمده است. در آنالیزهای شیمیایی اسپکتروالی انجام شده مشخص شده است که درصد عناصر Cu, Ni و Cr در نمونه‌های تهیه شده از قراضه‌های فولادی نسبت به نمونه‌های تهیه شده از سنگ آهن بیشتر بوده است. در حالیکه درصد عنصر Mn کمتر بدست آمده است. ضمناً معادل کربن نمونه‌های تهیه شده از قراضه‌های فولادی و سنگ آهن به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۴۵ درصد محاسبه شده است. از نظر قابلیت جوشکاری هر دو محصول خارج از استاندارد TS 500 بوده‌اند.

جدول ۴. نتایج آنالیز اسپکتروالی نمونه‌ها

نوع مواد خام	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Co	Cu	Nb	V	Fe
فریبه	0.24	0.19	0.81	0.02	0.05	0.15	0.04	0.13	0.02	0.03	0.21	<0.002	<0.001	>98.06
سنگ آهن	0.25	0.19	1.07	0.03	0.04	0.03	0.03	0.08	0.02	0.04	0.07	<0.002	<0.001	>98.10

۴-۲ مقاومت کششی

نمونه‌های میلگرد فولادی تهیه شده از مواد اولیه قراضه فولادی و سنگ آهن با قطرهای ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ میلیمتر مورد آزمایش کشش قرار گرفته و نرخ‌های مقاومت کششی، تسلیم و ازدیاد طول آن‌ها استخراج شده است. در شکل ۱ گراف تنش-کرنش نمونه‌های به قطر ۲۰ میلیمتری مشاهده می‌شود. آمارهای مربوط به آزمایش‌های مقاومت کششی، مقاومت تسلیم و ازدیاد طول نمونه‌ها به ترتیب در جداول ۵، ۶ و ۷ نشان داده شده است.



شکل ۱. گراف تنش-کرنش نمونه‌های به قطر ۲۰ میلیمتری

جدول ۸. نتایج آنالیز واریانس نرخ های مقاومت کششی

قطر میلگرد (mm)	منبع واریانس	درجه آزادی	حاصل جمع مربع ها	میانگین مربع ها	F تست	سطح مفهوم (a)
12	بین گروهی	1	20416,667	20416,667	90,206	0,001
	درون گروهی	4	05,333	226,333		
	جمع	5	21322,000			
14	بین گروهی	1	4592,667	4592,667	423,938	0,000
	درون گروهی	4	43,333	10,833		
	جمع	5	4636,000			
16	بین گروهی	1	4592,667	4592,667	423,938	0,000
	درون گروهی	4	43,333	10,833		
	جمع	5	4636,000			
18	بین گروهی	1	4704,000	4704,000	249,770	0,000
	درون گروهی	4	75,333	18,833		
	جمع	5	4779,333			
20	بین گروهی	1	21004,167	21004,167	178,506	0,000
	درون گروهی	4	470,667	117,667		
	جمع	5	21474,833			

جدول ۹. نتایج آنالیز واریانس نرخ های مقاومت تسلیم

قطر میلگرد (mm)	منبع واریانس	درجه آزادی	حاصل جمع مربع ها	میانگین مربع ها	F تست	سطح مفهوم (a)
12	بین گروهی	1	2242,667	2242,667	43,406	0,003
	درون گروهی	4	206,667	51,667		
	جمع	5	2449,333			
14	بین گروهی	1	6936,000	6936,000	467,596	0,000
	درون گروهی	4	59,333	14,833		
	جمع	5	6995,333			
16	بین گروهی	1	228,167	228,167	44,161	0,003
	درون گروهی	4	20,667	5,167		
	جمع	5	248,833			
18	بین گروهی	1	8140,167	8140,167	939,250	0,000
	درون گروهی	4	34,667	8,667		
	جمع	5	8174,833			
20	بین گروهی	1	4160,667	4160,667	34,866	0,004
	درون گروهی	4	477,333	119,333		
	جمع	5	4638,000			

جدول ۱۰. نتایج آنالیز واریانس نرخ های ازدیاد طول

قطر میلگرد (mm)	منبع واریانس	درجه آزادی	حاصل جمع مربع ها	میانگین مربع ها	F تست	سطح مفهوم (a)
12	بین گروهی	1	4,167	4,167	12,500	0,024
	درون گروهی	4	1,333	0,333		
	جمع	5	5,500			
14	بین گروهی	1	2,667	2,667	4,000	0,116
	درون گروهی	4	2,667	0,667		
	جمع	5	5,333			
16	بین گروهی	1	6,000	6,000	18,000	0,013
	درون گروهی	4	1,333	0,333		
	جمع	5	7,333			
18	بین گروهی	1	0,667	0,667	1,000	0,374
	درون گروهی	4	2,667	0,667		
	جمع	5	3,333			
20	بین گروهی	1	0,667	0,667	0,800	0,422
	درون گروهی	4	3,333	0,833		
	جمع	5	4,000			

مطابق دستورالعمل استاندارد، در میلگردهایی که در مناطق زلزله خیز مورد استفاده قرار می‌گیرند، نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم نباید از ۱/۲۵ کمتر باشد. جهت کنترل مناسب بودن میلگردهای ساخته شده از قراضه فولادی و سنگ آهن نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم آن‌ها محاسبه شده است. در جدول ۱۳ آمارهای تهیه شده در این رابطه ارائه شده است.

جدول ۱۳. آمارهای مرتبط به نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم میلگردها

نوع مواد خام	N	میانگین ریاضی	خطای استاندارد	حد اقل	حد اکثر
سنگ آهن	15	1,576	0,010	1,51	1,65
قراضه فولادی	15	1,238	0,009	1,18	1,29
جمع	30	1,407	0,032	1,18	1,65

مطابق نتایج آنالیز واریانس انجام شده بر نرخ‌های نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم نمونه‌های مربوط به فولادهای تهیه شده از قراضه و سنگ آهن در بین میانگین گروه‌ها در سطح مفهومی $\alpha=0.01$ ، تفاوت مشاهده شده است (جدول ۱۴). ضمناً نرخ‌های میانگین نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم نمونه‌ها در شکل ۵ به نمایش در آمده است.

جدول ۱۴. آنالیز واریانس نرخ‌های مرتبط به نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم میلگردها

منبع واریانس	درجه آزادی	حاصل جمع مربع ها	میانگین مربع ها	F تست	سطح مفهوم (α)
بین گروه ها	1	0,8580	0,8580	622,909	0,000
درون گروهی	28	0,0385	0,001378		
جمع	29	0,8970			

نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم میلگردهای تهیه شده از مواد اولیه قراضه فولادی کمتر از نرم تعیین شده (۱/۲۵)، برای مناطق زلزله خیز بوده و برای ساختمان سازی در مناطق زلزله خیز مناسب نمی‌باشد، درحالیکه نرخ‌های نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم میلگردهای تهیه شده از مواد اولیه سنگ آهن از نرخ‌های نرم دستورالعمل بالاتر بوده و برای ساختمان سازی در مناطق زلزله خیز مناسب می‌باشد.

با توجه به نتایج آنالیز واریانس نرخ‌های ازدیاد طول نمونه‌های با قطر ۱۲ و ۱۶ میلیمتری بسته به فرآیند تولید فولاد در سطح مفهومی $\alpha=0.01$ از یکدیگر متفاوت هستند در حالیکه در قطرهای دیگر تفاوت سطح مفهومی $\alpha=0.01$ وجود ندارد. ضمناً بدون در نظر گرفتن تفاوت قطر میلگردهای فولادی جهت مشاهده تفاوت مقاومت کششی، تسلیم و ازدیاد طول نمونه‌های تهیه شده از سنگ آهن و قراضه فولادی، آنالیز واریانس صورت گرفته است. شرح آمارهای مربوط به نمونه‌های آزمایش شده در جدول ۱۱ و نتایج آنالیز واریانس نیز در جدول ۱۲ دیده می‌شود. با توجه به نتایج آنالیز واریانس نرخ‌های مقاومت کششی، تسلیم و ازدیاد طول میلگردهای فولاد بتن بسته به فرآیند تولید در سطح مفهوم متفاوت هستند. با در نظر گرفتن نتایج حاصل از تست کششی نمونه‌های تهیه شده با سنگ آهن، میزان مقاومت کششی بطور متوسط ۷۱۷ مگا پاسکال بوده که نسبت به نمونه‌های تهیه شده با قراضه فولادی ۱۵ درصد بیشتر می‌باشد. در شکل ۲ نرخ‌های مقاومت کششی نمونه‌ها نشان داده شده است. میانگین مقاومت تسلیم نمونه‌های تولید شده از سنگ آهن، ۴۵۵ مگاپاسکال بوده است و نسبت به نمونه‌های تولید شده از قراضه فولادی ۱۵ درصد پایین تر بوده است. نرخ‌های مقاومت تسلیم میلگردهای فولاد بتن در شکل ۳ مشاهده می‌گردد. نرخ‌های میانگین ازدیاد طول نمونه‌های تولید شده از سنگ آهن به نسبت به نمونه‌های تولید شده از قراضه فولادی ۷ درصد بیشتر اندازه گیری شده است. نرخ‌های میانگین ازدیاد طول میلگردهای فولادی در شکل ۴ آورده شده است.

جدول ۱۱. شرح مشخصات مکانیکی نمونه‌های آزمایش شده

نوع آزمایش	نوع مواد خام	N	میانگین ریاضی	خطای استاندارد	حد اقل	حد اکثر
مقاومت کششی	سنگ آهن	15	455.07	4.10	432	486
	قراضه فولاد	15	504.13	5.76	464	532
	جمع	30	479.60	5.73	432	532
مقاومت تسلیم	سنگ آهن	15	717.00	5.67	675	754
	قراضه فولاد	15	623.73	6.39	598	671
	جمع	30	670.37	9.62	598	754
ازدیاد طول	سنگ آهن	15	19.00	0.17	18	20
	قراضه فولاد	15	17.73	0.21	17	19
	جمع	30	18.37	0.18	17	20

جدول ۱۲. نتایج آنالیز واریانس مشخصات مکانیکی نمونه‌های آزمایش شده

نوع آزمایش	منبع واریانس	درجه آزادی	حاصل جمع مربع ها	میانگین مربع ها	F تست	سطح مفهوم (α)
مقاومت کششی	بین گروهی	1	18056.533	18056.533	48,148	0,000
	درون گروهی	28	10500.667	375.024		
	جمع	29	28557.200			
مقاومت تسلیم	بین گروهی	1	65240.033	65240.033	119,339	0,000
	درون گروهی	28	15306.933	546.676		
	جمع	29	80546.967			
ازدیاد طول	بین گروهی	1	12.033	12.033	22,562	0,000
	درون گروهی	28	14.933	0,533		
	جمع	29	26.967			

میلگرد آجدار با قطرهای ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ میلیمتر تهیه شده از قراضه فولاد و سنگ آهن:

• درصد عناصر آلیاژی Cu, Ni و Cr نمونه های میلگرد تهیه شده از قراضه فولاد نسبت به نمونه های میلگرد تهیه شده از سنگ آهن به ترتیب ۸۰، ۳۸ و ۶۶ درصد بیشتر بوده است. در حالیکه در صد عنصر Mn نمونه های تهیه شده از مواد اولیه قراضه فولادی ۲۴ درصد کمتر از نمونه های تهیه شده از مواد اولیه سنگ آهن بوده است.

• از لحاظ کربن معادل نرخ های نمونه های تهیه شده از قراضه فولادی و سنگ آهن به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۴۵ درصد است که هر دو مطابق استاندارد TS 500 خارج از نرم می باشد.

• مقاومت کششی نمونه های میلگرد تهیه شده از قراضه فولادی در کوره های قوس الکتریکی نسبت به مقاومت کششی نمونه های تهیه شده از سنگ آهن به روش کوره بلند و کنورتور ۱۵ درصد کمتر بوده است.

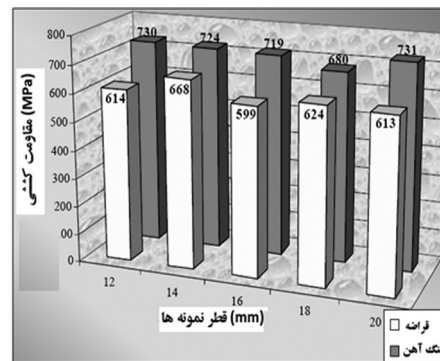
• مقاومت تسلیم نمونه های میلگرد تهیه شده از قراضه فولادی نسبت به نمونه های تهیه شده از سنگ آهن ۷ درصد کمتر بوده است.

• نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم میلگردهای تهیه شده از قراضه فولادی و سنگ آهن به ترتیب ۱/۲۳ و ۱/۵۷ مشاهده شده است.

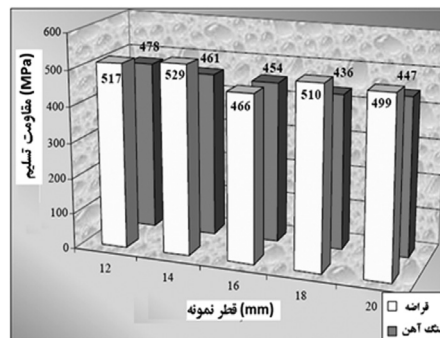
• از نظر نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم، نمونه های میلگرد تهیه شده از قراضه فولادی زیر نرخ های تعیین شده در دستورالعمل کاربرد فولادهای بتن در ناحیه زلزله خیز بوده لذا استفاده از این نوع فولادها در ساختمان های مناطق زلزله خیز مناسب نمی باشد.

در نتیجه مقاومت کششی میلگردهای تهیه شده از سنگ آهن در مقایسه با میلگردهای تولید شده از قراضه فولادی بیشتر بوده است. عناصر Ni, Cu و Cr ضمن بالا بردن مقاومت کششی، چقرمگی فولاد را پایین می آورد. از این جهت در صد عناصر یاد شده نباید از محدوده تعیین شده بیشتر باشد.

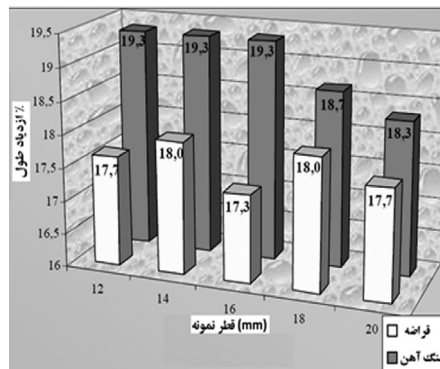
مطابق نتایج بدست آمده نمونه های تهیه شده از قراضه فولادی در مقایسه با نمونه های تهیه شده از سنگ آهن چقرمگی کمتری نشان می دهد. علی رغم اینکه مقاومت کششی میلگردهای تولید شده از قراضه فولادی در محدوده نرخ های استاندارد TS708 (میلگردهای فولاد بتن) قرار گرفته ولی بدلیل پایین بودن چقرمگی بر اساس دستورالعمل زلزله برای کاربرد در نواحی زلزله خیز مناسب نمی باشد. ضمناً از لحاظ دوام اجزای بتن آرمه پتانسیل خوردگی که بر روی عمر کاری تأثیر بسزایی دارد، تحقیق بر روی پتانسیل خوردگی نمونه های میلگرد تهیه شده از قراضه فولادی و سنگ آهن مفید واقع خواهد شد.



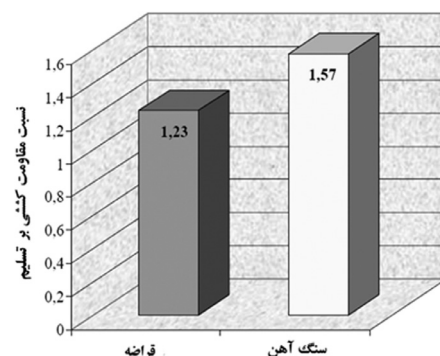
شکل ۲. نرخ های مقاومت کششی میلگردهای فولادی



شکل ۳. نرخ های مقاومت تسلیم میلگردهای فولاد بتن



شکل ۴. نرخ های میانگین درصد ازدیاد طول میلگردهای آجدار فولادی



شکل ۵. نرخ های میانگین نسبت مقاومت کششی به مقاومت تسلیم نمونه ها

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون های آنالیز شیمیایی اسپکترال، مقاومت کششی، تسلیم و ازدیاد طول نمونه های

بررسی ریز ساختار و خواص مکانیکی فرایند اتصال فاز مایع گذرا (TLP) برای فولاد زنگ نزن آستنیتی AISI321

محمد علی میثاقی^۱، رضا بختیاری^۲

۱- گروه مهندسی مواد، دانشکده فنی و مهندسی، واحد علوم و تحقیقات کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.

۲- استادیار، گروه مهندسی مواد، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

چکیده:

۱- مقدمه

با توجه به اینکه بیشتر قطعات صنعتی به صورت سازه‌های ترکیبی با اتصالات مختلف می‌باشند، به دست آوردن یک اتصال با خواص مکانیکی و فیزیکی مناسب بدون هیچ گونه عیبی، امری ضروری در صنعت می‌باشد. انواع مختلف فرایندهای اتصال و جوشکاری وجود دارد که هر یک کاربرد خاص خود و مزایا و معایب مربوط به خود را دارا می‌باشد. به کارگیری بهترین و جدیدترین روش اتصال یک موفقیت اساسی در تولید قطعات می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی اتصال فولاد زنگ نزن آستنیتی AISI 321^۱ از طریق اتصال فاز مایع گذرا (TLP)^۲ با لایه واسط با نام تجاری MBF-30 انجام گرفت. فرایند اتصال با فاز مایع گذرا (TLP) یکی از روش‌های اتصال با کارایی بالا و منحصر به فرد می‌باشد که می‌تواند در مواردی که اتصال و جوشکاری با روش‌های دیگر امکان پذیر نبوده و یا مشکلات خاص خود را دارا می‌باشد، به کار گرفته شود. این مشکلات ممکن است عیوب بوجود آمده پس از فرایند جوشکاری ذوبی مانند ترک‌های گرم، پیچیدگی قطعه، وجود تنش‌های پسماند، ایجاد فازهای ناخواسته، کاهش خواص مکانیکی و غیره باشد. یکی از کاربردهای فولاد AISI 321 در ساخت برخی از قطعات توربین‌های نیروگاهی می‌باشد که در همین رابطه نیاز به اتصال متجانس این فولاد می‌باشد. در حال حاضر اتصال این فولاد در توربین‌ها و در قسمت مربوطه با روش لحیم کاری گرم انجام می‌شود که استحکام خیلی بالایی ندارد، تغییر دادن اتصال این فولاد با برخی روش‌های جوشکاری، با مشکلات خاص خود همراه بوده است (مانند جوش لیزر که عمق نفوذ مناسب را نداشته است)، بنابراین سعی گردید که اتصال این قطعات با روش TLP انجام شود.

با توجه به نیاز صنعت به فرایند اتصال مناسب در رابطه با قطعات ساخته شده از فولاد زنگ نزن آستنیتی AISI 321 که در تجهیزات نیروگاهی نظیر توربینها کاربرد دارند، در این پژوهش، اتصال متجانس این فولاد از طریق فرایند اتصال فاز مایع گذرا (TLP) با لایه واسط با نام تجاری MBF-30 مورد بررسی قرار گرفت. فرایند اتصال در دماهای ۱۰۵۰، ۱۱۰۰، ۱۱۵۰ و ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت زمان ۳۰ الی ۱۲۰ دقیقه در یک کوره خلأ انجام پذیرفت. نمونه‌های اتصال داده شده با استفاده از میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد بررسی ریز ساختاری قرار گرفتند. آنالیز عنصری ترکیبات مشاهده شده در اتصالات نیز با استفاده از سیستم EDS میکروسکوپ SEM صورت گرفت. جهت بررسی نحوه توزیع عناصر در عرض اتصال، آنالیز خطی مورد استفاده قرار گرفت. جهت بررسی خواص مکانیکی اتصال، نمونه‌های اتصال یافته تحت آزمون‌های استحکام برشی و ریز سختی سنجی قرار گرفتند. حداقل زمان لازم برای تکمیل انجماد همدمای در دماهای ۱۰۵۰، ۱۱۰۰ و ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۷۵، ۴۵ و ۳۰ دقیقه بدست آمد. در حالت انجماد همدمای ناقص، در مرکز اتصال و مناطق متأثر از نفوذ، ترکیبات Ni-B, Ni-Si, Cr-B, Fe-B مشاهده گردید. با افزایش دما و زمان اتصال، ساختار اتصال همگن‌تر، سختی کمتر در مناطق مختلف اتصال و استحکام برشی اتصال بیشتر بدست آمد. البته در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، که بالاتر از دمای بحرانی اتصال می‌باشد، با توجه به ذوب جزئی فلز پایه، استحکام برشی اتصال کاهش یافت. در اتصالات انجام شده در دمای ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۶۰ دقیقه و همچنین ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۲۰ دقیقه، بیشترین استحکام برشی به ترتیب معادل ۹۹ و ۹۸ در صد استحکام برشی فلز پایه حاصل گردید. واژه‌های کلیدی: فرایند اتصال TLP، فولاد AISI 321، لایه واسط MBF-30، خواص مکانیکی، بررسی ریز ساختاری

ma.misaghi@yahoo.com

^۱American Iron and Steel Institute

^۲Transient Liquid Phase (TLP) bonding

در فرایند TLP، یک لایه واسط با نقطه ذوب پایین تر از اجزای متصل شونده در بین دو قطعه قرار می‌گیرد. لایه واسط بطور معمول، آلیاژی یوتکتوئید از فلز پایه است که دارای عناصر کاهنده نقطه ذوب مانند Si، B و P است. پس از قرار دادن لایه واسط در بین دو قطعه‌ای که باید به هم متصل شوند مجموعه را تا دمای اتصال که معمولاً کمی بالاتر از نقطه ذوب لایه واسط است در کوره خلأ یا اتمسفر محافظ آرگون حرارت می‌دهند. با رسیدن دمای کوره به دمای اتصال، لایه واسط ذوب می‌شود. با نگهداری قطعات در این دما، عناصر آلیاژی بین مذاب و فلز پایه نفوذ می‌کنند و موجب تغییر در ترکیب شیمیایی محل اتصال می‌شوند. با این تغییر در ترکیب شیمیایی دمای انجماد مذاب افزایش و مذاب به صورت هم دما (ایزوترم) منجمد می‌شود. اتصال ایجاد شده از نظر ترکیب شیمیایی و ریزساختار نزدیک به فلز پایه است. برای همگن شدن ساختار اتصال نیز، معمولاً قطعات متصل شده را به مدتی طولانی تر در دمای اتصال یا زمانی کوتاه‌تر در دماهای بالاتر نگهداری می‌کنند [۱].

در رابطه با اتصال فاز مایع گذرا فولاد ۳۲۱ مقالات زیادی موجود نمی‌باشد و در رابطه با اتصال متجانس این فولاد تحقیقاتی صورت نگرفته است. در این رابطه مزار اتابکی^۱ [۲]، در مقاله‌ای به بررسی اتصال فولاد ۳۲۱ به آلیاژ زیر کونیوم Zircaloy-4 با روش فاز مایع گذرا بوسیله یک لایه واسط پایه تیتانیوم پرداخته است که ارتباط زیادی با اتصال متجانس فولاد ۳۲۱ با لایه MBF-30 که موضوع پژوهش است، ندارد. در مقاله دیگری از مزار اتابکی [۳]، به بررسی اتصال فولاد ۳۲۱ به آلیاژ زیر کونیوم Zr-2.5Nb با روش فاز مایع گذرا بوسیله یک لایه واسط پایه تیتانیوم و دو لایه واسط پایه زیر کونیوم پرداخته است که کاربرد خاص خود را داشته و ارتباط زیادی با موضوع پژوهش ندارد. در مقاله دیگری در رابطه با اتصال فولاد ۳۲۱ با روش TLP، محمد آرفین^۲ [۴] در مقاله‌ای به بررسی اتصال فولاد ۳۲۱ از طریق اتصال فاز مایع گذرا با لایه واسط BNi-2 پرداخته است. این مقاله بیشتر جنبه مدلسازی داشته و ریز ساختاری در آن وجود ندارد. همچنین بر روی خواص مکانیکی اتصال کاری صورت نگرفته است.

۲- مواد و روش تحقیق

فلز پایه اتصال داده شده از فولاد زنگ نزن آستنیتی با کد

AISI321 می‌باشد. لایه واسط استفاده شده جهت اتصال، با نام تجاری MBF-30 (AWS BNi-3) می‌باشد. لایه واسط به ضخامت ۵۰ میکرون بوده است که به ابعاد ۱۰×۱۰ میلی متر بریده شد. آنالیز شیمیایی لایه واسط و فلز پایه مورد استفاده در جدول ۱ درج شده است. نمونه‌های فلز پایه جهت قرار گرفتن در کوره‌های آزمایشگاهی و قرار گرفتن در قالب‌ها و فیکسچرهای آزمایشگاهی به ابعاد ۱۰×۱۰×۵ میلی‌متر بریده شد. جهت دقت در برش و جلوگیری از حرارت دیدن بیش از حد نمونه‌ها، برش توسط دستگاه وایر کات و برش لیزر انجام گردید. نمونه‌ها پس از برش توسط سمباده‌های با شماره‌های مختلف (از شماره ۸۰ تا ۲۰۰۰) و خمیر الماسه، جهت صاف شدن سطح و برطرف شدن آلودگی‌ها پولیش گردید. جهت چربی زدایی و تمیزی سطح اتصال، نمونه‌ها در محلول استون شست و شو گردید.

لایه واسط در بین دو نمونه آماده شده قرار داده شد و جهت جلوگیری از حرکت نمونه‌ها و ثابت شدن قطعات، نمونه‌ها در داخل یک فیکسچر قرار داده شد. جهت اتصال دو قطعه فولاد زنگ نزن، از کوره تحت خلأ با خلأ 10^{-4} torr استفاده گردید. نمونه‌ها در زمان‌های مختلف و تحت دماهای تعیین شده در داخل کوره قرار داده شدند و پس از اتصال مورد بررسی قرار گرفتند. روند انجام آزمایش‌ها با دما و زمان‌های تعیین شده در جدول ۲ آورده شده است. نمونه‌های اتصال داده شده، ابتدا بریده و پس از صاف کردن و پولیش، توسط محلول‌های اچ ذکر شده در جدول (۳) اچ شده و جهت مشاهده ریز ساختار و چگونگی اتصال و انجماد همدمای انجام شده در زیر میکروسکوپ نوری با کیفیت و بزرگ نمایی مناسب، قرار داده شدند و تصویر برداری انجام شد. نمونه‌ها جهت بررسی بیشتر با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد مشاهده قرار گرفتند و آنالیز خطی و نقطه‌ای از محل‌های مختلف اتصال گرفته شد. میکروسکوپ مورد استفاده با مارک TESCAN و مدل VEGA می‌باشد. نمونه‌هایی که از جهت اتصال و تشکیل انجماد همدمای دارای شرایط مناسب بودند و همچنین نمونه‌هایی که دارای ابهامات بودند، جهت تعیین استحکام برشی مورد آزمون برش قرار گرفتند. جهت آزمون استحکام برشی از یک فیکسچر مخصوص که جهت این امر ساخته شده بود، استفاده گردید. نمونه‌ها در داخل محفظه میانی فیکسچر که دارای

¹M. Mazar Atabaki

²M.A. Arafin

نموده و ترکیبات یونکتیک در مرکز اتصال مشاهده می‌گردد. در این حالت انجماد، همدمای نبوده و در اثر کاهش دما رخ داده است. با اندازه‌گیری پهنای منطقه اتصال (۵۵ میکرومتر) و مقایسه آن با ضخامت اولیه لایه واسط (۵۰ میکرومتر)، مشخص می‌گردد که انحلال لایه میانی و فلز پایه اتفاق افتاده است و عرض لایه واسط پس از اتصال زیاد شده است ولی عناصر کاهنده نقطه ذوب زمان کافی برای نفوذ از لایه میانی به فلز پایه را نداشته‌اند. نیروی محرکه این مرحله عدم تعادل ترمودینامیکی فلز پایه و لایه واسط مذاب در دمای اتصال می‌باشد. انرژی اکتیواسیون مرحله انحلال بسیار کم است و در نتیجه این مرحله سریعاً به پایان می‌رسد. با توجه به عدم تعادل ترمودینامیکی ترکیب شیمیایی لایه واسط مذاب و فلز پایه جامد مجاور آن در دمای اتصال، فرایند انحلال فلز پایه در لایه واسط آغاز می‌شود. این فرایند تا هنگامی که ترکیب مذاب و جامد مجاور هم به ترکیب لیکوئیدوس و سالییدوس تعادلی خود در دمای اتصال برسند، ادامه دارد. فرایند انحلال موجب وسیع تر شدن منطقه مذاب و ایجاد یک آلیاژ با ترکیب شیمیایی جدید می‌شود. حین این فرایند و پس از آن عناصر کاهنده نقطه ذوب در لایه واسط (MPD)^۱ به درون فلز پایه نفوذ می‌کنند. با خروج عناصر کاهنده نقطه ذوب (بور و سیلیسیم) از لایه واسط و نفوذ آن‌ها به فلز پایه و کاهش مقدار آن‌ها در لایه واسط دمای لیکوئیدوس آلیاژ لایه واسط افزایش یافته تا اینکه دمای لیکوئیدوس به دمای اتصال می‌رسد. در این لحظه، انجماد همدمای آغاز می‌شود.

با توجه به نمودارهای فازی دوتایی عناصر آهن، نیکل، بور، کروم و سیلیسیم و مشاهده دمای یونکتیک این عناصر (سیستم دو تایی B-Cr: ۱۶۲۰ درجه سانتی‌گراد؛ سیستم دو تایی B-Fe: ۱۱۸۰ درجه سانتی‌گراد؛ سیستم دوتایی Ni-B: ۱۱۹۳ درجه سانتی‌گراد؛ سیستم دوتایی Ni-Si: ۱۱۵۲ درجه سانتی‌گراد) احتمال وجود این ترکیبات در اتصالات ایجاد شده، با توجه به درجه حرارت اتصال، وجود دارد [۵]. سیلیسیم به عنوان عنصر کاهنده نقطه ذوب دارای شعاع اتمی بزرگ می‌باشد که در صورتی که زمان کافی برای نفوذ وجود نداشته باشد به صورت ترکیب یونکتیک با سایر عناصر در اتصال باقی می‌ماند. بور نیز به عنوان عنصر دیگر کاهنده نقطه ذوب دارای شعاع اتمی کوچک و نفوذ سریع می‌باشد ولی دارای حلالیت کم در فلز پایه می‌باشد که این

ابعاد ۱۰ در ۱۰ میلی‌متر بود، قرار داده شد و دو قسمت فیکسچر جهت کشش به فکهای دستگاه کشش وصل گردید. نمونه‌ها با نیروهای مختلف مورد برش قرار گرفتند و بیشترین نیروی برشی به همراه افزایش طول نمونه‌ها تعیین گردید. دستگاه کشش مورد استفاده با مارک Santam Machine (STM) و از نوع ۱۵ تنی و با سرعت کرنش $1 \text{ mm} / \text{min}$ آزمون، انجام شد. نمونه‌هایی که نیاز به آزمون سختی داشت جهت بررسی میزان سختی و تغییرات سختی حاصله حین اتصال در نقاطی در مرکز اتصال، خط اتصال، منطقه اطراف اتصال و فلز پایه، مورد آزمون ریز سختی سنجی قرار گرفت. آزمون ریزسختی سنجی با روش سختی سنجی ویکرز با دستگاه مدل MVK-H21 با نیروی ۵۰ gf و استاندارد E-92-82 (Reattroved-1987) انجام پذیرفت.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی فلز پایه و لایه واسط (درصد وزنی)

	Fe	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	B	N	Ti
AISI 321	bal	0.08	2	0.045	0.03	0.75	17-19	9-12		0.1	5%(C+N)
BN-3		0.05				45		bal	3.2		

جدول ۲. دما و زمان‌های انتخاب شده جهت انجام اتصال

نوع لایه واسط	درجه حرارت (سانتی‌گراد)	زمان (دقیقه)				
		۱۲۰	۷۵	۶۰	۴۵	۳۰
MBF-30	۱۰۵۰					
	۱۱۰۰					
	۱۱۵۰					
	۱۲۰۰					

جدول ۳. آنالیز شیمیایی محلولهای اج استفاده شده

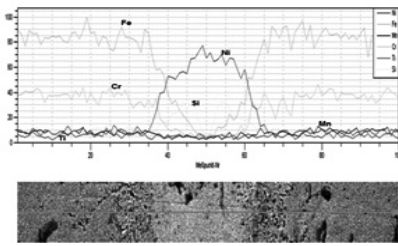
نام محلول اج	آنالیز شیمیایی		
ماربل	ترکیب شیمیایی	CuSO ₄	HCl
	مقدار	۴ گرم	۲۰ سی‌سی
موراکلمی	ترکیب شیمیایی	K ₃ Fe(CN) ₆	KOH
	مقدار	۱۰ گرم	۱۰۰ میلی‌لیتر

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۴۵ دقیقه

با مشاهده تصاویر میکروسکوپی (شکل ۱) مشخص می‌گردد که زمان ۴۵ دقیقه جهت تکمیل انجماد همدمای در اتصال فولاد AISI321 با لایه واسط MBF-30 از طریق اتصال TLP کافی

¹Melt Point Depressant



شکل ۲. آنالیز خطی اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۴۵ دقیقه.

با مشاهده آنالیز خطی گرفته شده از فلز پایه تا مرکز اتصال (شکل ۲) مشخص می‌گردد که نفوذ عنصر آهن به عنوان عنصر اصلی فلز پایه در لایه واسط با توجه به انحلال فلز پایه، صورت پذیرفته است و تا مرکز اتصال ادامه داشته، ولی مقدار آن در مرکز اتصال کم می‌باشد. عنصر نیکل به عنوان عنصر اصلی لایه واسط نیز در فلز پایه نفوذ کرده است ولی مقدار نفوذ تنها در مناطق اطراف خط اتصال بوده و به سمت فلز پایه مقدار نفوذ بسیار کم می‌باشد. کروم بیشتر در فلز پایه باقی مانده است و با مقداری نفوذ در خط اتصال به سمت مرکز اتصال مقدار آن بسیار ناچیز می‌شود. عنصر سیلیسیم به عنوان عنصر کاهنده نقطه ذوب، با توجه به شعاع اتمی بزرگ آن و کم بودن زمان، فرصت کافی برای نفوذ به فلز پایه نداشته و در مرکز اتصال باقی مانده و با عنصر بور و عناصر دیگر تشکیل ترکیبات یوتکتیک داده اند. عناصر تیتانیوم و منگنز که مقدار آن‌ها در ترکیب اولیه کم می‌باشد یک نفوذ مختصر با توزیع یکنواخت تر داشته‌اند.

MBF30 - 1050°C - 45min - point A	
نام عنصر	نرخ وزنی
Iron	3.73
Nickel	89.51
Silicon	6.15
Titanium	0.04
Chromium	0.57
Manganese	0

MBF30 - 1050°C - 45min - point B		MBF30 - 1050°C - 45min - point C	
نام عنصر	نرخ وزنی	نام عنصر	نرخ وزنی
Iron	21.13	Iron	58.21
Nickel	72	Nickel	27.1
Silicon	2.95	Silicon	0.32
Titanium	0.67	Titanium	0
Chromium	2.97	Chromium	14.37
Manganese	0.28	Manganese	0.01

MBF30 - 1050°C - 45min - point D		MBF30 - 1050°C - 45min - point E	
نام عنصر	نرخ وزنی	نام عنصر	نرخ وزنی
Iron	77.85	Iron	73.4
Nickel	9.44	Nickel	8.38
Silicon	0.35	Silicon	0
Titanium	0	Titanium	0
Chromium	10.94	Chromium	16.48
Manganese	1.42	Manganese	1.73

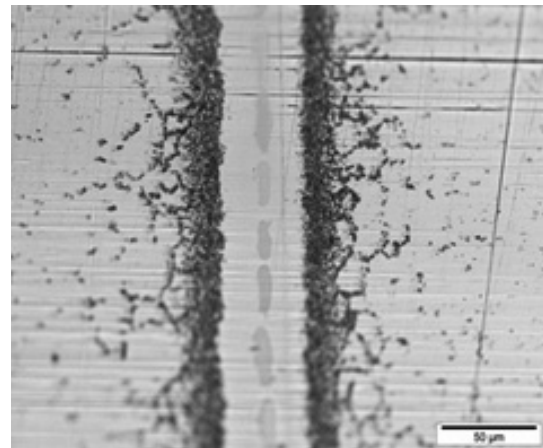
شکل ۳. آنالیز نقطه ای اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۴۵ دقیقه.

عنصر نیز در صورت عدم وجود شرایط ایده آل دما و زمان جهت نفوذ، به صورت ترکیبات یوتکتیک پس از اتمام انجماد غیر همدم، باعث کاهش استحکام اتصال می‌گردد. بورایدها و سیلیسیدهای حاصله با ایجاد فازهای ترد و مضر باعث افت خواص مکانیکی اتصال می‌گردند.

اگر چه نمودار فاز سه تایی B-Cr-Fe به طور کامل شناخته نشده است ولی شش مرحله سه تایی در نمودار به صورت ترکیبات $B_3Cr_3Fe_{54}$, $B_3Cr_3Fe_{34}$, $B_3Cr_5Fe_7$, $B_{50}Cr_{20}Fe_{30}$, $B_5Cr_{35}Fe_{15}$ یافت می‌شود، بنابراین شکل‌گیری این مراحل غیر منتظره نیست [۶].

وجود سیلیسیم و بور (عنصر بور در آنالیز با میکروسکوپ SEM به صورت دقیق مشخص نمی‌گردد و می‌بایست برای بررسی بیشتر از میکروسکوپ TEM و یا روشهای آنالیز دیگر مانند XRD استفاده نمود) باعث تشکیل ترکیبات B-Fe, Ni-B, Fe-B و Ni-Si, Cr-B می‌گردد. وجود این ترکیبات در مرکز اتصالات با عدم تکمیل انجماد کامل همدم، در مقالات متعددی با لایه واسط پایه نیکل گزارش شده است [۷، ۸]. با توجه به نمودار فازی Ni-Si مشخص می‌گردد که با مقدار سیلیسیم بیشتر از ۸ درصد، ترکیبی با فرمول Ni_3Si بوجود می‌آید. این ترکیب در آنالیز XRD اتصال فولاد AISI304 که ترکیب آن بسیار نزدیک به فولاد AISI 321 می‌باشد با روش فاز مایع گذرا و با لایه واسط MBF-20 گزارش شده است [۸].

حین اتصال دهی با یک سیکل حرارتی کوتاه، مقدار کمی از عناصر بور و سیلیسیم به درون فلز پایه نفوذ کرده و موجب رشد یک لایه گامای غنی از نیکل در مجاورت فلز پایه به سمت مرکز لایه واسط می‌شود.

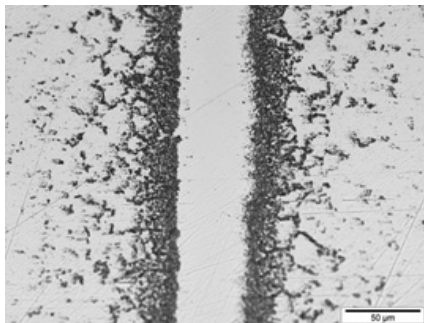


شکل ۱. تصویر میکروسکوپ نوری اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۴۵ دقیقه.

۳-۲- اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی گراد و زمان ۷۵ دقیقه

افزایش زمان از ۴۵ دقیقه به ۷۵ دقیقه در همان دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی گراد باعث نفوذ عناصر کاهنده نقطه ذوب و جلوگیری از ایجاد ترکیبات یوتکتیک شده است. با مشاهده تصاویر میکروسکوپی و آنالیز خطی از اتصال (شکل ۵، ۴)، مشخص می‌گردد که انجماد همدم کامل شده و با نفوذ مناسب عناصر، زمان ۷۵ دقیقه برای حداقل زمان ایجاد اتصال TLP در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی گراد جهت فولاد AISI321 با لایه واسط MBF-30 مناسب می‌باشد. در انجماد همدم با علت عدم پس زده شدن عناصر آلیاژی در شرایط تعادلی، از تشکیل ساختار یوتکتیک جلوگیری می‌شود. انجماد همدم با نگهداری نمونه‌ها در دمای اتصال و نفوذ عناصر کاهنده نقطه ذوب به فلز پایه از فصل مشترک لایه واسط مذاب و فلز پایه آغاز می‌شود و در صورت کافی بودن زمان برای نفوذ عناصر کاهنده نقطه ذوب در فاز جامد، در مرکز اتصال به پایان می‌رسد.

افزایش زمان باعث نفوذ بیشتر عناصر می‌شود. با مقایسه آنالیز خطی اتصالات در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی گراد و زمان‌های ۴۵ و ۷۵ دقیقه نسبت به هم، مشخص می‌شود با گذشت زمان بیشتر، مقدار نفوذ آهن از فلز پایه به لایه واسط بیشتر شده است به گونه‌ای که در مناطق اطراف خط اتصال، آهن بیشتری وجود دارد. با گذشت زمان به ۷۵ دقیقه، میزان نفوذ نیکل در فلز پایه بیشتر شده است به گونه‌ای که مقدار کمتری نیکل نسبت به زمان ۴۵ دقیقه در محدوده اتصال وجود دارد. با گذشت زمان نفوذ عنصر کروم نیز بیشتر شده است. توزیع عنصر سیلیسیوم نیز در منطقه اتصال یکنواخت‌تر شده است.

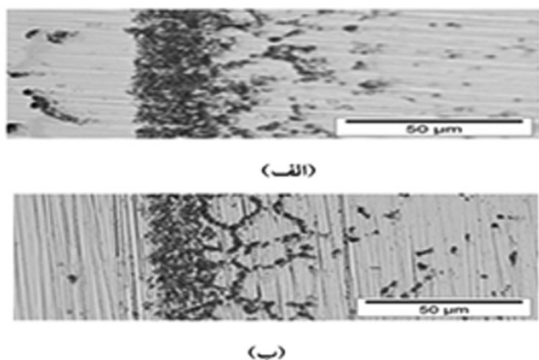


شکل ۴. تصویر میکروسکوپ نوری اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی گراد و زمان ۷۵ دقیقه.

جهت بررسی بیشتر نحوه توزیع عناصر و ترکیبات موجود آمده در حین فرایند اتصال، از نقاط مختلف اتصال، آنالیز نقطه‌ای با سیستم EDS میکروسکپ SEM گرفته شد (شکل ۳). در نقطه A که منطقه تشکیل ترکیبات یوتکتیک می‌باشد، وجود سیلیسیوم و نیکل، احتمال وجود ترکیب یوتکتیک Ni-Si را بیان می‌کند. اندازه‌گیری مقدار عنصر بور با SEM امکان پذیر نبوده است، ولی حضور بور در این منطقه و ترکیبات Ni-B با توجه به گزارشات تحقیقات دیگر، را می‌توان در نظر گرفت. به عنوان مثال گال و والچ^۱ [۱۰]، در اتصال TLP نیکل خالص با لایه واسط MBF-30 با استفاده از بررسی‌های TEM دریافتند فاز نیکل بوراید تشکیل شده در مرکز اتصال از نوع Ni₃B می‌باشد. همچنین ایدوئو و همکارانش^۲ [۱۱]، در مورد ریز ساختار مرکز اتصال In738LC با لایه واسط Ni-15Cr-3.5B دریافتند فاز نیکل بوراید تشکیل شده در مرکز اتصال از نوع M₂₃B₆ می‌باشد. نقطه B در منطقه ای است که در آنجا انجماد همدم تکمیل شده است. در این منطقه محلول جامد نیکل موجود می‌باشد. آنالیز نقطه B نشان می‌دهد که در این نقطه نفوذ آهن از فلز پایه در لایه واسط صورت پذیرفته است ولی عناصر دیگر نفوذ زیادی نداشته‌اند. نقطه C در منطقه خط اتصال و جایی که ترکیبات رسوبی کروی تشکیل شده‌اند می‌باشد. آنالیز این نقطه نشان دهنده نفوذ نیکل و عدم نفوذ سیلیسیوم می‌باشد. در این نقطه می‌تواند ترکیبات Ni-B و Fe-B و Cr-B تشکیل شود. نقطه D در منطقه ایست که متأثر از نفوذ می‌باشد و در این منطقه ترکیبات رسوبی شکل گرفته‌اند ولی مقدار آن‌ها کمتر از نواحی نزدیک خط اتصال می‌باشد. با فاصله گرفتن از خط اتصال مقدار رسوبات کاهش می‌یابد. عنصر اصلی در این منطقه آهن بوده و عناصر نیکل، سیلیسیم، کروم و منگنز نفوذ نداشته‌اند. نقطه E مطابق آنالیز فلز پایه می‌باشد که در این منطقه با توجه به فاصله داشتن از خط اتصال و کم بودن زمان، نفوذی انجام نشده است. لازم به ذکر است که در برخی تصاویر SEM، ترکیبات یوتکتیک کم‌رنگ تر دیده می‌شوند، ولی حضور این ترکیبات در هنگام تصویر برداری، مشخص بوده است. حضور این ترکیبات در آنالیزهای خطی و نقطه‌ای گرفته شده نیز نمایان می‌باشد. همچنین ترکیبات یوتکتیک حاصله در آزمون‌های استحکام برشی و ریز سختی سنجی به وضوح تأثیر گذار بوده است.

¹Wallach and Gale

²Idowu et al



شکل ۷. تصویر اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد، (الف) - زمان ۴۵ دقیقه، (ب) - زمان ۱۲۰ دقیقه

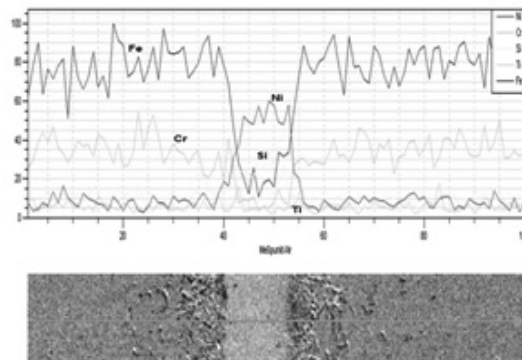
در شکل (۷) تصویر اتصال در زمان‌های ۴۵ دقیقه و ۱۲۰ دقیقه در دمای مشترک ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد با هم مقایسه شده است. همانگونه که در شکل (ب) مشخص است، با افزایش دما ترکیبات رسوبی اطراف خط اتصال کمتر شده است.

۳-۴- اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه

جهت بررسی متغیر دما در اتصال فولاد AISI321 درجه حرارت تا ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داده شد. با توجه به نسبت دما و زمان در اتصال TLP، زمان کمتر و در حد ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. پس از اتصال و مشاهده تصاویر میکروسکوپی مشخص گردید انجماد هم‌دما کامل نشده است و ترکیبات یوتکتیک در مرکز اتصال قابل مشاهده شدند (شکل ۸). با توجه به حضور عناصر نیکل و سیلیسیم احتمال تشکیل ترکیب یوتکتیک Ni-Si زیاد می‌باشد. احتمال وجود ترکیبات بورایدی نیز با توجه به برخی تحقیقات صورت گرفته وجود دارد [۹،۸،۷]. احتمال اینکه رسوبات بوجود آمده در اطراف خط اتصال، با ترکیب Fe-B و Ni-B باشند، زیاد می‌باشد.

۳-۵- اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۴۵ دقیقه

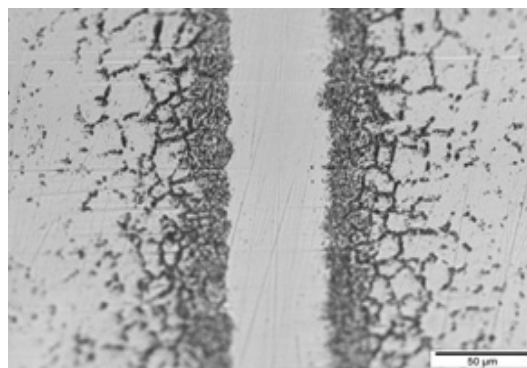
با توجه به کم بودن زمان ۳۰ دقیقه جهت انجماد هم‌دما کامل در درجه حرارت ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، زمان اتصال به ۴۵ دقیقه افزایش داده شد. تصاویر میکروسکوپی مناطق اتصال (شکل ۹) مشخص می‌کند که زمان ۴۵ دقیقه با دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد جهت اتصال TLP فولاد AISI321 کافی بوده



شکل ۵. تصویر آنالیز خطی اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۷۵ دقیقه.

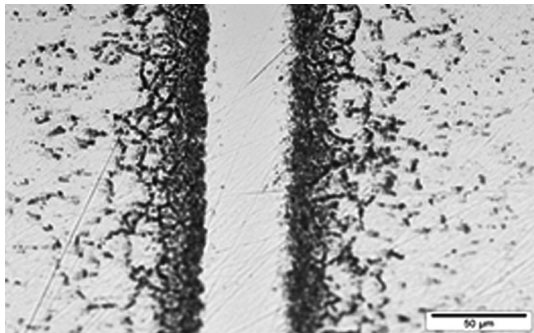
۳-۳- اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۲۰ دقیقه

با مشاهده تصاویر میکروسکوپی (شکل ۶) مشخص می‌گردد که افزایش زمان باعث کاهش ترکیبات اطراف منطقه اتصال شده است. این کاهش و یکنواختی ساختار باعث بالا رفتن استحکام اتصال و کاهش سختی می‌گردد. با توجه به اینکه زمان ۷۵ دقیقه برای تکمیل انجماد هم‌دما کافی بوده است، ولی افزایش زمان نگهداری باعث افزایش نفوذ عناصر بین لایه واسط و فلز پایه و یکنواخت شدن توزیع غلظت عناصر می‌گردد که در واقع مترادف با همگن سازی ترکیب شیمیایی می‌باشد. همگن سازی اتصال، باعث افزایش خواص مکانیکی مناسب در اتصال می‌شود. با افزایش زمان، غلظت عناصر کاهنده نقطه ذوب در منطقه اتصال کاهش یافته در حالیکه غلظت عناصر محلول فلز پایه در این منطقه افزایش می‌یابد.

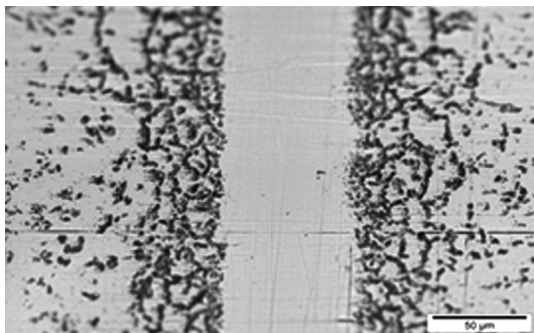


شکل ۶. تصویر میکروسکوپ نوری اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۲۰ دقیقه

این حالت به خوبی ارتباط معکوس دما و زمان لازم برای کامل شدن انجماد همدم را در اتصال TLP نشان می‌دهد.



شکل ۱۰. تصویر میکروسکوپ نوری اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه



شکل ۱۱. تصویر میکروسکوپ نوری اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه

در رابطه با ارتباط دما و زمان و غلظت عناصر در اتصال TLP، توسط محققان مختلف روابطی بیان شده است. حل تحلیلی قانون دوم فیک در مورد نفوذ توسط کرانک^۱ می‌تواند به منظور بررسی نفوذ عناصر کاهنده نقطه ذوب از لایه واسط مذاب به فلز پایه حین اتصال، به صورت زیر مورد استفاده قرار بگیرد:

$$C(x,t) = C_m + \frac{1}{2}(C_0 - C_m) \left\{ \operatorname{erf} \frac{w-x}{\sqrt{4Dt}} + \operatorname{erf} \frac{w+x}{\sqrt{4Dt}} \right\} \quad (1)$$

که در آن:

$C(x,t)$: غلظت عناصر MPD به عنوان تابعی از فاصله از مرکز

لایه میانی (x) و زمان (t)

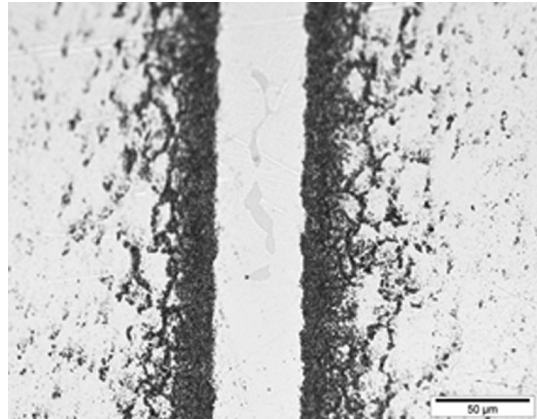
C_0 : غلظت اولیه عناصر MPD در لایه واسط

C_m : غلظت اولیه عناصر MPD در فلز پایه

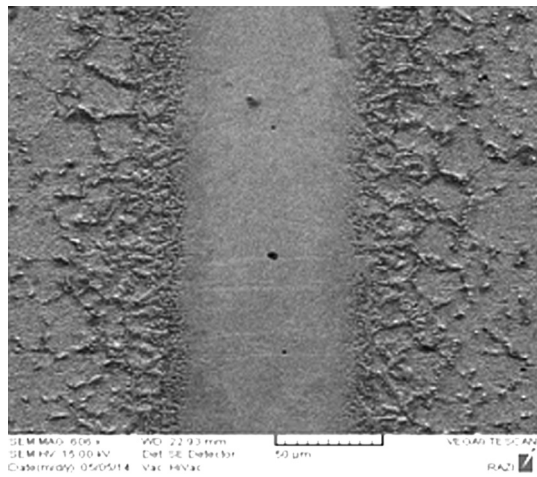
D : ضریب نفوذ عناصر MPD در آلیاژ فلز پایه

^۱Crank

و با نفوذ عناصر کاهنده نقطه ذوب و سایر عناصر موجود در فلز پایه و لایه واسط، انجام همدمای کامل انجام پذیرفته و ترکیبات نامطلوب در اتصال تشکیل نشده است.



شکل ۸. تصویر میکروسکوپ نوری اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه



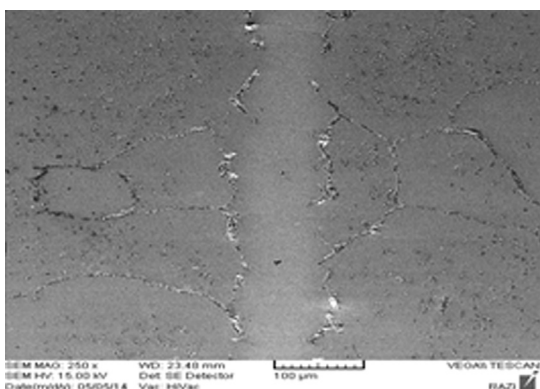
شکل ۹. تصویر میکروسکوپ SEM اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۴۵ دقیقه.

۳-۶- اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه

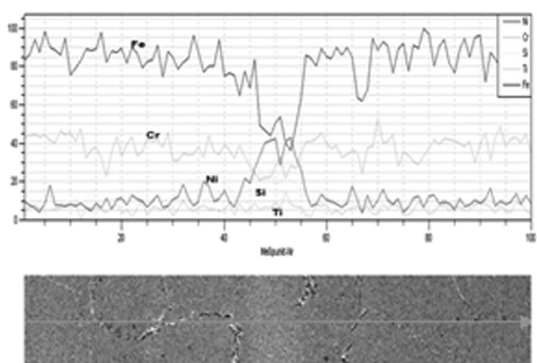
جهت بررسی تاثیر افزایش درجه حرارت و کمتر شدن زمان اتصال در فرایند اتصال فاز مایع گذرا فولاد AISI321 درجه حرارت به ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داده شد و زمان اتصال نیز ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. تصاویر میکروسکوپی (شکل ۱۰) مشخص می‌کند که اتصال انجام شده مطلوب و انجماد همدم در این زمان و دما، کامل شده است. زمان ۳۰ دقیقه در ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد جهت تکمیل انجماد همدمای کامل نبوده است ولی مشاهده می‌شود که با افزایش دما در همان زمان ۳۰ دقیقه، انجماد همدمای کامل شده است.

بالا تر می‌رود. نفوذ موثرتر عناصر و همگن تر شدن ساختار مناطق اطراف اتصال باعث افزایش استحکام اتصال می‌گردد. حین همگن شدن، نفوذ متقابل عناصر آلیاژی بین فلز پایه و لایه واسط، بر اساس مکانیزم استحکام بخشی محلول جامد، موجب افزایش استحکام اتصال می‌شود.

۳-۸- اتصال در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه



شکل ۱۲. تصویر میکروسکپ SEM اتصال در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه



شکل ۱۳. تصویر آنالیز خطی اتصال در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه

جهت رسیدن به حداکثر دمای قابل استفاده در اتصال TLP فولاد AISI321 دما به ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در کوره خلأ نگهداری شدند. پس از تصویر برداری از نمونه‌ها (شکل ۱۲) مشخص گردید در منطقه اتصال، ذوب موضعی صورت گرفته است. در این حالت نفوذ عناصر آلیاژی در منطقه اتصال زیاد بوده و این امر باعث پایین آمدن استحکام اتصال می‌گردد. با افزایش دما از یک حد

رابطه بالا نشان می‌دهد که در زمان ثابت، $C(x)$ ، بطور معکوس با D رابطه دارد. ضریب نفوذ با دما رابطه مستقیم دارد به گونه‌ای که افزایش دما باعث افزایش ضریب نفوذ می‌شود. بنابراین افزایش دما باعث کاهش غلظت عناصر کاهنده نقطه ذوب در یک نقطه مشخص و تحت یک زمان مشخص، می‌شود [۷]. انجماد هم‌دما وقتی کامل می‌شود که غلظت عناصر کاهنده نقطه ذوب در لایه میانی اتصال کاهش یابد. اتصالات انجام شده به خوبی شاهد این مطلب می‌باشند که با افزایش دما می‌توان زمان اتصال را کمتر انتخاب نمود. مقایسه حداقل زمان انجماد هم‌دما در دماهای ۱۰۵۰، ۱۱۰۰ و ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، مشخص می‌کند که با افزایش دما، زمان انجماد هم‌دما کاهش می‌یابد. یکی از روابطی که جهت تخمین زمان مورد نیاز برای تکمیل انجماد هم‌دما مورد استفاده قرار می‌گیرد به صورت زیر می‌باشد:

$$t_f^2 = \frac{2h}{4\gamma D^2} \quad (2)$$

که در آن:

t_f : زمان مورد نیاز جهت تکمیل انجماد هم‌دما

D : ضریب نفوذ عناصر کاهنده نقطه ذوب در فلز پایه جامد

$2h$: عرض حداکثر لایه واسط مذاب در فصل مشترک مذاب/جامد در شرایط تعادلی

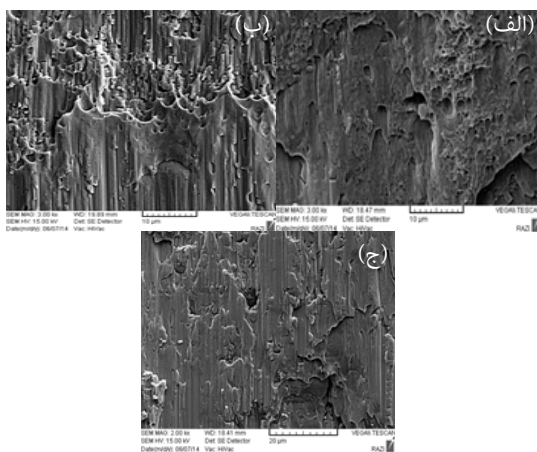
γ : یک پارامتر بدون بعد

زمان مورد نیاز جهت تکمیل انجماد هم‌دما، تابعی از قابلیت نفوذ عناصر کاهنده نقطه ذوب در فلز پایه جامد می‌باشد که تابع دماست [۷]. بنابراین با افزایش دمای اتصال زمان مورد نیاز جهت تکمیل انجماد هم‌دما، کاهش می‌یابد. این تحلیل دقیقاً مطابق با شرایط اتصالات انجام گرفته می‌باشد.

۳-۷- اتصال در دمای ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه

جهت بررسی تاثیر زمان در اتصال TLP فولاد AISI321 زمان نگهداری نمونه‌ها در کوره از ۳۰ دقیقه به ۶۰ دقیقه افزایش یافت. تصاویر میکروسکوپی (شکل ۱۱) مشخص می‌کند که رسوبات و ترکیبات اطراف خط اتصال با افزایش زمان کمتر شده و با نفوذ این ترکیبات در اثر گذشت زمان و دادن فرصت نفوذ به آن‌ها، ساختار همگن تر شده و در نتیجه استحکام نیز

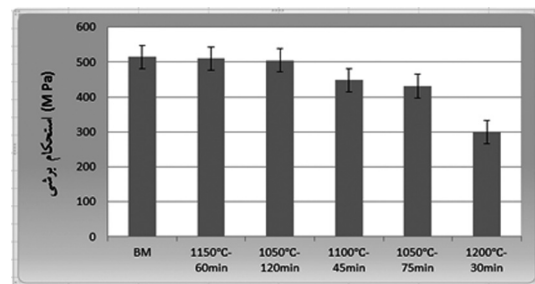
حد عناصر آلیاژی باعث کاهش استحکام شده است. ترکیبات یوتکتیک تشکیل شده که عموماً فازهای سخت و شکننده هستند، باعث کاهش استحکام اتصال می‌شوند. همچنین کم بودن درصد این عناصر در محدوده DAZ، باعث کم شدن میزان رسوبات تشکیل شده حین فرایند اتصال در این مناطق می‌شود، که با افزایش استحکام همراه است. نفوذ عناصر آلیاژی در منطقه اتصال، بر اساس مکانیزم مستحکم شدن محلول جامد، باعث افزایش سختی می‌شود. استحکام بخشی محلول جامد، یکی از اصلی‌ترین مکانیزم‌های استحکام بخشی در این اتصالات می‌باشد. وجود این عناصر در برخی موارد باعث افزایش استحکام محلول جامد می‌شود. مقایسه اتصالات در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۷۵ دقیقه با ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و ۴۵ دقیقه، مشخص می‌کند که استحکام در اتصال با دمای بیشتر، بالاتر از استحکام اتصال در دمای کمتر می‌باشد (با توجه به اینکه در هر دو دما، انجماد هم‌دما کامل شده است). این امر بدین علت است که همانگونه که اشاره گردید، در درجه حرارت بالاتر، میزان ترکیبات رسوبی تشکیل شده در اطراف خط اتصال کمتر می‌شود. با مشاهده استحکام اتصال در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد با زمان‌های ۷۵ و ۱۲۰ دقیقه، مشخص می‌گردد که افزایش زمان اتصال باعث افزایش استحکام اتصال شده است که علت آن همگن تر شدن ساختار و کمتر شدن ترکیبات رسوبی در منطقه DAZ با توجه به نفوذ بیشتر عناصر می‌باشد. با افزایش درجه حرارت و زمان، نفوذ عناصر بیشتر می‌شود.



شکل ۱۵. تصویر میکروسکپ SEM از سطح شکست اتصال TLP فولاد AISI 321 با لایه واسط MBF-30
 (الف) در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۷۵ دقیقه، (ب) در دمای ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه، (ج) در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۳۰ دقیقه.

مشخص در اتصال TLP، نفوذ مذاب به مرز دانه‌های فلز پایه در مجاورت اتصال رخ می‌دهد. در این هنگام، ذوب جزئی در فلز پایه رخ داده و اختلاط مذاب لایه واسط و ذوب جزئی فلز پایه انجام می‌گردد. عنصر بور از لایه واسط مذاب به فلز پایه نفوذ می‌کند و جدایش این عنصر در محل مرز دانه‌ها و مرزهای بین فازهای فلز پایه موجب کاهش نقطه ذوب این مناطق می‌گردد. در صورتی که نقطه ذوب این مناطق به مقادیر کمتر از دمای اتصال کاهش یابد، این مناطق ذوب شده و حین سرد شدن از دمای اتصال موجب تشکیل فازهای مشخصی می‌گردند [۱۲].

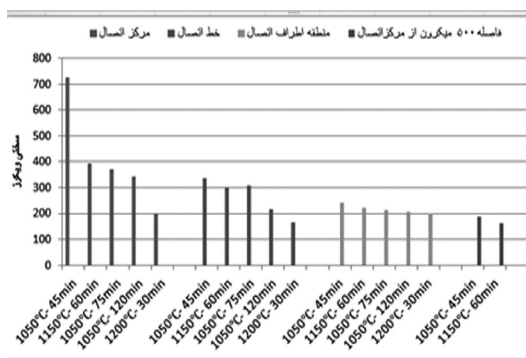
۹-۳- نتایج آزمون استحکام برشی



شکل ۱۴. نمودار استحکام برشی اتصال TLP فولاد AISI 321 با لایه واسط MBF-30

بر روی نمونه‌های مورد نظر پس از آماده‌سازی، جهت تعیین حداکثر استحکام برشی، آزمون برش انجام گرفت که نتایج آن در شکل (۱۴) قابل مشاهده می‌باشد. نتایج آزمون برش نشان داد که اتصال در دمای ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه و همچنین دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۲۰ دقیقه با لایه واسط MBF-30 دارای استحکام بسیار مطلوب و در حد استحکام فلز پایه یعنی فولاد AISI321 می‌باشند (به ترتیب برابر ۹۸ و ۹۹ درصد استحکام فلز پایه). استحکام اتصال در دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۴۵ دقیقه و همچنین دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۷۵ دقیقه نیز در حد مطلوب می‌باشد (به ترتیب برابر ۸۷ و ۸۴ درصد استحکام فلز پایه)، ولی با توجه به اینکه ترکیبات بین فلزی و رسوبات موجود در منطقه اطراف اتصال آن‌ها بیشتر است، دارای استحکام کمتری نسبت به دو نمونه اولی هستند. افزایش دما و به خصوص زمان با کمتر کردن رسوبات و ترکیبات فلزی مناطق اطراف اتصال باعث افزایش استحکام می‌شود. در اتصال انجام شده در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد که دمای بحرانی می‌باشد، نفوذ بیش از

تفکیک اعداد به دست آمده از سختی سنجی مرکز اتصال، خط اتصال، منطقه تحت تأثیر اتصال و فواصل حدود ۵۰۰ میکرون از مرکز اتصال جهت مقایسه آمده است. همانگونه که قابل پیش بینی بود، سختی از مرکز اتصال به سمت فلز پایه کمتر می‌شود. در نمونه اتصال داده شده در درجه حرارت ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۴۵ دقیقه به علت عدم تکمیل شدن انجماد همدمها و حضور ترکیبات یوتکتیک بورایدها و سیلیسیدهای نیکل و شاید کرم و آهن که ترکیباتی سخت و شکننده هستند، در مرکز اتصال سختی بالا رفته است و با دور شده از مرکز اتصال به علت کمتر شدن حضور این ترکیبات، سختی نیز کاهش داشته است. سختی در مرکز اتصال نمونه‌های دیگر به دلیل عدم حضور ترکیبات یوتکتیک کمتر می‌باشد. در نمونه اتصال داده شده در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد که دمای بحرانی اتصال می‌باشد به علت نفوذ زیاد عنصر آهن در منطقه اتصال و کمتر شدن عنصر نیکل در منطقه اتصال، میزان عناصر آلیاژی به مقدار بسیار زیادی تغییرات داشته است و این امر سبب کاهش سختی شده است.



شکل ۱۷. نمودار مقایسه ای مقدار سختی ویکرز نمونه های اتصال TLP فولاد AISI 321 با لایه واسط MBF-30

در نمودارهای خطی شکل (۱۸) مقدار سختی سه نمونه اتصال داده شده در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد با زمان‌های متفاوت با هم مقایسه شده است. در هر سه نمونه مقدار سختی از مرکز اتصال به سمت انتهای فلز پایه کاهش یافته است. بیشترین مقدار سختی مربوط به نمونه نگهداری شده در زمان ۴۵ دقیقه می‌باشد که ترکیبات یوتکتیک هنوز در آن وجود داشته است. با افزایش زمان به ۷۵ دقیقه و تکمیل انجماد همدمها، سختی نیز کاهش یافته و نگهداری در زمان ۱۲۰ دقیقه در کوره نیز مفید بوده و با نفوذ بیشتر عناصر مجدداً سختی

تصاویر میکروسکوپی SEM سطح شکست برخی از نمونه‌های آزمون برش در شکل‌های (الف)، (ب) و (ج) قابل مشاهده می‌باشد. مشاهده شکل (۱۵-الف) مشخص کننده شکست نرم در سطح شکست اتصال انجام شده در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۷۵ دقیقه می‌باشد. در این اتصال ترکیبات یوتکتیک در مرکز اتصال وجود نداشته و انجماد همدمها کامل شده بود. وجود دیپل‌ها که مشخصه شکست نرم می‌باشد، در این سطح شکست قابل مشاهده می‌باشد. شکست در دمای اتصال ۱۱۵۰ درجه و ۶۰ دقیقه با توجه به شکل (۱۵-ب) از نوع شکست نرم می‌باشد. دیپل‌ها به همراه سطوح فیبری ناشی از تغییر فرم پلاستیک در تصویر سطح شکست، قابل مشاهده می‌باشد. به هم پیوستن ریز ترک‌ها منجر به تشکیل مناطق فیبری شکل می‌گردد. در شکل (۱۵-ج) موارد شکست ترد و نرم با هم قابل مشاهده می‌باشد، ولی با توجه به استحکام کمتر این اتصال و وجود ترکیبات ترد در این اتصال، به نظر می‌رسد سطوح کلیواژی و مکانیزم شکست ترد، علت گسیختگی اتصال باشد. شکست کلیواژ هنگامی تشکیل شده و گسترش می‌یابد که ترک‌های میکروسکوپی بدون لغزش‌های محسوس اشاعه پیدا کنند. نهایتاً، بزرگترین تنش در رأس ترک بایستی بر تنش شکست غلبه کند.

۳-۱۰- نتایج آزمون ریز سختی سنجی



شکل ۱۶. مناطق سختی سنجی شده (۱) مرکز اتصال، (۲) خط اتصال، (۳) منطقه تحت تأثیر اتصال، (۴) فاصله حدودی ۵۰۰ میکرومتر از مرکز اتصال

نتایج آزمون ریزسختی سنجی برخی از نمونه‌های اتصال داده شده از طریق فرایند TLP فولاد AISI321 با لایه واسط MBF-30 در نمودارهای

نتایج بررسی‌های ریزساختاری و آزمون‌های خواص مکانیکی نشان داد که:

- حداقل زمان لازم جهت تکمیل انجماد همدمای در دماهای ۱۰۵۰، ۱۱۰۰ و ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، به ترتیب برابر ۷۵، ۴۵ و ۳۰ دقیقه بدست آمد.

- در حالت عدم تکمیل انجماد همدمای، ترکیبات بوریدی و سیلیسیدی نیکل، کروم و آهن در مرکز خط اتصال تشکیل گردید.

- با افزایش دمای اتصال از ۱۰۵۰ به ۱۱۰۰ و ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد، زمان تکمیل انجماد همدمای برای لایه واسط MBF-30 کاهش یافته و ترکیبات رسوبی منطقه DAZ کمتر و پراکنده تر گردید.

- دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، دمای بحرانی یا بالاتر از دمای بحرانی جهت اتصال فولاد AISI321 بدست آمد. در این دما ذوب جزئی رخ داد و خواص مکانیکی اتصال کاهش می‌یابد.

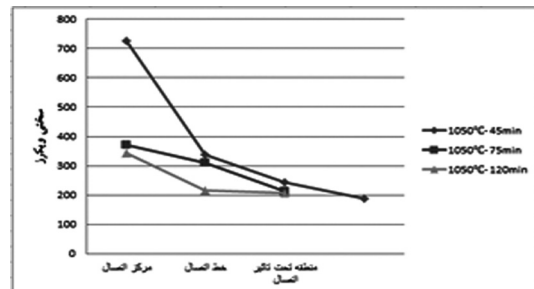
- در اتصالات انجام شده با شرایط ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۶۰ دقیقه و همچنین ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۲۰ دقیقه، بیشترین استحکام برشی مشاهده گردید که مقدار آن به ترتیب معادل ۹۹ و ۹۸ در صد فلز پایه تعیین گردید.

- ترکیبات یوتکتیک باعث افزایش سختی اتصال در مناطق دارای این ترکیبات در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد در زمان ۴۵ دقیقه و دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد در زمان ۳۰ دقیقه گردید.

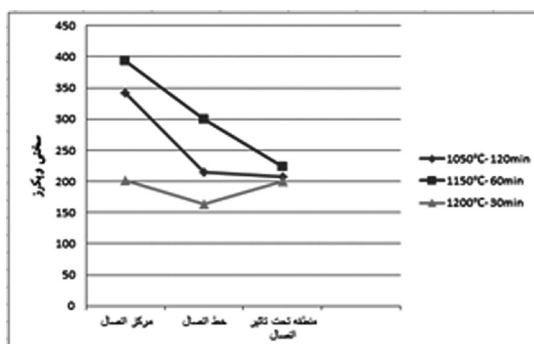
- سختی برای تمامی اتصالات انجام شده در دماهای استفاده شده ۱۰۵۰، ۱۱۰۰ و ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد در زمان‌های ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۱۲۰ دقیقه، در مرکز اتصال بیشتر و به سمت فلز پایه کمتر می‌شود.

- شکست در اتصالات با استحکام بالا که در دمای ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد در زمان ۱۲۰ دقیقه و دمای ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه بوده است، از نوع شکست نرم تشخیص داده شد.

کاهش یافته است و در نتیجه استحکام بالا می‌رود. با مشاهده سختی‌های به دست آمده به خوبی قابل مشاهده است که افزایش زمان باعث کاهش سختی و افزایش استحکام می‌شود. در نمودارهای خطی شکل (۱۹) سه نمونه دیگر با دما و زمان‌های متفاوت با هم مقایسه شده است. جدا از نمونه اتصال داده شده در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد که کاهش سختی آن در ارتباط با رفتار متفاوت و ذوب جزئی است، کمترین سختی مربوط به نمونه ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه می‌باشد که بیشترین استحکام را دارا می‌باشد. نمونه ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۱۲۰ دقیقه که استحکام خوبی دارد، دارای سختی بیشتری نسبت به نمونه ۱۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۶۰ دقیقه است و در نتیجه استحکام آن به مقدار ناچیزی کمتر می‌باشد. در اینجا قابل مشاهده می‌باشد که تأثیر افزایش درجه حرارت بر روی کاهش سختی و افزایش استحکام، بیشتر از افزایش زمان بوده است.



شکل ۱۸. مقدار سختی ویکرز نمونه‌های اتصال TLP در سه زمان مختلف با درجه حرارت ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد



شکل ۱۹. مقدار سختی ویکرز نمونه‌های اتصال TLP در سه زمان و دمای مختلف

۴- نتیجه گیری

فرایند اتصال TLP برای فولاد زنگ نزن AISI321 با استفاده از لایه واسط MBF-30 در دماها و زمان‌های مختلف انجام شد.

مراجع

- [1]. Ally Digest SourceBook :Stainless Steel, ASM Internationl, 2000.
- [2]. M. Mazar Atabaki. "Partial transient liquid phase diffusion bonding of Zircaloy-4to stabilized austenitic stainless steel 321 using active titanium filler metal". JManuf Sci Eng 2011;133(5):99–110.
- [3].M. Mazar Atabaki, M.E. Bajgholi, E.H. Dehkordi"Partial transient liquid phase diffusion bonding of zirconium alloy (Zr–2.5Nb)to stainless steel 321",Materials and Design 42 (2012) 172–183
- [4].M.A.Arafin , M. Medraj , D.P. Turner , P. Bocher "Effect of alloying elements on the isothermal solidification during TLP bonding of SS 410 and SS 321 using a BNi-2 interlayer" Materials Chemistry and Physics 106 (2007) 109–11.
- [5].Brandes , E.A. Brook , G.B. "Smithells metal reference book" 7th edu,11-7-11-485,oxford,uk,Butterworth,Heinemann (1992).
- [6]. P. Villars, A Prince and H. Okamoto: "Handbook of Ternary Alloy Phase Diagrams", ASM International, Materials Park, OH, USA, 1995,5508-5513.
- [7]. R. Bakhtiari, A. Ekrami. "The effect of gap size on the microstructure and mechanical properties of the transient liquid phase bonded FSX-414 superalloy". Mat 40(2012)130-137.
- [8]. 34. J.S.C. Jang and H.P. Shih: "Evolution of Microstructure of AISI 304 Stainless Steel Joint Brazed by Mechanically Alloyed Nickel Base Filler with Different Silicon Content", Journal of Material Science Letters, Vol. 22, 2003, 79-82.
- [9]. Pouranvari M, Ekrami A, Kokabi AH. "Microstructure–properties relationship of TLP-bonded GTD-111 nickel-base superalloy". Mater Sci Eng A. 2008;490:229–34.
- [10]. W.F. Gale and E.R. Wallach: "Wettability of nickel alloys by boron containing brazes", Welding Research, 1991 (March), 76s-79s.
- [11]. O.A. Idowu, N.L. Richards, M.C. Chaturvedi, Mater. Sci. Eng. A 397(2005) 98–112.
- [12]. R. Bakhtiari," The effect of TLP bonding temperature on microstructural and mechanical property of joints made using FSX-414 superalloy" . Ph.D Thesis on Materials Engineering . 2012.sharif university . (In Persian)

سازمان ایمیدروی ایران در بین شرکت های فولاد جهان با تولید ۱۴.۳ میلیون تن فولاد خام رده بیست و پنجم را کسب کرده است.
(کتاب مرجع فولاد ۹۳)

آیا می دانید؟

فراخوان گزارش مطالعات موردی

به اطلاع استادان، متخصصین و کارشناسان صنایع می‌رساند که هیأت تحریریه نشریه پیام فولاد تصمیم به اختصاص یک بخش از آن تحت عنوان "گزارش مطالعات موردی" در صنایع گرفته است.

این عنوان جهت توضیح نسبتاً کوتاه، شاید در حد یک یا دو صفحه برای کارهای انجام شده در صنعت که توانسته مشکل کوچکی از صنعت را حل کند تخصیص یافته است. به عنوان مثال در مطالعه موردی می‌توان به تحلیل علت شکست یک قطعه در صنعت و راه‌حل‌های کاهش شکست آن اشاره نمود و یا بررسی عوامل ایجاد خوردگی در یک قطعه و راه‌حل‌های جلوگیری از آن را مطرح کرد.

در این راستا از جنابعالی (استاد، مدیر، کارشناس و کاردان گرامی) درخواست می‌گردد هرگونه گزارشی در این رابطه داشته یا خواهید داشت جهت این نشریه ارسال فرمائید. قابل ذکر است که نشریه پیام فولاد به بیش از ۱۵۰۰ مرکز علمی و صنعتی و اعضاء انجمن ارسال می‌گردد. گزارشات ارسالی شامل چکیده، نتایج و بحث و جمع‌بندی و در صورت نیاز مراجع می‌باشد.

برگزاری همایش سمپوزیوم فولاد ۹۳

و فولاد، مدیریت تولید آهن و فولاد، متالورژی مکانیکی و شکل دهی، متالورژی جوشکاری، خوردگی و پوشش، انرژی، متالورژی فیزیکی و دیرگداز طبقه‌بندی و ارائه گردیدند. این همایش علاوه بر ارائه و انتشار دستاوردهای تحقیقات علمی و کاربردی انجام شده در سطح کشور، مکان مناسبی جهت طرح مشکلات و چالش‌های فراروی صنعت فولاد و چاره جوئی آن‌ها و تبادل نظر حضوری بین صاحب نظران صنعت فولاد کشور می‌باشد.

مراسم افتتاحیه صبح روز سه شنبه پنجم اسفند ماه برگزار گردید. در این مراسم پس از قرائت آیاتی از کلام الله مجید و پخش سرود ملی، در ابتدا خیر مقدم جناب آقای دکتر بابائی معاونت برنامه‌ریزی استانداری یزد سپس سخنرانی مدیر عامل شرکت چادرملو جناب آقای مهندس نوریان در ادامه گزارش دبیران اجرائی و علمی سمپوزیوم جناب آقای مهندس اسداله فرشاد و دکتر علی اشرفی ارائه گردید.

هفدهمین سمپوزیوم فولاد کشور، تحت عنوان توسعه معادن و صنایع آهن و فولاد همگام با توسعه پایدار در اقتصاد غیر نفتی توسط انجمن آهن و فولاد ایران و با مشارکت شرکت صنعتی و معدنی چادرملو با حضور ۱۰۰۰ نفر شرکت کننده در تاریخ ۵ و ۶ اسفند ۹۳ در مجتمع صنعتی و معدنی اردکان یزد برگزار گردید.

دریاری ارسال فراخوان سمپوزیوم، تعداد ۲۶۲ مقاله کامل در زمینه‌های مرتبط با موضوع سمپوزیوم به دبیرخانه واصل گردید. هر مقاله توسط ۳ نفر محقق در زمینه تخصصی مقاله داوری شد و در نهایت ۱۱۳ مقاله جهت چاپ در کتاب مجموعه مقالات و لوح فشرده سمپوزیوم و همچنین تعداد ۴۷ مقاله دیگر نیز جهت درج در لوح فشرده مورد پذیرش نهائی قرار گرفت. از بین این مقالات ۵۰ مقاله جهت ارائه حضوری و ۱۱۰ مقاله بصورت پوستر ارائه گردید. مقالات در بخش‌های تولید آهن



سمپوزیوم ارائه راهکارهایی برای فائق آمدن بر این مشکلات باشد.



پس از اتمام مراسم افتتاحیه، نمایشگاه بین المللی فولاد ۹۳ توسط مقامات گشایش یافت. این نمایشگاه تحت عنوان نمایشگاه بین المللی فولاد ۹۳ در کنار این سمپوزیوم بر پا گردید که در آن شرکت‌ها آخرین دستاوردهای پژوهشی، تکنولوژی و فنی در صنعت فولاد را به معرض نمایش گذاشتند در این نمایشگاه ۲۵۷ شرکت داخلی و ۳۱ شرکت خارجی (مجموعاً ۲۸۸ شرکت داخلی و خارجی) در زمینی به وسعت ۱۲۰۰۰ متر مربع به مدت ۲ روز به معرفی و ارائه تولیدات پرداختند. کشورهای ایتالیا، سوئیس، آلمان، بلاروس، سوئد، ترکیه، فرانسه، چین، اکراین و هند در این نمایشگاه حضور داشتند.



مراسم اختتامیه بعد از ظهر روز چهارشنبه ۶ اسفند ماه برگزار گردید. در این مراسم مطابق روال هر سال از برجستگان فولاد کشور در سال ۹۳ تقدیر بعمل آمد. این برجستگان توسط انجمن آهن و فولاد ایران انتخاب و با اهداء لوح از تلاش‌های این عزیزان در جهت روند توسعه صنعت فولاد کشور در ابعاد علمی و صنعتی قدردانی گردید.

پس از آن رئیس هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران جناب آقای پروفسور نجفی زاده در سخنانش ضمن خیر مقدم، گزارشی از فعالیت‌ها و رشد و توسعه انجمن ارائه نمودند. ایشان درباره چالش‌های پیش‌روی صنعت فولاد ایران افزودند: رشد جهانی تولید فولاد، عدم وجود تکنولوژی‌های نوین، تغییر قوانین مالیاتی و الزامات زیست محیطی، صنعت فولاد ایران را با محدودیت‌هایی مواجه نموده است. وی دستیابی به فناوری‌های جدید، کاهش قیمت تمام شده و دستیابی به تکنولوژی‌های ترکیبی را ضروری دانست و در ادامه به این نکته اشاره کردند که باید ضمن جذب نخبه‌ها به این صنعت، نیازهای مصرف‌کنندگان داخلی و خارجی را شناسایی کنیم.



در پایان مراسم نماینده مردم اردکان در مجلس شورای اسلامی، جناب آقای دکتر تابش به عنوان سخنران مدعو با بیان اینکه برگزاری سمپوزیوم در سایت صنایع معدنی، آغاز تغییر رویکرد کاهش اتکا به منابع نفتی و تحقق اقتصاد مقاومتی مورد نظر مقام معظم رهبری با استفاده از فرصت‌های این بخش باشد، تصریح کرد بی شک توجه و عنایت به معادن متنوع صنایع فراوری معدنی می‌تواند ما را در دستیابی به اهداف اقتصاد مقاومتی و تحقق توسعه پایدار و متوازن در کشور رهنمون سازد. وی گفت: عمده‌ترین چالش‌های امروز صنعت فولاد ایران و جهان، چالش در توازن زنجیره تولید، چالش در بهینه کردن مصرف انرژی، چالش در کاهش مصرف آب و چالش در رعایت استانداردهای زیست محیطی است.

ایشان اشاره کردند علاوه بر این چهار چالش، دو نکته حائز اهمیت دیگر وجود دارد، یکی تلاش برای رفع و کاهش بحران حاکم بر منابع فولاد کشور در زمان حال و دیگری تحقق توسعه پایدار صنعت فولاد در دراز مدت است که انشاءالله خروجی این

۳- جناب آقای مهندس احمد کیوان آرا

دارای مدرک کارشناسی ارشد در رشته مدیریت دولتی، شروع به کار در شرکت ذوب آهن اصفهان از سال ۱۳۵۴ با عناوین سرپرست دفتر فنی فولاد سازی- مهندس تعمیرات بخش- سرپرست بخش فولاد سازی- مدیر بخش فولاد سازی- مدیر ارشد تولید- معاونت بهره برداری، عضویت در هیأت مدیره شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان و قائم مقام مدیرعامل، مؤسس شرکت آهن و فولاد ارفع و عضو هیأت مدیره و مدیرعامل این شرکت، مؤسس شرکت آهن و فولاد سرمد ابرکوه و عضو هیأت مدیره این شرکت، دریافت لوح تقدیر از استانداران وقت اصفهان و یزد، دریافت لوح تقدیر صنعتگر برتر ریاست جمهوری از سه دوره ریاست جمهوری سابق و اسبق، عضو هیأت مدیره ذغال سنگ کرمان، عضو هیأت مدیره شرکت مهندسی بین المللی فولاد تکنیک، گذراندن دوره آموزشی در کشورهای ژاپن، شوروی و اکراین، کارشناس رسمی قوه قضائیه در رشته فولاد و فلزات.

۴- جناب آقای مهندس حسین انصاری

متولد سال ۱۳۳۲، لیسانس مهندسی متالورژی از دانشگاه علم و صنعت، سرپرست ذوب شرکت ایرفو، مدیرعامل و رئیس هیأت مدیره شرکت چدن سازان، مدیرعامل و مجری طرح بازسازی ناشی از خسارت جنگی شرکت لوله سازی خوزستان، دریافت لوح تقدیر در زمینه ساخت فولاد آلیاژی جهت تولید آچار در شرکت ابزاران، دریافت لوح های تقدیر متعدد از وزارت صنایع و معادن کشور، عضویت در انجمن ریخته گری ایران- انجمن مهندسين متالورژی- انجمن همگن ریخته گری اصفهان- انجمن آهن و فولاد ایران- انجمن تولید کنندگان فولاد ایران.

در پایان به برگزار کنندگان سمپوزیوم آقای مهندس محمود نوریان و دکتر عباس نجفی زاده و همچنین دکتر علی اشرفی و مهندس اسداله فرشاد دبیران علمی و اجرایی سمپوزیوم و آقای مهندس مصری نژاد لوح یادبودی اهداء گردید.



اسامی این افراد به شرح زیر می باشد:

۱- جناب آقای دکتر محمود نیلی احمد آبادی

لیسانس مهندسی مواد از دانشگاه شیراز، فوق لیسانس مهندسی مواد از دانشگاه صنعتی شریف، دکترای مهندسی متالورژی از دانشگاه توهو کو ژاپن، استاد دانشگاه تهران، انتشار ۹۰ مقاله در مجلات علمی- بین المللی (ISI)، انتشار بیش از ۹۰ مقاله در کنفرانس های داخلی و بین المللی، راهنمایی و مشاوره ده ها پایان نامه کارشناسی ارشد و دکترا، تألیف کتاب تحت عنوان زیست مواد، ریاست انجمن مهندسی متالورژی، معاونت پژوهشی دانشکده فنی دانشگاه تهران، رئیس پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران، ریاست دانشگاه تهران، دوسال حضور در جبهه، معاونت نیروی هوایی سپاه، استاد نمونه دانشگاه تهران، پژوهشگر نمونه دانشگاه تهران، دریافت جایزه بین المللی COMSTEC، کسب رتبه دوم در جشنواره بین المللی خوارزمی.

۲- جناب آقای مهندس محمد فروزنده

متولد سال ۱۳۳۲، کارشناسی مدیریت از دانشگاه تهران، کارشناسی ارشد مدیریت از دانشکده فرماندهی و ستاد، سال اخذ آخرین مدرک تحصیلی ۱۳۷۶، معاون و استاندار خوزستان، فرمانده قرارگاه مهندسی خاتم الانبیاء، جانشین ستاد کل نیروهای مصلح، وزیر دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، مدیرعامل فولاد خوزستان، رئیس بنیاد مستضعفان انقلاب اسلامی، عضو در مجمع تشخیص مصلحت نظام از سال ۱۳۸۵ تا کنون، دریافت مدال درجه یک و درجه دو فتح، استاد دانشکده فرماندهی و ستاد، عضویت هیأت عامل ایمیدرو به مدت ۵ سال، ارائه مشاوره در زمینه های مدیریت.

شرکت فولاد مبارکه اصفهان

رشد ۳/۶ درصدی تولید فولاد خام گروه فولاد مبارکه در سال ۹۳

تولید فولاد خام گروه فولاد مبارکه در سال ۱۳۹۳ با ۳/۶ درصد رشد نسبت به مدت مشابه سال قبل به بیش از ۷/۴ میلیون تن رسید. مدیر ارشد تولید فولاد مبارکه اصفهان ضمن تأیید این خبر اعلام کرد: در سال ۱۳۹۳ مقدار ۷ میلیون و ۴۲۴ هزار تن فولاد خام در گروه فولاد مبارکه (فولاد مبارکه - فولاد سبا - فولاد هرمزگان) تولید شد که این میزان در مدت مشابه سال قبل مقدار ۷ میلیون و ۱۶۸ هزار تن بوده است. مختار بخشیان در این رابطه به دستاوردهای تولید در محصولات مختلف فولاد مبارکه و شرکت‌های زیر گروه این شرکت اشاره کرد و با بیان اینکه در سال گذشته مقدار ۷ میلیون و ۲۴۷ هزار تن گندله در شرکت فولاد مبارکه اصفهان تولید شد افزود: این میزان در سال ۹۲ مقدار ۷ میلیون و ۱۴۱ هزار تن بوده است. وی در ادامه از تولید ۸ میلیون و ۸۳۶ هزار تن آهن اسفنجی در گروه فولاد مبارکه در سال ۹۳ خبر داد و اظهار نمود: این میزان در مدت مشابه سال قبل مقدار ۸ میلیون و ۱۶۸ هزار تن بوده است. همچنین در سال ۹۳ مقدار ۶ میلیون و ۱۵ هزار تن کلاف گرم در شرکت فولاد مبارکه و فولاد سبا تولید شد که این میزان در سال ۹۲ به میزان ۵ میلیون و ۸۴۶ هزار تن بوده است. مهندس بخشیان تصریح کرد: در سال گذشته مقدار ۱ میلیون و ۴۳۱ هزار تن کلاف سرد در شرکت فولاد مبارکه اصفهان تولید شد که این میزان در سال ۹۲ به مقدار ۱ میلیون و ۳۳۸ هزار تن بوده است.

بومی سازی گیربکس میکسرهای واحد گندله سازی

گیربکس‌های تحریمی مربوط به میکسرهای واحد گندله سازی که در تولید ۶۰ درصد گندله مورد نیاز فولاد مبارکه نقش دارند با همت کارشناسان فولاد مبارکه و همکاری شرکت‌های داخلی با قیمت تمام شده یک بیست و هشتم نمونه خارجی آن در داخل کشور بومی سازی شد.

صادرات ۲ میلیون تن محصول به بازارهای جهانی

محمود اکبری معاون فروش و بازاریابی شرکت فولاد مبارکه

اصفهان سال ۹۳ را یکی از چالشی ترین سال‌های صنعت فولاد جهان برشمرد و تصریح کرد: با توجه با این شرایط، صادرات ۱/۵ میلیون تن محصولات فولاد مبارکه به ارزش ۷۰۰ میلیون دلار به بازارهای جهانی برگ زرین دیگری بر افتخارات شرکت فولاد مبارکه اصفهان است، ضمن اینکه گروه فولاد مبارکه اصفهان (فولاد مبارکه، هرمزگان، امیرکبیر کاشان و ورق خودرو چهارمحال و بختیاری) برای سال ۹۴ نیز صادرات ۲ میلیون تن محصول را هدف گذاری نموده است.

راه اندازی آزمایشی خط جدید سولفورزدائی در شرکت فولاد مبارکه اصفهان

همزمان با افزایش تولید فولاد مذاب در ناحیه فولادسازی فولاد مبارکه، اولین ذوب آزمایشی خط جدید سولفورزدائی در هفتم اردیبهشت ماه با موفقیت عملیاتی شد تا از این پس با راه اندازی این خط جدید، فرآیند تصفیه فولاد مذاب تکمیل و امکان تولید گریدهای مختلف فولادهای کیفی در شرکت فولاد مبارکه اصفهان فراهم گردد. این خبر را مهرداد عبدالرحیم زاده مدیر توسعه نواحی آهن سازی و فولادسازی داد و گفت: برای تولید فولادهای کیفی خاص، فولاد مذاب پس از خروج از کوره‌های قوس الکتریکی جهت بهبود خواص متالورژیکی و تنظیم درجه حرارت وارد کوره‌های پاتیلی و پس از آن جهت کاهش سولفور وارد بخش سولفورزدائی می گردد که این خط قادر به کاهش میزان سولفور به مقدار کمتر ۱۰ PPM در فولاد مذاب می باشد. سروش جعفری مهندس اجرای توسعه ناحیه فولادسازی فولاد مبارکه نیز در خصوص کاربرد این قبیل فولادها اذعان داشت: فولادهای سولفورزدایی شده در تولید فولادهای گرید IF برای تهیه قطعات کشش عمیق خودرو، ساخت بدنه کشتی، فولادهای گرید EL-Steel برای ساخت ترانسفورماتور و گرید API جهت مصارف لوله‌های نفت، گاز، آب و دیگ بخار به کار می روند.

شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان

بالاترین میزان رشد تولید ذوب آهن اصفهان در بین واحدهای فولادی کشور

دکتر سعد محمدی مدیر عامل ذوب آهن اصفهان دستیابی به تولید ۲ میلیون و ۷۰۰ هزار تن فولاد خام در سال ۹۳ که برای اولین بار در تاریخ ذوب آهن رقم خورد را یکی از

ترکیه تأمین می نمایند، و با تولید این نوع تیر آهن بدلیل کیفیت بالای آن، ذوب آهن اصفهان می تواند بازار صادرات این محصولات که سالانه بالغ بر ۱۵۰ هزار تن می باشد را در اختیار گیرد.

شرکت فولاد هرمزگان

تولید موفقیت آمیز فولادهای با استحکام بالا در فولاد هرمزگان

به گفته احمد قرائی در راستای اهداف سازمانی و نقشه راه ترسیم شده توسط مدیرعامل و معاون بهره برداری شرکت، مبنی بر تولید محصولات ویژه با توجه به شرایط خاص بازار و خودکفایی کشور، برای اولین بار در کشور کارکنان شرکت فولاد هرمزگان در یک کار گروهی موفق شدند ۲ هزار تن تختال فولادی با گرید P460 تولید کنند. وی با اشاره به اهمیت این نوع محصول و موارد استفاده آن افزود: فولاد مذکور در صنایع نفت و گاز و مخازن تحت فشار کاربرد دارد که می تواند صنایع وابسته به نفت، گاز و پتروشیمی را از واردات این نوع فولاد بی نیاز نماید. قرائی در ادامه گفت: میزان تولید محصولات ویژه در سال ۹۲، ۵۶ هزار تن بود که تا نیمه نخست بهمن ماه سال ۹۳ به ۲۷۰ هزار تن افزایش یافته است.

مهمترین دستاوردهای این شرکت در سال ۹۳ عنوان کرد و افزود: افزایش تولید حدود ۲۰ درصدی در ذوب آهن نسبت به سال ۹۲ افتخار بزرگی است که توسط تمام تلاشگران شرکت حاصل شد و برترین میزان رشد تولید در بین واحدهای فولادی کشور محسوب می شود. مدیرعامل ذوب آهن با اشاره به رشد ۸ درصدی تولید فولاد خام کشور در سال گذشته گفت: خوشبختانه این شرکت در تمام بخش های تولیدی از جمله آگلومراسیون، کوره بلند، کک سازی و غیره شاهد رشد چشمگیری بود. دکتر سعد محمدی میزان فروش و صادرات شرکت در سال ۹۳ را ۵۶ درصد بیشتر از سال ۹۲ اعلام کرد و تصریح نمود. مدیرعامل ذوب آهن با اشاره به اینکه این شرکت، تنها فولادساز ایران به شیوه کوره بلند است خاطر نشان ساخت: برخلاف سایر کشورهای دنیا در ایران هزینه انرژی در شیوه کوره بلند بسیار بیشتر از شیوه قوس الکتریکی است چرا که شرکت هایی که از شیوه قوس الکتریکی استفاده می کنند از گاز با سوبسید دولتی بهره مند هستند. دکتر سعد محمدی، صرفه جویی های صورت گرفته در ذوب آهن را بسیار ارزنده برشمرد و افزودند: مصرف مواد آهن دار، برق، آب صنعتی و گاز طبیعی در سال ۹۳ کاهش چشمگیری داشته و موجب کنترل هزینه ها شده است. ضمن اینکه قیمت تمام شده محصول در ذوب آهن نیز برخلاف سایر کارخانه های تولید فولاد کشور در سال گذشته کاهش یافته و البته باز هم می تواند کاهش یابد.

شرکت فولاد آلیاژی ایران

رشد ۱۲ درصدی صادرات و ۸ درصدی تولیدات در شرکت فولاد آلیاژی ایران

به گزارش روابط عمومی شرکت فولاد آلیاژی ایران، این شرکت در راستای تحقق شعار سال ۹۳ «اقتصاد و فرهنگ» با عزم ملی و مدیریت جهادی «در سال ۱۳۹۳ بالغ بر ۴۱۹,۰۰۰ تن فولاد خام از انواع عملیات حرارت پذیر، سخت شونده سطحی، میکرو آلیاژ، فتر، ابزار سردکار، ابزار گرم کار، بلبرینگ، خوش تراش، زنگ نزن، دما بالا و صنعتی در شرکت فولاد آلیاژی ایران تولید گردیده که در مقایسه با مدت مشابه سال ۱۳۹۲ (۳۸۷,۰۰۰ تن)، بیش از ۸ درصد (معادل ۳۲,۰۰۰ تن) افزایش داشته است.

تولید محصولات جدید در ذوب آهن اصفهان

مهندس مرتضی سالاری مدیر مهندسی نورد ذوب آهن اصفهان با اعلام این خیر گفت: به دنبال درخواست های مکرر تعدادی از مشتریان خارجی مبنی بر تولید تیر آهن های سبک و فوق سبک، پس از حدود دو ماه مطالعه و نهایتاً طراحی مطابق اولین درخواست مشتری و آماده نمودن غلتک ها و قطعات تکنولوژی و شمش مورد نیاز بر اساس گراف از قبل تعیین شده، فولاد مردان این شرکت برای اولین بار در تاریخ ۹۳/۱۲/۱۹ و در محل کارگاه نورد ۵۰۰ اقدام به تولید تیر آهن (IPE 3a) نمودند که پس از موفقیت در این پروژه، تولید (IPE 5a) نیز پس از تست های لازم با موفقیت انجام گردید. وی افزود: تیر آهن (IPE 3a) دارای وزن ۹/۴ kg/m و تیر آهن (IPE 5a) دارای وزن ۸/۵ kg/m می باشد که در برخی کشورهای همسایه کاربردهای صنعتی دارد و این کشورها هم اکنون نیازهای خود را از کشور

اخبار از سایت های بین المللی^۱

تأسیس مرکز تحقیق و توسعه دربرزیل

بزرگترین شرکت فولادی برزیل، آرسلومیتال توبرو در نظر دارد دوازدهمین شرکت جهانی تحقیق و توسعه را در ماه جاری افتتاح کند. این مرکز با هدف ابداع محصولات جدید فولادی برای صنایع خودرو، انرژی و ماشین آلات ایجاد می‌گردد. سرمایه‌گذاری ۲۰ میلیون دلاری در طول پنج سال آینده مرکز جدید را قادر خواهد ساخت تا بر روی محصولات فولادی و توسعه‌ی پروژه‌ها و سرویس‌دهی به مشتریان متمرکز شود. براساس گفته مسئولین آرسلومیتال کاری که در این مرکز انجام می‌گیرد تکمیل امکانات موجود در سرتاسر جهان است و با این کار سه رکن استراتژیک گروه آرسلومیتال یعنی کیفیت، پایداری و ایمنی تکمیل می‌گردد.

ماشین آلات صنعتی، وسایل نقلیه کشاورزی و اکسل خودرو استفاده کرد.

گزارش تولید فولاد خام جهان

انجمن فولاد جهان در گزارشی از ۶۵ عضو این گروه اعلام کرد که حجم تولید فولاد خام در ماه فوریه به ۱۲۸ میلیون تن رسیده است که در مقایسه با مدت مشابه سال قبل ۰/۶ درصد افزایش داشته است. در چین تولید فولاد خام برای ماه فوریه ۶۵ میلیون تن محاسبه شد. کل تولید این کشور در ماه ژانویه و فوریه ۱۳۰/۵ میلیون تن بود. ژاپن ۸/۴ میلیون تن فولاد خام در فوریه ۲۰۱۵ تولید کرد که یک کاهش ۰/۲ درصدی را نسبت به ماه فوریه ۲۰۱۴ نشان می‌دهد و در کره جنوبی تولید ۵/۱ میلیون تن بوده که یک کاهش ۴/۴ درصدی را نسبت به زمان مشابه سال قبل نشان می‌دهد. در اروپا آلمان با تولید ۳/۵ میلیون تن یک کاهش ۱/۶ درصدی داشت. صنایع فولادسازی ایتالیا با تولید ۲ میلیون تن یک کاهش ۹/۷ درصدی و فرانسه با تولید ۱/۳ میلیون تن یک کاهش ۱/۶ درصدی و اسپانیا با تولید ۱/۱ میلیون تن یک کاهش ۴/۴ درصدی را نشان می‌دهد. میزان تولید صنایع فولادسازی ترکیه در فوریه سال ۲۰۱۵ با کاهش ۱۲/۲ درصدی به میزان ۲/۴ میلیون تن رسید. تولید فولاد خام روسیه نیز با ۵/۶ درصد افزایش به میزان ۵/۷ میلیون تن رسید. اکراین با کاهش ۳۳/۲ درصدی فقط ۱/۶ میلیون تن و امریکا با تولید ۶/۳ میلیون تن یک کاهش ۷/۹ درصدی را نشان می‌دهد. کشور برزیل با تولید ۲/۷ میلیون تن در این دوره‌ی زمانی بیش از ۲/۳ درصد افزایش داشت. تولید فولاد خام ایران در ماه‌های ژانویه و فوریه ۲۰۱۵ توسط این انجمن ۲ میلیون و ۷۷۴ هزار تن اعلام گردید. این در حالی است که تولید مشابه سال قبل ایران ۲ میلیون و ۴۰۱ هزار تن بوده است. از سوی دیگر میزان رشد تولید فولاد در ایران بیش از کشورهای خاورمیانه بوده است و در عین حال نسبت به رشد منفی ۱/۳ درصدی کل جهان تفاوت چشمگیری داشته است.

تأمین محصولات فولادی شرکت فورد توسط شرکت

MMK

از کارخانه آهن و فولاد MMK به عنوان تأمین کننده فولاد کارخانه فورد در روسیه نام برده شده است. در حال حاضر دومورد از فولادهای فوق کم کربن در دسته طراحی‌های مختلف استفاده شده در تولید بخش‌های بدنه خودرو (از جمله جلو) برای فورد فوکوس به طور کامل پذیرفته شده است. همچنین این شرکت قصد دارد تا با تولید و عرضه فولادهای دوفازی و میکروآلیاژی هردو با پوشش گالوانیزه و نورد سرد بدون پوشش، این کارخانه خودرو را حمایت کند.

تاتا استیل و محصول جدید با نام Celsius 420

تاتا استیل یک نوع جدید از فولاد را معرفی کرده است که ساخت و ساز ساختمان‌های جدید را تسریع می‌بخشد و منجر به کاهش وزن ماشین آلات یا وسایل نقلیه بزرگ می‌شود. این محصول به شکل لوله‌ی فولادی است با نام Celsius 420، شناخته می‌شود و به گفته تاتا استیل در پروژه‌های ساختمانی کاربرد دارد. به گفته مدیرعامل این شرکت، با ورود این محصول به بازار یک تحول عظیمی در بخش محصولات تو خالی سازه‌های فولادی ایجاد می‌گردد. این محصول با کاهش قابل توجه وزن، تیم ساخت و ساز را قادر خواهد ساخت تا با صرفه‌جویی در زمان سبب کاهش میزان هزینه‌ها شوند. از این محصول همچنین می‌توان در بخش محصولات مکانیکی مانند

۱. منابع:

www.steeltimesint.com
www.AIST.org
www.fooladnews.com

اختصاص یارانه به معادن سنگ آهن چین

به گزارش ایمیدرو به نقل از سایت چاینا مایننگ، گزارش شده که بسیاری از معادن پرهزینه در نتیجه افت قیمت های جهانی بسته شده اند. چین که بزرگترین تولیدکننده فولاد در جهان است، مدتهاست که نگران افزایش وابستگی خود به شرکت های معدنی خارجی است و سعی کرده که از نظر تأمین سنگ آهن خودکفا باشد اما معادن داخلی قادر به رقابت با تولیدکنندگان استرالیایی و برزیلی نیستند. کارشناسان و تحلیلگران مالی اعلام کردند که دولت به زودی سیاست های جدیدی را اتخاذ خواهد کرد تا از بخش معادن سنگ آهن حمایت مالی کند. اما هنوز جزئیات این اقدام مشخص نیست.

روزانه در ماه های ژانویه و فوریه که ۲/۲۴ میلیون تن بود در ماه مارس ۱/۳ درصد رشد داشت و ۲۶ هزار تن بالاتر رفت. این موضوع موجب شد میانگین تولید در ۳ ماهه اول امسال ۲/۸ درصد به میزان ۶۱۳۰۰ تن در روز نسبت به ۳ ماهه آخر سال ۲۰۱۴ که ۲/۲۲ میلیون تن در روز بوده افزایش داشته باشد. تقاضای فولاد در چین روند نزولی خواهد داشت چون سرمایه گذاری در دارایی های ثابت رو به پایین است. سرمایه گذاری در صنایع ماشین سازی، اتومبیل، تولید نیرو و تجهیزات برق در ماه مارس به ترتیب ۲/۲، ۲/۱ و ۰/۹ درصد نسبت به ماه های ژانویه و فوریه کاهش داشته است.

کاهش پیش بینی تولید مس در شیلی

شیلی (بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده مس در جهان) پیش بینی می کند که امسال ۵/۹۴ میلیون تن مس تولید خواهد کرد که قبلاً آن را ۶ میلیون تن تخمین زده بود. به گزارش «فولاد نیوز»، در گزارش روند تولید سالانه جهانی مس دست اندرکاران صنعت مس شیلی اظهار داشتند که سیل های اخیر بر روی پیش بینی های تولید آنان تأثیر منفی گذاشته و باران های سیل آسا فعالیت استخراج معادن شرکت کودلکو را متوقف کرده است. پیش بینی می شود که قیمت مس به طور میانگین امسال ۲/۸۵ دلار در هر پوند بوده و در سال آینده (۲۰۱۶) به ۲/۸ دلار کاهش پیدا کند.

قیمت سنگ آهن سال گذشته ۶۰ درصد کاهش یافته که دلیل آن افزایش تولید شرکت های معدنی بزرگ است که موجب عرضه مازاد از یک سو گردیده و از طرف دیگر رکود اقتصادی در چین (بزرگترین مصرف کننده سنگ آهن) نیز مزید بر علت شده است.

بازار فولاد چین

انجمن آهن و فولاد چین اخیراً اعلام کرد که به دلیل افزایش تولید فولاد در ماه مارس و پایین بودن تقاضا و روند نزولی قیمت مواد اولیه، قیمت آهن آلات در چین روند نزولی خواهد داشت. به گزارش «فولاد نیوز»، این انجمن اشاره کرد افزایش قیمت در ماه مارس باعث بالا رفتن تولید شد، متوسط تولید

جناب آقای مهندس علی پاینده

عضو محترم هیئت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

بدینوسیله انتصاب بجا و شایسته جنابعالی را به سمت مدیرعامل گروه ملی صنعتی فولاد ایران تبریک عرض نموده، توفیق روز افزون حضرتعالی را از درگاه منان خواستارم.

دکتر عباس نجفی زاده

رئیس هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

جناب آقای مهندس ناصر تقی زاده

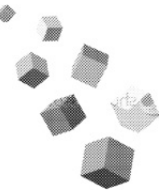
بدینوسیله انتصاب بجا و شایسته جنابعالی را به سمت مدیرعامل شرکت معدنی و صنعتی گل گهر سیرجان تبریک عرض نموده، توفیق روز افزون حضرتعالی را از درگاه منان خواستارم.

دکتر عباس نجفی زاده

رئیس هیأت مدیره انجمن آهن و فولاد ایران

عناوین مقالات مندرج در مجلات بین المللی آهن و فولاد
(در این شماره)

Journal of Iron and Steel Research, International
Volume 22, Issue 4, Pages 279-370 (April 2015)



- **Velocity Preset and Transitional Zone's Shape Optimization for Tailor Rolled Blank**
April 2015, Dong-cheng WANG | Lian-chao DONG | Hong-min LIU | Yan WANG
- **Model of Iron Ore Sintering Based on Melt and Mineral Formation**
April 2015, Jun ZHANG | Xing-min GUO | Yuan-hong QI | Ding-liu YAN
- **Softening and Melting Behavior of Ferrous Burden under Simulated Oxygen Blast Furnace Condition**
April 2015, Hua-jie ZHANG | Xue-feng SHE | Yi-hua HAN | Jing-song WANG | Fan-bo ZENG | Qing-guo XUE
- **Influence of Cohesive Zone Shape on Solid Flow in COREX Melter Gasifier by Discrete Element Method**
April 2015, Li-hao HAN | Zhi-guo LUO | Heng ZHOU | Zong-shu ZOU | Yu-zhu ZHANG
- **Solid-phase Decarburization Kinetics of High-carbon Ferromanganese Powders by Microwave Heating**
April 2015, Li-na GUO | Jin CHEN | Jing ZHAO | Wan-ming LIN | Wen-li SHI | Min LIANG
- **Abrasive Wear Resistance of Dual Phase Steels DP980 and DP600**
April 2015, Xiu-lin JI | Ju-yi WANG | Cui-cui JI | Jian-hua ZHAO
- **Effects of Different Substrates on Microstructures and Mechanical Properties of a Bulk Nanocrystalline Structure Pure Iron Prepared by Aluminothermic Reaction Casting**
April 2015, Xiao-juan ZHEN | Pei-qing LA | Cui-ling LI | Su-lei HU
- **Carbide Evolution in High Molybdenum Nb-microalloyed H13 Steel during Annealing Process**
April 2015, Tian-sheng LI | Fu-ming WANG | Chang-rong LI | Guo-qing ZHANG | Qing-yong MENG
- **Microstructure and Mechanical Properties of Precipitation Strengthened Fire Resistant Steel Containing High Nb and Low Mo**
April 2015, Zheng-yan ZHANG | Qi-long YONG | Xin-jun SUN | Zhao-dong LI | Jun-yu KANG | Guo-dong WANG
- **Microstructural Evolution and Properties of a High Strength Steel with Different Direct Quenching Processes**
April 2015, Feng LU | Chao WANG | Long LÜ | Zhao-dong WANG | Guo-dong WANG | Raja Devesh Kumar MISRA
- **Simulated Corrosion Test of Q₂₃₅ Steel in Diatomite Soil**
April 2015, Jian LI | Hang SU | Feng CHAI | Xiao-ping CHEN | Xiang-yang LI | Hui-min MENG
- **Effects of Pre-strain and Temperature on Bake Hardening of TWIP 900 CR Steel**
April 2015, Suleyman KILIC | Fahrettin OZTURK | Tayfun SIGIRTMAC | Gokhan TEKIN
- **Cementite Characterization with Chromium and Vanadium Contents Using Indentation Technique**
April 2015, John Jairo CORONADO | Sara Aida RODRÍGUEZ

ترجمه‌ی دو چکیده مقاله از مجله:

Journal of Iron and Steel Research, International
Volume 22, Issue 4, Pages 279-370 (April 2015)

مشخصه‌یابی سمنتیت در میزان مختلف کروم و وانادیوم با استفاده از تکنیک دندانده‌ای

Cementite Characterization with Chromium and Vanadium Contents Using Indentation Technique

چند هایی با مقدارهای متفاوت از کروم و وانادیوم مشخصه‌یابی شد. تافنس شکست با استفاده از تکنیک دندانده‌ای، همراه با میکروسختی و مدول الاستیک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بار ۱ نیوتن، میکروسختی سمنتیت با ۵/۱ درصد کروم ۱۰/۵۳ گیگا پاسکال، میکروسختی سمنتیت با ۹/۲ درصد کروم به ۱۱/۲۵ گیگا پاسکال افزایش یافت و برای سمنتیت حاوی ۴/۵ درصد وانادیوم میکروسختی ۹/۱۸ گیگا پاسکال بدست آمد. سمنتیت با ۹/۲ درصد کروم بالاترین میزان مدول الاستیک، ۲۳۰/۴ گیگا پاسکال و سمنتیت با ۴ درصد وانادیوم کمترین میزان، ۲۰۱/۳۲ گیگا پاسکال را نمایان کرد. سمنتیت با ۵/۱ درصد کروم تافنس شکست بالاتری در مقایسه با سمنتیت با ۹/۲ درصد کروم نشان داد. در هر صورت سمنتیت با ۴/۵ درصد وانادیوم بالاترین تافنس شکست، $2.74 \text{ MPa.m}^{1/2}$ و کمترین شاخص تردی، $3.35/\mu\text{m}^{-1/2}$ را داراست.

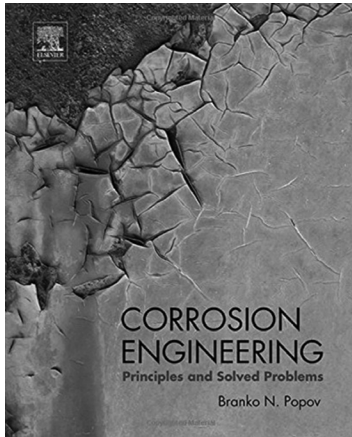
ارزیابی کاربید در فولاد H13 مولیبدن بالا و میکروآلیاژی نیویوم طی عملیات آنیل

Carbide Evolution in High Molybdenum Nb-microalloyed H13 Steel during Annealing Process

بر اساس نرم افزار ترمودینامیکی ترمو-کالک، نوع کاربیدهای رسوبی و میزان آنها در فولاد H13 مولیبدن بالا و میکروآلیاژی نیویوم (NMH13) محاسبه گردید. ترکیب، مورفولوژی و توزیع کاربیدها بعد از عملیات آنیل کروی برای دو فولاد فورج با استفاده از میکروسکوپ نوری، میکروسکوپ الکترونی روبشی و عبوری و با استفاده از طیف سنجی پراش انرژی اشعه ایکس مورد ارزیابی قرار گرفت. M_6C و VC، $M_{23}C_6$ در فولاد H13 بعد از عملیات آنیل کروی نمایان شدند، این در حالی است که M_6C ، M_2C ، $M_{23}C_6$ و (V, Nb)C در فولاد NMH13 مشاهده گردید. بهر حال، آنچه مشاهده گردید این است که نیویوم بطور مؤثری پایداری فاز MC را افزایش می‌دهد و میزان مولیبدن بالا رسوب فازهای ریز کروی M_2C را در فولاد NMH13 تسریع می‌کند. میزان کاربیدهای ریز در فولاد NMH13 بطور مشخص با کاربیدهای رسوب کرده از فاز فریت (M_2C , M_6C) افزایش می‌یابد، که این بر اساس یافته‌های حاصل از محاسبات ترمودینامیکی است.



معرفی کتاب



عنوان کتاب: مهندسی خوردگی

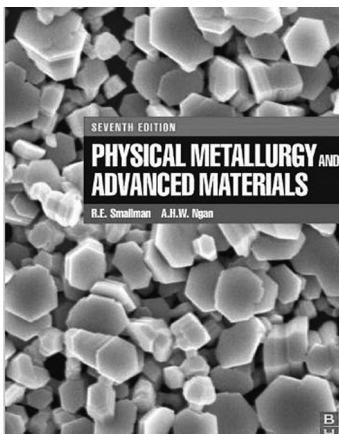
عنوان انگلیسی: Corrosion Engineering

نویسنده: Branko N. Popov

سال نشر: ۲۰۱۵

معرفی:

این کتاب مباحث مهندسی خوردگی را با یک توصیف نظری گسترده‌ای از اصول تئوری خوردگی، پسیواسیون و استراتژی ممانعت خوردگی و طراحی سیستم‌های حفاظت در برابر خوردگی پوشش می‌دهد. این کتاب همزمان با نتایج منتشر شده در مقالات و مطالب علمی بیست ساله اخیر به روزرسانی گردیده است. مطالعات موردی مربوط به مشکلات حل شده در زمینه خوردگی و آنالیز آن در این کتاب به خوانندگان کمک می‌کند تا به مباحث پایه‌ای خوردگی و چگونگی کنترل آن آشنا شوند. این کتاب از طریق پوشش مباحثی از قبیل: الکتروشیمی، ترمودینامیک، مکانیک، مهندسی محیط زیست و مهندسی عمران سعی در ارائه‌ی همه‌ی مطالب در زمینه‌ی ماهیت چند رشته‌ای مهندسی خوردگی دارد.



عنوان کتاب: متالورژی فیزیکی و مواد پیشرفته

عنوان انگلیسی: Physical Metallurgy and Advanced Materials

نویسندگان: R.E. Smallman & A.H.W. Ngan

سال نشر: ۲۰۱۱

معرفی:

ویرایش هفتم متالورژی فیزیکی و مواد پیشرفته در زمینه مباحث پایه‌ای متالورژی و علم مواد صحبت می‌کند. در سال‌های ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۹ شش ویرایش از این کتاب ارائه شده بود. این ویرایش به روز شده‌ی شماره‌های قبلی است. موضوعاتی که در این کتاب مطرح شده‌اند عبارتند از:

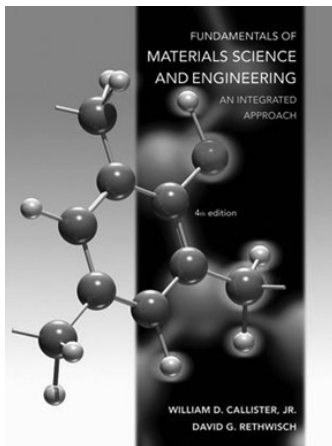
اتم‌ها و نظم اتمی، ساختار و سیستم‌های تعادلی فازها، عیوب کریستالی، مشخصه‌یابی و آنالیز مواد، خواص فیزیکی و مکانیکی مواد. این کتاب همچنین حاوی فصل‌هایی در زمینه خواص موادی از قبیل مواد پیشرفته، شیشه، پلیمر، پلاستیک، کامپوزیت، بیومتریال و نانومتریال است.

عنوان کتاب: اصول علم و مهندسی مواد؛ رویکردی یکپارچه

عنوان انگلیسی: Fundamentals of Materials Science and Engineering: An Integrated Approach

نویسنده: William D. Callister, David G. Rethwisch

سال نشر: ۲۰۱۲



معرفی:

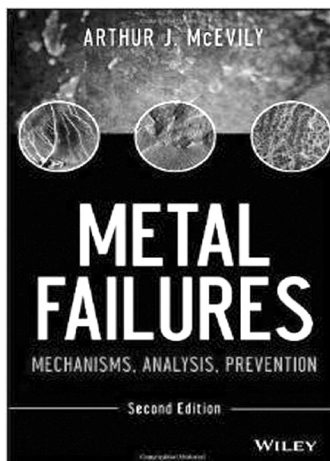
ویرایش چهارم کتاب اصول علم و مهندسی مواد همچنان از رویکردی یکپارچه در ساختار موضوعات استفاده کرده است. به این صورت که، یک ساختار خاص، مشخصه و یا یک ویژگی در یک زمان برای هر سه نوع مواد پایه مورد بررسی قرار می‌گیرد. این مواد پایه شامل فلز، سرامیک و مواد پلی‌متریک می‌شوند. این سبک ارائه برای معرفی اولیه غیر فلزات و پشتیبانی از نقش مهندسان در انتخاب مواد براساس مشخصه‌های آن‌ها مناسب است. کتاب اصول علم و مهندسی مواد همچنین شامل مباحث جدید و به‌روزتر مواد است. از اصطلاحات روشن و آشنا برای دانشجویان استفاده می‌کند. این کتاب، مواد را در سطحی مناسب ارائه می‌دهد که هم برای درک دانشجویان مناسب باشد و هم کسانی که پیش‌زمینه‌ای از مواد ندارند.

عنوان کتاب: شکست‌های فلزی: مکانیزم، آنالیز و پیش‌گیری

عنوان انگلیسی: Metal Failures: Mechanisms, Analysis, Prevention

نویسنده: Arthur J. McEvily, Jirapong Kasivittamnuay

سال نشر: ۲۰۱۳



معرفی:

این کتاب یکی از معدود متونی است که نه فقط طریقه وقوع شکست‌ها را پوشش می‌دهد بلکه روش‌های توسعه یافته برای افشای دلایل شکست را نیز بررسی می‌کند. این کتاب به مدت طولانی معتبرترین منبع موجود در زمینه تحلیل شکست متالورژیکی در نظر گرفته شده است. این کتاب اکنون در یک ویرایش کاملاً بازبینی شده، شامل فصل‌های به‌روز شده به‌همراه پوشش جدید مباحثی همچون رفتار الاستیک و تغییر شکل پلاستیکی، گلوپی، جنبه‌های پدیده شناختی فرسودگی، گسترش شکاف فرسودگی، آلیاژها و پوشش‌ها، تانسورها و علائم تانسور و موارد بیشتر دیگر می‌باشد.

بین‌المللی سمینارهای

No	Title	Location	Date	Organization
1	International Conference on Advances in Metallurgy of Long and Forged Products	Colorado, USA	12 - 15 Jul 2015	AIST
2	The Making, Shaping and Treating of Steel: 101	Ontario, Canada	15 - 17 Sep 2015	AIST
3	The 14th Worldwide Congress on Refractories	Hofburg in Vienna, Austria	15-18 Sep 2015	UNITECR
4	Materials Science & Technology 2015	Ohio, USA	04 - 08 Oct 2015	ACerS, AIST, ASM & TMS
5	28th ASM Heat Treating Society Conference and Exposition	Cobo Center Detroit, Michigan, USA	20 - 22 Oct 2015	Asminternational.

داخلی سمینارهای

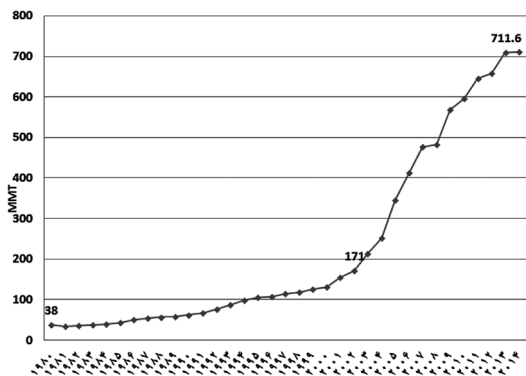
ردیف	عنوان	زمان	پایگاه اینترنتی
۱	اولین همایش ملی تأمین، نگهداری و تعمیرات ماشین آلات، تجهیزات و قطعات صنعت سیمان	۲۰ تا ۲۱ خرداد ماه ۹۴	http://rastak-expo.com
۲	کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی	۳۰ تیرماه ۱۳۹۴	http://rstconf.com
۳	پنجمین همایش بین‌المللی و نمایشگاه تخصصی صنعت ریخته‌گری	۵ تا ۷ مهرماه ۱۳۹۴	http://rastak-expo.com
۴	چهارمین کنفرانس بین‌المللی مواد مهندسی و متالورژی و نهمین همایش مشترک انجمن مهندسين متالورژی و جامعه ریخته‌گران ایران	۱۹ و ۲۰ آبان ماه ۱۳۹۴	http://imatconf.com
۵	پنجمین کنفرانس بین‌المللی مواد فوق ریزدانه و نانوساختار	۲۰ و ۲۱ آبان ماه ۱۳۹۴	http://ufgns15.ut.ac.ir

ارزیابی تولید چدن مذاب جهان و ایران در سال ۲۰۱۴

تهیه و تنظیم: مهندس محمد حسن جولازاده

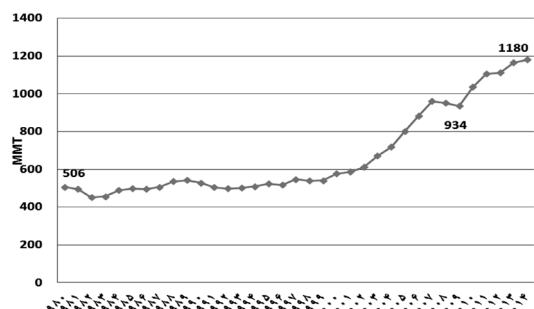
چدن مذاب یکی از ورودی‌های اصلی فولادسازی‌های دنیا به شمار می‌آید. میزان تولید چدن مذاب جهان در سال ۲۰۱۴، با ۱,۳٪ رشد به ۱۱۸۰ میلیون تن رسید. پنجمین سال متوالی است که میزان تولید چدن مذاب جهان از مرز یک میلیارد تن می‌گذرد. منابع اصلی تأمین چدن مذاب واحدهای کوره بلند است. مقدار کمی نیز در واحدهای کرکس و فاینکس (Corex & Finex) چدن مذاب تولید می‌شود. در سال قبل بیشترین تولید چدن مذاب جهان در ماه ژانویه به میزان ۱۰۱,۲۶ میلیون تن و کمترین تولید ماهیانه چدن مذاب دنیا نیز در ماه نوامبر به میزان ۹۱,۶۲ میلیون تن بوده است. با توجه به میزان تولید فولاد خام جهان در سال گذشته ۱۶۶۲ میلیون تن بوده است، نسبت تولید چدن مذاب بر فولاد خام جهان ۰,۷۱ محاسبه شده است. بعبارت دیگر هنوز فرایند تولید فولاد خام به روش پایه سنگ آهن ستون اصلی تولید فولاد دنیا به محسوب می‌شود. در شکل ۱ روند تولید چدن مذاب جهان از سال ۱۹۸۰ تا کنون، از نظر می‌گذرد. در دنیا طی سال‌های ۱۹۱۰ تاکنون بالغ بر ۳۷,۴۴۴ میلیارد تن چدن مذاب تولید شده است. در شکل ۲ نیز روند تغییر نسبت چدن مذاب بر فولاد خام جهان در سال‌های اخیر به نمایش درآمده است.

کشور چین با تولید ۷۱۱,۶ میلیون تن چدن مذاب همانند فولاد خام در رأس تولید کنندگان چدن مذاب جهان قرار گرفته است. در واقع ۶۰,۳٪ چدن مذاب دنیا در کشور چین تولید شده است. در سال قبل نسبت چدن مذاب به فولاد خام در کشور چین ۰,۸۶۵ بوده است. نرخ بدست آمده نشانگر آن است که در کشور چین فرایند فولاد سازی حاکم، براساس پایه سنگ آهن است. کشور چین در سال پیش جهت دست یابی به تولید ۷۱۱,۶ میلیون تن چدن مذاب ۹۳۲ میلیون تن سنگ آهن از کشورهای مختلف جهان از جمله از ایران وارد کرده است. چین اولین کشور جهان است که میزان تولید چدن مذاب سالانه آن برای دومین سال متوالی از مرز ۷۰۰ میلیون تن گذشته است. میزان تولید چدن مذاب این کشور در طول دوازده سال گذشته (۲۰۰۲ - ۲۰۱۴) بیش از ۴,۱۶ برابر شده است. میزان تولید چدن مذاب کشور چین در سال پیش بیش از ۸,۴۸ برابر میزان تولید چدن مذاب کشور ژاپن بوده است. در شکل ۳ روند تولید چدن مذاب کشور چین طی سال‌های ۱۹۸۰ - ۲۰۱۴ نشان داده شده است.

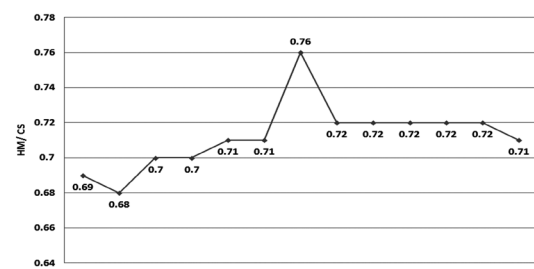


شکل ۳. روند تولید چدن مذاب کشور چین طی سال‌های ۱۹۸۰ - ۲۰۱۴

کشورهای ژاپن و هند نیز به ترتیب با تولید ۸۳,۸۷ و ۵۳,۸ میلیون تن چدن مذاب در رده‌های دوم و سوم دنیا ایستاده‌اند. در سال قبل نسبت چدن مذاب به فولاد خام در کشورهای ژاپن و هند به ترتیب ۰,۷۵۶ و ۰,۶۴۷ بوده است. کشور ژاپن در حالی که ۸۳,۸۷ میلیون تن چدن مذاب دست یافته است که کلیه سنگ آهن و ذغال کک شوی مورد نیاز خود را وارد کرده است. کشور کره جنوبی در



شکل ۱. روند تولید فولاد چدن مذاب جهان طی سال‌های ۱۹۸۰ - ۲۰۱۴



شکل ۲. روند تغییر نسبت چدن مذاب بر فولاد خام جهان در سال‌های اخیر

مذاب در سال در شرکت پسکوی کره جنوبی واحد گونگیانگ به شماره ۱ مستقر است. قطر بوته این کوره بلند ۱۶,۳ متر بوده و دارای ۴ مجرای تخلیه چدن مذاب می‌باشد. در جدول ۱ مشخصات ۱۵ کوره بلند بزرگ جهان نشان داده شده است. در جدول ۲ نیز بهره‌وری کوره بلندهای شاخص جهان از نظر می‌گذرد. بالاترین بهره‌وری با ۴,۲ تن بازای هر مترمکعب حجم در ۲۴ ساعت، متعلق به کوره بلند شماره ۳ AK استیل امریکا می‌باشد.

سال گذشته ۷,۵٪ رشد تولید از خود نشان داده و میزان تولید چدن مذاب این کشور در حدود ۴۶,۹ میلیون تن بدست آمده است. کره جنوبی همانند ژاپن کل سنگ آهن مورد نیاز خویش را جهت تولید چدن مذاب به میزان ۷۳,۵ میلیون تن وارد کرده است. در سال گذشته نسبت چدن مذاب به فولاد خام در کشور کره جنوبی ۰,۶۶ به ثبت رسیده است. شایان ذکر است بزرگ‌ترین کوره بلند جهان به حجم داخلی ۶۰۰۰ متر مکعب با تولید ۵,۴۸ میلیون تن چدن

جدول ۱. مشخصات ۱۵ کوره بلند بزرگ جهان

Company	Country	Plant	Inner volume (m ³)	Hearth diameter (m)	Built	Last reline	MTT/Y Nominal capacity
POSCO	S. Korea	Gwangyang No. 1	6000	16.1	1987	2013	5.48
Shagang	China	Zhangjiagang II No. 4	5800	15.7	2009		5.00
NSSMC	Japan	Oita No. 1	5775	15.6	1972	2009	4.80
NSSMC	Japan	Oita No. 2	5775	15.6	1976	2004	4.80
POSCO	S. Korea	Pohang No. 4	5600	15.6	1981	2010	5.31
Severstal	Russia	Cherepovets No. 5	5580	15.1	1986	2006	3.90
Shougang	China	Caofeidian No.1	5576	15.5	2009		4.50
Shougang	China	Caofeidian No.2	5576	15.5	2010		4.50
NSSMC	Japan	Kimitsu No. 4	5555	15.2	1975	2003	4.53
ThyssenKrupp	Germany	Schwelgern No.2	5513	14.9	1993		4.30
POSCO	S. Korea	Gwangyang No. 4	5500	15.6	1992	2009	5.00
JFE Steel	Japan	Fukuyama No. 5	5500	15.6	1973	2005	4.18
NSSMC	Japan	Nagoya No.1	5443	15.2	1979	2007	4.25
Kobe Steel	Japan	Kakogawa No. 2	5400	15.3	1973	2007	3.89
NSSMC	Japan	Kashima No.1	5370	15.0	2004		4.00

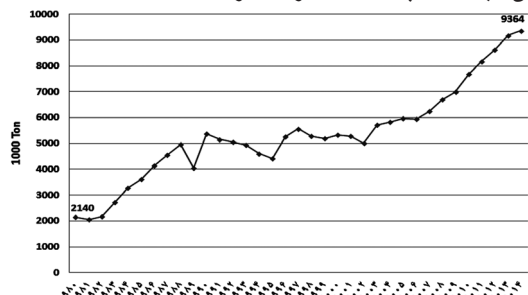
جدول ۲. بهره‌وری کوره بلندهای شاخص جهان در سال ۲۰۱۴

کشور	کوره بلند	قطر بوته (متر)	بهره‌وری T/M3/Day	مواد آهنگار	سوخت کمکی
Finland	Rukki BF1, BF2	7.2	3.4	sinter	oil
Sweden	SSAB Turnplat BF2	8.5	3.5	pellets	coal
Canada	AMDofasco 4 BF	8.5	2.9	pellets	PCI
USA	SeverstalNA BF C	8.8	3.1	pellets	PCI
USA	AK Middletown BF3	8.9	4.2	pellets, HBI,	gas
Belgium	AM Ghent BF A	10.0	2.8	sinter	coal
Argentina	Siderar 2	10.4	2.6	S/P/lump	gas
Japan	Nisshin Kure 1 BF	10.5	2.4	sinter	coal
Australia	BS Port Kembla BF5	12.0	2.5	sinter	coal
China	Wuhan BF5	12.2	2.0	sinter	coal
Netherlands	Tata BF7	13.8	2.7	sinter/	
	Ijmuiden BF6	11.0	2.9	pellets	coal
Brazil	CSN Volta Redonda	13.0	2.8	sinter	coal
Korea	Gwangyang BF's 1 - 4	13.2	2.7	sinter	coal
Japan	JFE Keihin BF 1	14.8	2.7	sinter	coal
Japan	Nippon Steel, Oita BF2	14.8	2.4	sinter	coal

جدول ۳. رده‌بندی تولید کنندگان چدن مذاب جهان در سال ۲۰۱۴ (هزار تن)

Rank	Country	Production	Rank	Country	Production
1	China	711 600	19	Mexico	5 084
2	Japan	83 870	20	South Africa	5 050
3	India	53 797	21	Poland	4 651
4	Russia	51 480	22	Belgium	4 335
5	South Korea	46 898	23	Czech Republic	4 152
6	United States	29 345	24	Spain	3 958
7	Germany	27 626	26	Slovakia	3 838
8	Brazil	26 913	27	Kazakhstan	3 283
9	Ukraine	24 786	28	Australia	3 282
10	Taiwan, China	14 505	29	Iran	2 782
11	France	10 866	30	Argentina	2 766
12	United Kingdom	9 705	31	Bosnia-Herzegovina	860
13	Turkey	9 364	32	Hungary	801
14	Other E.U. (28)	6 903	33	New Zealand	680
15	Canada	6 660	34	Chile	576
16	Italy	6 370	36	Serbia	550
17	Austria	6 015	36	Colombia	232
18	Netherlands	5 868	37	Paraguay	71
				World Total	1179523

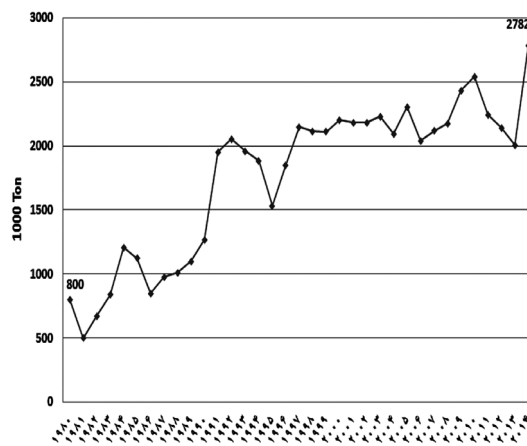
برای این منظور کشور ترکیه در سال گذشته ۸,۵ میلیون تن سنگ آهن وارد کرده است. کشور ترکیه در سطح جهان در تولید چدن مذاب رده سیزدهم و در سطح اروپا نیز رده چهارم را از آن خود کرده است. در سال گذشته در ترکیه نسبت چدن مذاب به فولاد خام ۰,۲۷۵ بوده است. این بدین معنی است که در این کشور فقط در حدود ۲۷,۵٪ فولاد خام بر اساس پایه سنگ آهن تولید می‌شود. در آینده نزدیک کشورهای اندونزی و مالزی نیز به زمره تولید کنندگان چدن مذاب جهان خواهند پیوست. کشورهای قزاقستان و ایران به ترتیب با تولید ۳,۲۸۳ و ۲,۷۸۲ میلیون تن چدن مذاب در رده‌های دوم و سوم کشورهای اسلامی قرار گرفتند. در شکل ۵ روند تولید چدن مذاب کشور ترکیه طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۴ به نمایش گذاشته شده است. در سال ۲۰۱۴ قاره کهن آسیا ۷۷,۱۸٪ (معادل ۹۱۰,۶۷ میلیون تن) چدن مذاب جهان را عرضه کرده است.



شکل ۵: روند تولید چدن مذاب کشور ترکیه طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۴

سهم اتحادیه اروپا (۲۸) در تولید چدن مذاب جهان ۹۵,۰۸۸ میلیون تن گزارش شده است. در سال ۲۰۱۴ در این ناحیه نسبت چدن مذاب به فولاد خام ۰,۵۶ محاسبه شده است. کشور آلمان در سال قبل با تولید ۲۷,۶۳ میلیون تن چدن مذاب در بین کشورهای اتحادیه اروپا (۲۸) مقام اول را کسب کرده است. روند تولید چدن مذاب کشور آلمان طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۴ در شکل ۶ از نظر می‌گذرد.

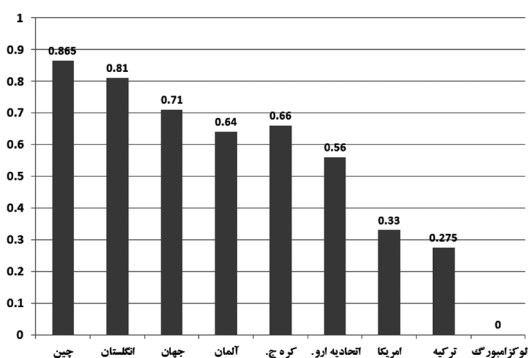
در سال ۲۰۱۴ میزان تولید چدن مذاب کشور تایوان ۱۴,۵ میلیون تن به ثبت رسیده که نسبت به سال ۲۰۱۳، ۹,۱٪ رشد تولید داشته است. کشور جمهوری اسلامی ایران با تولید ۲,۷۸۲ میلیون تن چدن مذاب رده بیست و نهم جهان را از آن خود کرده است. علی‌رغم اینکه در سال قبل نسبت چدن مذاب به فولاد خام در ایران ۰,۱۸ بوده است بدلیل تولید آهن اسفنجی و استفاده آن در تولید فولاد خام فرایند حاکم تولید فولاد، پایه سنگ آهن (۸۵٪) می‌باشد. هم‌اکنون سهم ایران در تولید چدن مذاب جهان ۰,۲۳٪ است. میزان تولید چدن مذاب ایران در سال ۲۰۱۳، ۲,۷۸۲ میلیون تن بوده است، علت افزایش تولید چدن مذاب ایران بدلیل راه‌اندازی مجدد کوره بلند شماره ۲ شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان بوده است. ایران در بین کشورهای ناحیه خلیج فارس تنها تولید کننده چدن مذاب است. پیش‌بینی می‌شود با استفاده از ظرفیت‌های تولید ۳ کوره بلند موجود در شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان و راه‌اندازی کوره بلند شماره ۱ شرکت زرند ایرانیان، در سال ۲۰۱۵ ایران از کشورهای قزاقستان و آرژانتین جلو زده و رده بیست و هفتم جهان قرار گیرد. در شکل ۴ روند تولید چدن مذاب کشور ایران طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۴ مشاهده می‌گردد.



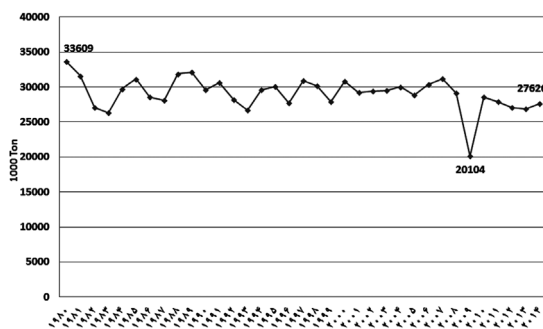
شکل ۴: روند تولید چدن مذاب کشور ایران طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۴

در جدول ۳ نیز رده‌بندی کشورهای تولید کننده چدن مذاب دنیا دیده می‌شود. در سال ۲۰۱۴ پنج کشور پیش‌تاز تولید کننده ۸۰,۴ درصد چدن مذاب جهان را بدست آوردند. در بین کشورهای اسلامی کشور ترکیه با بدست آوردن ۹,۳۶۴ میلیون تن چدن مذاب در رده اول ایستاده است.

امریکا بیش از ۶۰٪ فولاد بر اساس پایه قراضه تولید شده است. در شکل ۷ نسبت چدن مذاب بر فولادخام در کشورهای مختلف جهان جهت مقایسه نشان داده شده است. میزان تولید چدن مذاب کشورهای جنوب آمریکا در حدود ۳۰,۵۶ میلیون تن ثبت شده است. کشور برزیل با تولید بیش از ۲۹,۹ میلیون تن چدن مذاب عنوان بزرگترین تولیدکننده ناحیه جنوب آمریکا را کسب کرده است. میزان تولید چدن مذاب کشورهای مشترک المنافع نزدیک به ۷۹,۵۵ میلیون تن ثبت شده است. سهم کشورهای روسیه و اکراین در تولید چدن مذاب کشورهای مشترک المنافع به ترتیب بالغ بر ۵۱,۴۸ و ۲۴,۷۹ میلیون تن گزارش گردیده است. کشورهای (BRICS) برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی ۷۲٪ چدن مذاب جهان را تولید کردند. نواحی اقیانوسیه ۳,۹۶۲ میلیون تن چدن مذاب تولید داشته است.



شکل ۷. نسبت چدن مذاب بر فولاد خام در کشورهای مختلف جهان



شکل ۶. روند تولید چدن مذاب کشور آلمان طی سال های ۱۹۸۰-۲۰۱۴

در سال ۲۰۱۳ در آلمان نسبت چدن مذاب به فولاد خام ۰,۶۴ بوده است. میزان تولید چدن مذاب کشور انگلستان که اولین کوره بلند کک سوز در آنجا ابداع و مورد بهره‌برداری قرار گرفت بالغ بر ۹,۷ میلیون تن اعلام شده است. در سال ۲۰۱۴ در کشور انگلستان نسبت چدن مذاب به فولاد خام ۰,۸۱ گزارش شده است. در سال ۲۰۱۴ در کشور لوکزامبورگ نسبت چدن مذاب به فولاد خام صفر به ثبت رسیده است. بعبارت دیگر در این کشور فولاد به میزان ۱۰۰٪ بر اساس پایه قراضه تولید شده است. در سال پیش میزان تولید چدن مذاب ناحیه شمال آمریکا ۴۱ میلیون تن به ثبت رسیده است. سهم کشور آمریکا در این تولید ۲۹,۳۵ میلیون تن اعلام شده است. در سال ۲۰۱۴ در ایالات متحده آمریکا نسبت چدن مذاب به فولاد خام ۰,۳۳ برآورد شده است. بعبارت دیگر در کشور

در کشور برزیل، ۱۰ درصد از ۳۲.۴ میلیون تن فولاد خام تولیدی با استفاده از ذغال چوب بدست آمده است.

آیا می‌دانید؟

(کتاب مرجع فولاد ۹۳)



آگهی استخدام

شرکت پدیدآوران صنعت اسپادان

شرکت پدیدآوران صنعت اسپادان (پاسکو) جهت تکمیل کادر فنی و اجرایی خود در پروژه‌های صنعتی استان کرمان نیاز به افراد مجرب و کارآزموده با حداقل سه سال سابقه کار در پروژه، در رشته‌های مهندسی مکانیک، مواد، عمران، برق و صنایع دارد. اولویت جذب با افراد بومی استان کرمان خواهد بود. این شرکت همچنین جهت تکمیل کادر مالی در دفتر اصفهان نیازمند به حسابدار با تجربه است. خواهشمند است افراد واجد شرایط فرم استخدامی را تکمیل نموده و به آدرس info@paseco.ir ارسال فرمایند.

آدرس: اصفهان - خیابان چهارباغ بالا - کوچه هدایتی - شماره ۲۶ - کد پستی ۸۱۶۳۸-۵۵۹۳۱

تلفکس: ۳۶۶۶۲۷۵۷-۰۳۱ ۳۶۶۶۲۷۵۶

انجمن آهن و فولاد ایران در راستای انجام خدمات به اعضاء خود تصمیم به چاپ رایگان آگهی‌های استخدامی اعضاء حقوقی خود گرفته است. لذا از کلیه شرکت‌ها و مؤسسات عضو حقوقی این انجمن، دعوت به عمل می‌آید که آگهی‌های استخدامی خود را به نشانی info@issiran.com ارسال نمایند. در صورت نیاز به کسب اطلاعات بیشتر نیز می‌توانید با شماره تلفن‌های این انجمن تماس حاصل نمایید.

برگزاری دوره‌های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران

کمیته آموزش انجمن آهن و فولاد ایران بمنظور شناخت هرچه بیشتر نیازها و استعدادهای واحدهای صنعتی و گسترش امر آموزش آمادگی خود را در برپایی دوره‌های آموزشی - کاربردی در زمینه‌های مختلف آهن و فولاد اعلام می‌دارد. لذا از کلیه مسئولان و صاحبان صنایع که علاقمند به برگزاری دوره‌های آموزشی که تاکنون از طرف انجمن ارائه شده و یا دوره‌های آموزشی خاص دیگری که مورد نیاز آن مؤسسه است تقاضا می‌گردد از طریق تکمیل فرم زیر این انجمن را مطلع فرمایند. بدیهی است دوره‌های پیشنهادی از طرف متقاضیان قابل بررسی و اجراست.

فرم درخواست برگزاری دوره‌های آموزشی توسط انجمن آهن و فولاد ایران

بدینوسیله اینجانب درخواست برگزاری دوره آموزشی یا سمینار
در زمینه را دارم.
نام و نام خانوادگی: سمت: نام مؤسسه:
آدرس مؤسسه:
تلفن: نمابر: امضاء و تاریخ:

بسته‌های آموزشی انجمن آهن و فولاد ایران

بسته خوردگی

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری (هر روز ۸ ساعت می‌باشد.)
۱	بازرسی رنگ و پوشش	۳
۲	بازرسی خوردگی در صنایع	۳
۳	روشهای کنترل و بازرسی خوردگی فلزات در صنعت	۳
۴	طراحی و انتخاب مواد مقاوم به خوردگی	۳
۵	حفاظت کاتدی و آنودی	۳
۶	پایش و مانیتورینگ خوردگی	۳
۷	اصول خوردگی و انواع آن	۳
۸	کنترل خوردگی و رسوب دیگ‌های بخار آب و داغ	۳

بسته ریخته‌گری

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	روش‌های متداول ریخته‌گری	۳
۲	روش‌های نوین در ریخته‌گری شامل: ریخته‌گری به روش نیمه جامد، ریخته‌گری به روش لاست‌فوم، ریخته‌گری زاماک، شمش‌ریزی	۳
۳	طراحی سیستم‌های راهگامی و تغذیه‌گذاری در قطعات ریختگی	۳
۴	بررسی عیوب ریخته‌گری شامل: ذوب و ریخته‌گری، بررسی عیوب ریخته‌گری در ماسه، بررسی عیوب قطعات ریختگی آهنی / چدن و فولاد، بررسی عیوب در شمش‌ها	۲
۵	کنترل و کاهش ضایعات در ریخته‌گری	۲

بسته مهندسی سطح

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	انواع روش‌های عملیات حرارتی سخت کردن سطح فولاد	۳
۲	تکنولوژی پاشش حرارتی، HVOF	۱
۳	بازرسی قطعات فرسوده و سایش یافته تحت عنوان مکانیزم‌های سایش و تخریب‌های سایشی در قطعات فولاد	۲
۴	بررسی سایش قطعات مورد استفاده در معادن و صنایع سیمان	۲
۵	بررسی سایش قطعات مورد استفاده در صنایع مختلف (معادن، سیمان، ریلی و ...)	۲
۶	روش‌های استاندارد کنترل کیفیت پوشش‌های صنعتی	۲
۷	بهبود و ارتقاء خواص سطحی فولادهای کم آلیاژی با استفاده از روش نیتروژن‌دهی پلاسمایی به کمک شبکه‌های فعال فلزی	۳

بسته ارزیابی خواص مکانیکی مواد و شکل‌دهی

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	روش‌های شکل‌دهی فلزات	۲
۲	Sheet Metal Forming (شکل دادن ورق‌های فلزی)	۲
۳	بررسی عیوب ورق‌های نوردی گرم	۱
۴	آنالیز تخریب در قطعات صنعتی	۱
۵	خواص مکانیکی مواد	۱
۶	آزمایش‌های خواص مکانیکی مواد	۱

بسته جوشکاری

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	شناخت مواد مصرفی جوشکاری و انتخاب آن	۲
۲	بازرسی جوش ۱	۵
۳	بازرسی جوش ۲	۵
۴	بازرسی جوش چشمی	۳
۵	بازرسی جوش لوله	۳
۶	عیوب جوش و علل پیدایش آن	۱
۷	پیچیدگی در قطعه جوش و راه های پیشگیری	۱
۸	سوپروایزر اجرایی piping (اجرا، طراحی، جوش، دفتر فنی، QC، عایق و رنگ)	۲
۹	آزمایش های غیر مخرب: آزمون دوره UT، دوره PT، آزمون دوره RTI (I, II), MT	آزمون دوره UT: ۳ روز آزمون دوره PT: ۱ روز آزمون دوره MT: ۱ روز RTI (I, II): ۵ روز
۱۰	بازرسی و کنترل کیفیت	۵
۱۱	بازرسی مخازن تحت فشار	۳
۱۲	عملیات حرارتی در جوشکاری	۲
۱۳	متالورژی جوشکاری و جوشکاری فولادهای زنگ نزن	۲

بسته روش های آنالیز مواد

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	پرتونگاری صنعتی	۴
۲	متالوگرافی شامل: متالوگرافی نوری، متالوگرافی الکترونی	۲
۳	متالوگرافی کمی و کیفی آلیاژهای آهنی	۱
۴	متالوگرافی کمی و کیفی آلیاژهای غیر آهنی	۱
۵	آنالیز کمی شامل: کوانتومتری، اسپکترومتری	۱
۶	روش های نوین آنالیز مواد	۲

بسته استاندارد

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	شناخت و ارزیابی عیوب ناشی از فرایندهای ساخت بر طبق استانداردهای مهم بین المللی	۲
۲	آشنایی با استانداردهای کارخانه، ملی، منطقه ای و بین المللی	۳
۳	اصول استاندارد کردن و تدوین استانداردها	۳

بسته ذوب

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	تولید چدن در کوره بلند	۱
۲	تکنولوژی ذوب فولادهای آلیاژی در کوره‌های قوس الکتریکی	۲

بسته شناسایی و انتخاب مواد

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	کلید فولاد	۱
۲	شناسایی فولادها، چدن‌ها و کاربرد آنها	۲
۳	انتخاب مواد جهت کاربرد در دمای بالا	۱
۴	انتخاب مواد مقاوم به خستگی	۱

بسته انرژی

ردیف	عنوان دوره	تعداد روزهای برگزاری
۱	بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنایع فولاد	۲
۲	مدیریت انرژی (عمومی): - مبانی بهینه‌سازی مصرف انرژی - بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های حرارتی - بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی - بهینه‌سازی مصرف انرژی در بویلرها	۶
۳	بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های حرارتی: - بهینه‌سازی مصرف انرژی حرارتی و مدیریت احتراق - مدیریت انرژی در سیستم‌های بخار - محاسبات حرارت و فنون اندازه‌گیری	۶
۴	بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های الکتریکی - بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی و فنون اندازه‌گیری - بهینه‌سازی مصرف انرژی در کمپرسورها - بهینه‌سازی مصرف انرژی در روشنایی و ترانسفورماتورها - مدیریت بار	۶

دوره های آموزش تخصصی مهندسی برق

عنوان دوره	مدت دوره	سطح دوره	سیلابس دوره
دوره تخصصی برق کوره های قوس الکتریکی	۴ روز (۳۲ ساعت)	کارشناس	آشنائی با مشخصه های قوس الکتریکی- کوره های قوس الکتریکی (تاریخچه و آشنائی)- سیستم الکتریکی کوره های قوس (ترانس-راکتور سری- کابل های ارتباطی-الکترودها- سیستم جبران)- سیستم الکتروود رگولیشن- تنظیمات بهینه و موثر سیستم رگولیشن- مصرف الکتروود در کوره های قوس الکتریکی- دلایل شکستن الکتروود و راهکارهای جلوگیری از آن- پارامترهای مؤثر بر مصرف انرژی الکتریکی و روش های افزایش راندمان در کوره های قوس الکتریکی
آموزش نرم افزار Catia	۱۷ روز (۱۴۴ ساعت)	کارشناس	طراحی پیشرفته سطوح- طراحی سطوح به وسیله ابر نقاط- ورقکاری با کتیا- آنالیز مکانیکی- برنامه نویسی ماشین کاری (تراش و فرز)- شبیه سازی حرکتی مکانیزم- ارگونومی و آنالیز ارگونومیک- برنامه نویسی و ماکرونویسی در کتیا
آشنایی با تجهیزات ابزار دقیق و رفع عیب آنها	۳ روز (۲۴ ساعت)	تکنسین	مفاهیم اولیه و مشخصات اصلی تجهیزات ابزار دقیق- حسگرها، مبدل ها- اندازه گیری دما- اندازه گیری فشار- روشهای مختلف اندازه گیری دبی- روش های اندازه گیری سطح- اندازه گیری لرزش (ویبره سنجی)- تجهیزات ابزار دقیق هوشمند
سیستم ارتینگ	۳ روز (۲۴ ساعت)	تکنسین کارشناس	تعاریف و مشخصه های سیستم زمین براساس استاندارد- انواع سیستم زمین در شبکه های توزیع- مشخصات استاندارد تجهیزات اتصال سیستم زمین- روشهای اندازه گیری مقاومت اتصال زمین و خاک- روشهای استاندارد ایجاد سیستم زمین براساس شرایط مختلف آب و هوایی در صنایع- آشنائی با روش طراحی سیستم زمین براساس نوع خاک و شرایط آب و هوایی- آشنائی با زمین الکتریکی در نیروگاهها- برگزاری دوره عملی تست مقاومت سیستم زمین و خاک
سامانه های اتوماسیون	۳ روز (۲۴ ساعت)	کارشناس	مقدمه ای بر سیستمهای کنترلی از نظر ساختار اجرایی- مفاهیم اساسی سیستم اتوماسیون- معرفی برخی از اجزای سیستم اتوماسیون- معرفی روش های تبادل اطلاعات در صنعت- سنسورها و سیستم های ابزار دقیق در صنعت
شناخت درایوهای DC و AC	۳ روز (۲۴ ساعت)	کارشناس	آشنایی با مبدل های AC - DC (چاپرها)- آشنایی با مبدل های DC - AC (اینورترها)- اصول طراحی رگولاتورهای جریان، گشتاور و سرعت در سیستم حلقه بسته کنترلی- روش های کنترل موتورهای DC- روش های کنترل اسکالر موتورهای AC- روش های کنترل برداری موتورهای AC

دوره های آموزش تخصصی مهندسی برق

عنوان دوره	مدت دوره	سطح دوره	سیلابس دوره
شناخت و عیب یابی ترانسفورهای قدرت	۳ روز (۲۴ ساعت)	کارشناس	آشنایی با اصول کار و ساختمان ترانس های قدرت- استانداردهای سرویس و نگهداری ترانس های قدرت- شرایط کاری و محیطی ترانس های قدرت - علل عیب و مشکلات در ترانس های قدرت- روش های تست و عیب یابی ترانس های قدرت- آزمایش روغن- مونتورینگ جریان و ولتاژ- سایر روش های تست و عیب یابی (پاسخ فرکانسی- PD- DP- لرزش- نویز)- تست های استاندارد دوره ای ترانس های خشک و روغنی
عیب یابی و پایش موتورهای الکتریکی	۳ روز (۲۴ ساعت)	کارشناس	انواع خطا در موتورها- علل ایجاد خطا در موتورها- روشهای تشخیص خطا- تست های استاندارد موتورها- روشهای پایش موتورها- روشهای مدرن در تشخیص خطای موتورها
فیلترهای هارمونیک	۳ روز (۲۴ ساعت)	کارشناس	آشنایی با اصول عملکرد فیلترهای هارمونیک- انواع فیلترهای پسیو و استانداردهای مربوط به آنها- اصول طراحی فیلترهای پسیو- آنالیز پاسخ فرکانسی شبکه و تاثیر نصب فیلتر- آنالیز حالت های گذرای فیلتر- آشنایی با فیلترهای اکتیو و اصول عملکرد آنها
نرم افزار Digsilent	۴ روز (۳۲ ساعت)	کارشناس	آشنایی با قابلیت های نرم افزار Digsilent- آشنایی با محیط نرم افزار - آشنایی با المانهای موجود در نرم افزار نحوه وارد کردن اطلاعات- ناحیه بندی کردن شبکه قدرت- آنالیز پخش بار- نحوه گزارش گیری از محاسبات- آنالیز اتصال کوتاه متقارن- آنالیز اتصال کوتاه نامتقارن- آشنایی با قابلیت های نرم افزار Digsilent
اصول جایگزینی و انتخاب بهینه موتورهای الکتریکی در صنعت	۳ روز (۲۴ ساعت)	کارشناس	آشنایی با استانداردها و شاخص های کاری موتورهای الکتریکی- پارامترهای محیطی، کار، مصرف انرژی، نوع بار در انتخاب و جایگزینی موتورهای الکتریکی- تست های مربوط به تعیین عمر عایقی ترانسها- مشخصات فنی و محاسبات مربوط به موتورهای مورد استفاده در درایوهای الکتریکی- نحوه محاسبات اقتصادی در برآورد هزینه جایگزینی موتورهای الکتریکی

کمیته آموزش انجمن آهن و فولاد ایران

انشارات آهن و فولاد

ردیف	عنوان	گردآورنده	تاریخ انتشار	مبلغ (ریال)
۱	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۵	دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان	مهر ۱۳۷۵	۲۰۰/۰۰۰
۲	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۸	انجمن آهن و فولاد ایران	اردیبهشت ۱۳۷۸	۲۰۰/۰۰۰
۳	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۷۹	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۷۹	۲۰۰/۰۰۰
۴	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۰	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۰	۲۰۰/۰۰۰
۵	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۱	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۱	۲۵۰/۰۰۰
۶	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۲	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۲	۲۵۰/۰۰۰
۷	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۳	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۳	۲۵۰/۰۰۰
۸	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۴	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۴	۲۵۰/۰۰۰
۹	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۵	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۵	۲۵۰/۰۰۰
۱۰	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۶	انجمن آهن و فولاد ایران	بهمن ۱۳۸۶	۳۰۰/۰۰۰
۱۱	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۷	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۷	۳۰۰/۰۰۰
۱۲	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۸	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۸	۳۰۰/۰۰۰
۱۳	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۹	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۸۹	۳۰۰/۰۰۰
۱۴	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۰	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۰	۳۰۰/۰۰۰
۱۵	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۱	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۱	۳۳۰/۰۰۰
۱۶	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۲	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۲	۴۵۰/۰۰۰
۱۷	مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۳	انجمن آهن و فولاد ایران	اسفند ۱۳۹۳	۵۵۰/۰۰۰
۱۸	Physical Metallurgy of Steel(2001)	Glyn Meyrick - Robert H. wagoner-wei Gan	زمستان ۸۲	۵۰/۰۰۰
۱۹	Introduction to the Economics of Structural	The Southern African Institute	زمستان ۸۲	۵۰/۰۰۰
۲۰	Steels "Microstructure and Properties", Third Edition	H. K. D. H. Bhadeshia and Sir Robert Honeycombe	شهریور ۸۷	۱۰۰/۰۰۰
۲۱	Advanced High Strength Steel (AHSS) Application Guidelines, Version 3	International Iron & Steel Institute	شهریور ۸۷	۵۰/۰۰۰

ردیف	عنوان	گردآورنده	تاریخ انتشار	مبلغ (ریال)
۲۱	کتاب فولاد سازی ثانویه	مهندس محمد حسین نشاطی	شهریور ماه ۸۴	۱۰۰/۰۰۰
۲۲	کتاب فرهنگ جامع مواد	مهندس پرویز فرهنگ	شهریور ماه ۸۸	۲۰۰/۰۰۰
۲۳	فصلنامه علمی - خبری پیام فولاد از شماره الغایت شماره ۴۴	انجمن آهن و فولاد ایران	از پاییز ۹۰ لغایت زمستان ۹۳	۵۰/۰۰۰
۲۴	مجله علمی - پژوهشی بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران (International Journal of Iron & Steel Society of Iran)	انجمن آهن و فولاد ایران	از پاییز ۸۹ لغایت پاییز ۹۳	افراد حقیقی ۱۰۰/۰۰۰ مؤسسات حقوقی ۲۰۰/۰۰۰
۲۵	کتاب راهنمای انتخاب و کاربرد فولاد ابزار	مهندس محمد حسین نشاطی	اسفند ماه ۸۸	۵۰/۰۰۰
۲۶	کتاب مرجع فولاد	مهندس محمد حسن جولازاده	آذر ماه ۸۹	۳۰/۰۰۰
۲۷	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۰	مهندس محمد حسن جولازاده	آذر ماه ۹۰	۴۵/۰۰۰
۲۸	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۱	مهندس محمد حسن جولازاده	آذر ماه ۹۱	۵۵/۰۰۰
۲۹	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۲	مهندس محمد حسن جولازاده	آذر ماه ۹۲	۸۰/۰۰۰
۳۰	کتاب مرجع فولاد ۱۳۹۳	مهندس محمد حسن جولازاده	آذر ماه ۹۳	۱۵۰/۰۰۰

در ضمن هزینه پست سفارشی به مبلغ فوق اضافه خواهد شد. جهت کسب اطلاعات بیشتر با شماره تلفن ۲۴-۳۳۹۳۲۱۲۱ (۰۳۱) دفتر مرکزی انجمن آهن و فولاد ایران تماس حاصل نمایید.





ISSI

درخواست عضویت حقیقی و حقوقی در انجمن آهن و فولاد ایران

توجه: لطفاً در قسمتهای هاشور زده، جری نویسد و نام و نام خانوادگی و محل کار خود را به لاین در محل مربوطه بنویسد.

نوع عضویت		کد عضویت	
Name		نام	
Family		نام خانوادگی	
Company		نام محل کار	
		سمت سازمانی	
	تاریخ تولد	کد ملی	
	محل تولد	شماره شناسنامه	
آدرس محل کار			
	صندوق پستی	کد پستی محل کار	
	دورنویس	تلفن محل کار	
آدرس مکاتبه			
	صندوق پستی	کد پستی	
	تلفن همراه	تلفن	
E-mail			
	سال دریافت مدرک	آخرین مدرک تحصیلی	
	کشور/شهر دریافت مدرک	رشته تحصیلی	
		دانشگاه اخذ آخرین مدرک	
	تاریخ انعام عضویت	تاریخ شروع عضویت	
	توضیحات	تعداد سال عضویت	

امضاء:

تاریخ:

مدارک لازم برای عضویت:

- ۱- برگ درخواست عضویت تکمیل شده
- ۲- فتوکپی آخرین مدرک تحصیلی (برای دانشجویان ارائه کپی کارت دانشجویی کافی است.) + دو قطعه عکس ۳×۴.
- ۳- فیش بانکی به مبلغ (برای مؤسسات حقوقی وابسته ۵/۵۰۰/۰۰۰ ریال، برای اعضاء حقیقی ۵۵۰/۰۰۰ ریال، برای دانشجویان ۲۸۰/۰۰۰ ریال) به حساب شماره ۰۲۰۲۸۳۱۶۲۷۰۰۲ بانک ملی ایران شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد شعبه ۳۱۸۷) بنام انجمن آهن و فولاد ایران.
- ۴- ارسال فیش واریزی از طریق (فکس: ۰۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۴، پست و یا تحویل حضوری)



انجمن آهن و فولاد ایران



انجمن آهن و فولاد ایران با هدف تخصصی تر شدن مجلات علمی و تحقیقاتی در زمینه صنعت آهن و فولاد کشور و به منظور اطلاع رسانی و تقویت هر چه بیشتر پیوندهای متخصصین، اندیشمندان، دانشجویان و پژوهشگران ملی و بین المللی با کسب مجوز از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، مجله علمی- پژوهشی بین المللی را با عنوان:

International Journal of Iron & Steel Society of Iran (Int. J. of ISSI)

منتشر می نماید.

بدینوسیله از کلیه صاحب نظران، اعضاء هیأت علمی دانشگاهها و مراکز پژوهشی و دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشگاهها و مؤسسات پژوهشی دعوت می گردد جهت هر چه پر بار شدن این مجله مقالات خود را به زبان انگلیسی بر اساس راهنمای موجود به آدرس زیر ارسال نمایند.

ضمناً مقالات بایستی تحت یکی از عناوین زیر تهیه گردند.

۱- آهن سازی ۲- فولادسازی ۳- ریخته گری و انجماد ۴- اصول، تئوری، مکانیزمها و کینتیک فرآیندهای دمای بالا ۵- آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی فولاد ۶- فرآیندهای شکل دهی و عملیات ترمومکانیکی فولادها ۷- جوشکاری و اتصال فولادها ۸- عملیات سطحی و خوردگی فولادها ۹- تغییر حالتها و ساختارهای میکروسکوپی فولاد ۱۰- خواص مکانیکی فولاد ۱۱- خواص فیزیکی فولاد ۱۲- مواد و فرآیندهای جدید در صنعت فولادسازی ۱۳- صرفه جویی مصرف انرژی در صنعت فولاد ۱۴- اقتصاد فولاد ۱۵- مهندسی محیط زیست صنایع فولاد و ارتباطات اجتماعی ۱۶- نسوزهای مصرفی در صنایع فولاد

آدرس دبیرخانه مجله: اصفهان، بلوار دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، میدان فن آوری (شیخ بهایی)، خیابان ۲، خیابان ۱۵، خیابان ۱۴، خیابان ۱۲، به سمت ساختمان فن آفرینی شماره ۱، ساختمان انجمن

آهن و فولاد ایران، کدپستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶

دبیرخانه مجله بین المللی انجمن آهن و فولاد ایران

تلفن: ۲۴-۳۳۹۳۲۱۲۱-۳۳۱ (۰۳۱)، دورنویس: ۳۳۹۳۲۱۲۴ (۰۳۱)

E-mail: journal@issiran.com

website: journal.issiran.com

GUIDE FOR PREPARATION OF MANUSCRIPT

International Journal of Iron & Steel Society of Iran (IJISSI) is published semiannually by Iron and Steel Society of Iran (ISSI) with collaboration of Isfahan University of Technology (IUT). Original contributions are invited from worldwide ISSI members and non-members.

1. Submission of manuscript: This instruction gives you guidelines for preparing papers for IJISSI. Manuscripts should not be submitted if they have already been published or accepted for publication elsewhere. The full text of the paper including text, references, list of captions, tables, and figures should be submitted online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

2. Category

i) Research paper (maximum of ten printed pages): An original article that presents a significant extension of knowledge or understanding and is written in such a way that qualified workers can replicate the key elements on the basis of the information given.

ii) Review: An article of an extensive survey on one particular subject, in which information already published is compiled, analyzed and discussed. Reviews are normally published by invitation. Proposals of suitable subjects by prospective authors are welcome.

iii) Research note: (maximum of three printed pages): (a) An article on a new finding or interesting aspect of an ongoing study which merits prompt preliminary publication in condensed form, a medium for the presentation of (b) disclosure of new research and techniques, (c) topics, opinions or proposals of interest to the readers and (d) criticisms or additional proofs and interpretations in connection with articles previously published in the society journals.

3. Language: Manuscripts should be written in clear, concise and grammatically correct English so that they are intelligible to the professional reader who is not a specialist in any particular field. Manuscripts that do not conform to these requirements and the following manuscript format may be returned to the author prior to review for correction. The full form of any abbreviation or acronym should be given in the text when the term is first used.

4. Units: Use of SI units is mandatory. Journal style is to use the form $S\ m^{-1}$, $A\ m^{-2}$, $W\ m^{-1}\ K^{-1}$, not S/m , A/m^2 , $W/m.K$.

5. Style of manuscript: It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. The manuscripts should be submitted in double-spaced typing, 12 points Times New Roman font, on consecutively numbered A4 pages of uniform size with 3.0 cm margin on the left and 2.0 cm margins on top, bottom and right. The manuscript must be presented in the order: (1) title page, (2) abstract and key words, (3) text, (4) references, (5) appendices, and (6) list of captions, each of which should start on a new page. All papers should be limited to 20 pages.

Essential title page information

Title: Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

Author names and affiliations: Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.

Corresponding author: Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.**

Present/permanent address: If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the

main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract: An abstract must state briefly and clearly the main object, scope and findings of the work within 250 words. Be sure to define all symbols used in the abstract, and do not cite references in this section.

Keywords: Between three and six keywords should be provided below the Abstract to assist with indexing of the article. These should not duplicate key words from the title.

Subdivision-numbered sections: Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction: This section should include sufficient background information to set the work in context. The aims of the manuscript should be clearly stated. The introduction should not contain either findings or conclusions.

Materials and methods: This should be concise but provide sufficient detail to allow the work to be repeated by others.

Tables: Tables should be numbered consecutively in accordance with their appearance in the text and referred as, **for example**, 'Table 1'. Tables must not appear in the text but should be prepared on separate sheets. They must have captions and simple column headings. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article. Captions should be 10 pt, and centered. Tables should be self-contained and complement, but not duplicate, information contained in the text.

Figures: All graphs, charts, drawings, diagrams, and photographs are to be referred to as Figures and should be numbered consecutively in the order that they are cited in the text. Figures should be cited in a single sequence throughout the text as 'Fig. 1', 'Fig. 2', Figures must be photographically reproducible. Figure captions must be collected on a separate sheet. Figures are normally reduced in a single column of 84 mm width. All lettering should be legible when reduced to this size.

i) Photographs should be supplied as glossy prints and pasted firmly on a hard sheet. When several photographs are to make up one presentation, they should be arranged without leaving margins in between and separately identified as (a), (b), (c)... Magnification must be indicated by means of an inscribed scale.

ii) Line drawings must be drafted with black ink on white drawing paper. High-quality glossy prints are acceptable.

iii) Color printing can be arranged, if the reviewers judge it necessary for proper presentation. Authors or their institutions must bear the costs.

iv) Axis labels should be of the form: Stress (MPa), Velocity (m s^{-1}).

v) Each figure must be supplied in digital form as a separate, clearly named file. Acceptable file formats are TIFF and JPEG. Images should be saved at a resolution of at least 600 dpi at final size (dpi=dots or pixels per inch; 600 dpi=240 dots per centimeter). Do not save at the default resolution (72 dpi). Crop any unwanted white space from around the figure before sizing.

Equations: Equations are numbered consecutively, with equation numbers in parentheses flush right. First use the equation editor to create the equation. Be sure that the symbols in your equation are defined before the equation appears, or immediately following. Refer to "Eq. (1)," not "(1)". If what is represented is really more than one equation, the abbreviation "Eqs." can be used.

Results and discussions: Results should be presented in a logical sequence in the text, tables and figures; repetitive presentation of the same data in different forms should be avoided. The results should contain material appropriate to the discussion.

Conclusions: Although a conclusion may review the main points of the paper, it must not replicate the abstract. A conclusion might elaborate on the importance of the work or suggest applications and extensions. Do not cite references in the conclusion as all points should have been made in the body of the paper. Note that the conclusion section is the last section of the paper to be numbered. The appendix (if present), acknowledgment (if present), and references are listed without numbers.

Acknowledgements: The source of financial grants and other funding must be acknowledged, including a frank declaration of the authors' industrial links and affiliations. Financial and technical assistance may be acknowledged here.

References: References must be numbered consecutively. Reference numbers in the text should be typed as superscripts with a closing parenthesis, for example, ¹⁾, ^{2,3)} and ⁴⁻⁶⁾. List all of the references on a separate page at the end of the text. Include the names of all the authors with the surnames last. Refer to the following examples for the proper format:

i) Journals: Use the standard abbreviations for journal names. Give the volume number, the year of publication and the first page number. **[Example]** M. Kato, S. Mizoguchi and K. Tsuzaki: ISIJ Int., 40(2000), 543.

ii) Conference Proceedings: Give the title of the proceedings, the editor's name if any, the publisher's name, the place of publication, the year of publication and the page number. **[Example]** Y. Chino, K. Iwai and S. Asai: Proc. of 3rd Int. Symp. on Electromagnetic Processing of Materials, ISIJ, Tokyo, (2000), 279.

iii) Books: Give the title, the volume number, the editor's name if any, the publisher's name, the place of publication, the year of publication and the page number. **[Example]** [1] W. C. Leslie: The Physical Metallurgy of Steels, McGraw-Hill, New York, (1981), 621. [2] U. F. Kocks, A. S. Argon and M. F. Ashby: Progress in Materials Science, Vol.19, ed. by B. Chalmers, Pergamon Press, Oxford, (1975), 1.

6. Reviewing: Every manuscript receives reviewing according to established criteria.

7. Revision of manuscript: In case when the original manuscript is returned to the author for revision, the revised manuscript together with a letter explaining the changes made, must be resubmitted within three months.

8. Proofs: The corresponding author will receive the galley proofs of the paper. No new material may be inserted into the proofs. It is essential that the author returns the proofs before a specified deadline to avoid rescheduling of publication in some later issue.

9. Copyright: The submission of a paper implies that, if accepted for publication, copyright is transferred to the Iron and Steel Society of Iran. The society will not refuse any reasonable request for permission to reproduce a part of the journal.

10. Reprint: No page charge is made. Reprints can be obtained at reasonable prices.

Classification

1. Ironmaking
2. Steelmaking
3. Casting and Solidification
4. Fundamentals of High Temperature Processes
5. Chemical and Physical Analysis
6. Forming Processing and Thermomechanical Treatment
7. Welding and Joining
8. Surface Treatment and Corrosion
9. Transformations and Microstructures
10. Mechanical Properties
11. Physical Properties
12. New Materials and Processes
13. Energy
14. Steel Economics
15. Social and Environmental Engineering
16. Refractories

راهنمای اشتراک فصلنامه پیام فولاد

در صورت تمایل به اشتراک فصلنامه پیام فولاد لطفاً نکات زیر را رعایت فرمائید.

- ۱- فرم اشتراک را کامل و خوانا پر کرده و کدپستی و شماره تلفن را حتماً قید فرمائید.
- ۲- مبلغ اشتراک را می‌توانید از کلیه شعب بانک ملی ایران در سراسر کشور به حساب کوتاه مدت سیبا به شماره ۰۲۰۲۸۳۱۶۲۷۰۰۲ بنام انجمن آهن و فولاد ایران در بانک ملی شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد ۳۱۸۷) حواله نمائید و اصل فیش بانکی را همراه با فرم تکمیل شده اشتراک به نشانی:
اصفهان، بلوار دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی تحقیقاتی اصفهان، پارک علم و فناوری شیخ بهایی، ساختمان انجمن آهن و فولاد ایران، کدپستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶ ارسال فرمائید.
- ۳- کپی فیش بانکی را تا زمان دریافت نخستین شماره اشتراک نزد خود نگه دارید.
- ۴- مبلغ اشتراک برای یک سال با هزینه پست و بسته‌بندی ۲۵۰۰۰۰ ریال می‌باشد.
- ۵- در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر با تلفن‌های ۲۴-۳۳۹۳۲۱۲۱ (۰۳۱) تماس حاصل فرمائید.

فرم اشتراک

پیوست فیش بانکی به شماره به مبلغ ریال بابت حق اشتراک یک ساله فصلنامه پیام فولاد ارسال می‌گردد.
خواهشمند است مجله را برای مدت یک سال از شماره به نشانی زیر بفرستید.
قبلاً مشترک بوده‌ام شماره اشتراک قبل مشترک نبوده‌ام

نام نام خانوادگی نام شرکت یا مؤسسه

شغل تحصیلات سن

نشانی: استان شهرستان خیابان

کوچه کدپستی: صندوق پستی:

تلفن: فاکس:

برای اعضاء انجمن این نشریه بصورت رایگان ارسال می‌گردد.

تعارف آگهی در فصلنامه پیام فولاد

مجله پیام فولاد انجمن آهن و فولاد ایران به صورت فصلنامه بیش از پانزده سال است که افتخار دارد تا به عنوان نشریه علمی - خبری مطالب را به صورت تخصصی در زمینه آهن و فولاد و صنایع وابسته به آن در تیراژ ۱۰۰۰ نسخه و توزیع گسترده و پی در پی به مراکز علمی و تحقیقاتی، صنعتی، تولیدی، کارخانجات، مدیران، اساتید، کارشناسان و دانشجویان و... در اختیار مخاطبان قرار دهد. در همین راستا این فصلنامه می تواند به عنوان ابزاری مناسب، اطلاعات همه جانبه و فراگیری را به خوانندگان خود اختصاص دهد. در جدول زیر تعارف ها با توجه به محل درج آگهی آورده شده است.

ردیف	شرح مورد سفارش	قیمت (ریال)
۱	یک صفحه رنگی پشت جلد مجله	۹/۰۰۰/۰۰۰
۲	یک صفحه رنگی داخل روی جلد مجله (دوم جلد)	۷/۰۰۰/۰۰۰
۳	یک صفحه رنگی داخل پشت جلد مجله (سوم جلد)	۷/۰۰۰/۰۰۰
۴	یک صفحه رنگی داخل مجله	۶/۰۰۰/۰۰۰
۵	یک صفحه سیاه و سفید داخل مجله	۳/۰۰۰/۰۰۰

توضیحات:

- ۱- به اعضاء محترم حقوقی انجمن آهن و فولاد ایران ۱۰٪ تخفیف تعلق می گیرد.
 - ۲- به هر چهار تبلیغ متوالی از یک شرکت که بصورت سالیانه در نشریه چاپ گردد، ۱۰٪ تخفیف تعلق می گیرد.
 - ۳- چنانچه آگهی رنگی نیاز به طراحی داشته باشد مبلغ ۶۰۰/۰۰۰ ریال به هزینه های فوق اضافه خواهد شد.
 - ۴- قطع مجله A₄ می باشد.
- متقاضیان درج آگهی در فصلنامه پیام فولاد، لازم است پس از انتخاب محل درج آگهی (طبق جدول فوق) مبلغ مربوطه را به حساب شماره ۰۲۰۲۸۳۱۶۲۷۰۰۲ بانک ملی ایران شعبه دانشگاه صنعتی اصفهان (کد شعبه ۳۱۸۷) بنام انجمن آهن و فولاد ایران واریز و فیش مربوطه را به بیوست فرم تکمیل شده ذیل به شماره تلفن ۴-۳۳۹۳۲۱۲۱-۰۳۱ فاکس نمایند.
- جهت مشاهده شماره های گذشته مجله و دانلود به آدرس سایت انجمن به نشانی www.issiran.com مراجعه نمایید.

فرم مشخصات متقاضی درج آگهی در فصلنامه پیام فولاد

اینجانب با سمت در شرکت با آگاهی کامل از مفاد متن فوق،
 متقاضی درج آگهی در فصلنامه پیام فولاد با مشخصات ردیف از جدول فوق می باشم و مبلغ مربوطه را با احتساب
 توضیحات شماره های و به مبلغ ریال به حساب
 انجمن آهن و فولاد ایران واریز نموده ام که فیش آن بیوست می باشد.
 امضاء:



شبهه مقاله برای فصلنامه پیام فولاد

۵- جداول و نمودارها با سطر بندی و ستون بندی مناسب ترسیم شده و در مورد جداول شماره و شرح آن در بالا و در مورد اشکال در زیر آن درج گردد. واحدهای سیستم بین المللی (SI) برای آحاد در نظر گرفته شود.

۶- تصاویر و عکس ها: اصل تصاویر و عکس ها باید به ضمیمه مقاله ارسال شود. در مورد مقالات ترجمه شده ارسال اصل مقاله همراه با تصاویر و عکس های آن ضروری است.

۷- واژه ها و پی نوشت ها: بالای واژه های متن مقاله شماره گذاری شده و اصل لاتین واژه با همان شماره در واژه نامه ای که در انتهای مقاله تنظیم می گردد درج شود.

۸- منابع و مراجع: در متن مقاله شماره مراجع در داخل کروشه [] آورده شود و با همان ترتیب شماره گذاری شده مرتب گردیده و در انتهای مقاله آورده شوند.

مراجع فارسی از سمت راست و مراجع لاتین از سمت چپ نوشته شوند.

در فهرست مراجع درج نام مؤلفان یا مترجمان - عنوان مقاله - نام نشریه - شماره جلد - صفحه و سال انتشار ضروری است.

سایر نکات مهم

- تایپ مقالات صرفاً با نرم افزار Microsoft Word انجام شود.
- از تایپ شماره صفحه خودداری شود.
- مطالب تنها بر یک روی کاغذ A₄ (۲۹۷×۲۱۰ میلی متر) چاپ شود.
- چاپ مقاله توسط چاپگر لیزری انجام شود.
- فصلنامه پیام فولاد در حکم و اصلاح مطالب آزاد است.
- مسئولیت درستی و صحت مطالب - ارقام - نمودارها و عکس ها بر عهده نویسندگان / مترجمان مقاله است.
- فصلنامه پیام فولاد از بازگرداندن مقاله معذور است.

فصلنامه پیام فولاد با هدف انتشار یافته های علمی پژوهشی و آموزشی - کاربردی در جهت ارتقاء سطح دانش فولاد و صنایع وابسته در این زمینه می باشد. لذا برای تحقق این هدف انجمن آهن و فولاد ایران آمادگی خود را جهت انتشار دستاوردهای تحقیقاتی محققان گرامی بصورت مقاله های علمی و فنی در زمینه های مختلف صنایع فولاد اعلام می نماید.

راهنمای تهیه مقاله

الف) مقالات ارسالی بایستی در زمینه های مختلف صنایع آهن و فولاد باشند.

ب) مقالات ارسالی بایستی قبلاً در هیچ نشریه یا مجله ای درج شده باشد.

ج) مقالات می توانند در یکی از بخش های زیر تهیه شوند.

۱- تحقیقی - پژوهشی

۲- مروری

۳- ترجمه

۴- فنی (مطالعات موردی)*

لطفاً مقالات خود را بصورت کامل حداکثر در ۱۰ صفحه A₄ و طبق دستورالعمل زیر تهیه و به همراه سی دی مقاله به دفتر نشریه ارسال فرمایید.

۱- عنوان مقاله: مختصر و بیانگر محتوای مقاله باشد.

۲- مشخصات نویسنده (مترجم) به ترتیبی که مایلند در نشریه چاپ گردد.

۳- چکیده

۴- مقدمه، مواد و روش آزمایش ها، نتایج و بحث، نتیجه گیری و مراجع

*مقالات موردی می تواند شامل چکیده، نتایج، بحث، جمع بندی و در صورت نیاز مراجع باشد. رعایت سایر موارد ذکر شده فوق در مورد مقالات موردی الزامی است.