

تولید چدن نشکن با استفاد از آهن اسفنجی- تاثیر آهن اسفنجی بر خواص فلز مذاب

خطیب الاسلام صدر نژاد (دانشیار)
دانشکده مهندسی متالورژی

چکیده:

یکی از فواید استفاده از آهن اسفنجی، ایجاد تسهیل در تنظیم خواص شیمیائی و حرارتی فلز مذاب است. برای مثال در صورت استفاده از آهن خام برای تولید فلز مذاب، آهن اسفنجی می تواند به عنوان تعدیل کننده ترکیب شیمیائی مورد استفاده قرار گیرد. این موضوع به ویژه در شرایط حاضر که به علت تولید مقدار قابل ملاحظه ای از شمشهای آهن خام در کارخانه ذوب آهن اصفهان، مصرف این شمشها از اهمیت ویژه ای برخوردار شده است، می تواند مفید واقع شود. آهن اسفنجی در صورتی که همراه با این شمشها برای تولید چدن نشکن بکار برده شود، می تواند نقش تصحیح ترکیب شیمیائی، ترفیق ناخالصیهای مضر و تعدیل میزان عناصر نامطلوب را ایفا نماید. نحوه تاثیر و میزان اثر در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است.

مقدمه

به علت نوسانات موجود در تولید و عرضه مواد اولیه مورد استفاده در کارگاههای تولید چدن نشکن و تاثیر نوع و آنالیز این مواد بر خواص محصول بدست آمده، مطالعه و تحقیق در مورد نحوه و میزان اثر مواد اولیه مصرفی بر خواص چدن نشکن در شرایط حاضر دارای اهمیت خاصی می باشد. بطوریکه فشارهای ناشی از کمبود ارز بر کارگاههای ریخته گری چدن نشکن روز به روز شدید تر می گردد. توقف تولید آهن اسفنجی در واحدهای احیا مستقیم اهواز، به دلیل شرایط خاص جنگی متاسفانه باعث کاهش ذخیره آهن اسفنجی و افزایش قیمت آن در سالهای اخیر شده است. اگر چه این شرایط کاملاً موقتی است و با شروع مجدد تولید در واحدهای احیا مستقیم اهواز هنگامی که مجتمع این کار را ضروری تشخیص دهد و در صورت بکار افتادن واحدهای احیا مستقیم مجتمع فولاد مبارکه در سالهای آتی تغییر خواهد کرد، مع هذا وجود مشکلات فعلی تردیدی در ضرورت بررسی عملکرد انواع مختلف بار باقی نمی گذارد. از طرف دیگر، جمع شدن شمشهای آهن خام در محوطه ذوب آهن اصفهان، بدلیل موازنه نبودن خط تولید آهن خام با خطوط فولاد سازی و ریخته گری پیوسته، معضل جدیدی را به خصوص برای کارخانه ذوب آهن اصفهان بوجود آورده است. با توجه به اینکه یکی از راههای حل این معضل، به مصرف رساندن شمشهای آهن خام در کارگاههای تولید چدن نشکن می باشد، لذا اهمیت تحقیق پیرامون تاثیر مواد اولیه قابل مصرف در تولید چدن نشکن از این جهت نیز که با جهت اول متفاوت است، آشکار می گردد [۱].

اختلاف ترکیب شیمیائی شمشهای آهن خام اصفهان با دو نوع محصولات آهن اسفنجی مجتمع فولاد اهواز در جدول (۱) نمایش داده شده است. از طریق ذوب کردن مخلوط این مواد با نسبت های معین و افزودن عناصر آلیاژی مورد نیاز به میزان محاسبه شده [۲ و ۳] تصحیح ترکیب شیمیائی شمشهای آهن خام به طوری که با شرایط لازم برای تولید چدن نشکن تطبیق داشته باشد، میسر می گردد.

مطالعات آزمایشی

نتایج پاره ای از آزمایشهای انجام شده، در جدول ۲ خلاصه شده است. برای تنظیم محتوای سیلیسیوم فلز مذاب، در این آزمایشها، از آلیاژ فروسیلیسیوم ۷۵% استفاده شده است. عملیات ذوب در کوره شعله ای زمینی و با استفاده از بوتله گرافیتی انجام شده و دمای فلز مذاب در هنگام ریختن ۱۴۰۰ - ۱۳۶۰ درجه سانتیگراد بوده است. برای تلقیح نمونه ها از آلیاژ فرو منیزیم سریم دار استفاده گردیده و از مواد جوانه زا برای بهبود

است. برای تلقیح نمونه‌ها از آلیاژ فرو منیزیم سریم دار استفاده گردیده و از مواد جوانه‌زا برای بهبود مشکل گرافیت‌های گروی استفاده شده است.

ماده	ترکیب شیمیائی (درصدوزنی)				
آهن خام اصفهان	کربن	منگنز	سیلیسیم	فسفر	گوگرد
۴/۰۷	۰/۸۹	۰/۷۷	۰/۲۵	۰/۳۴	
آهن اسفنجی میدرکس	۱/۶۵	۰/۰۵	۱/۱۲	۰/۰۲۱	۰/۰۱۴
آهن اسفنجی پوروفر	۱/۶۶	۰/۰۵	۱/۱۷	۰/۰۲۳	۰/۰۱۳

جدول ۱ - مقایسه ترکیب شیمیائی آهن خام اصفهان با آهن اسفنجی اهواز

مراحل انجام عملیات ذوب را می‌توان به ترتیب زیر فهرست کرد:

- ۱- بار کردن مواد اولیه با نسبت‌های معین در کوره
- ۲- ذوب کردن مواد اولیه بار شده
- ۳- کنترل دما
- ۴- خارج کردن سرباره
- ۵- افزودن عوامل آلیاژ کننده
- ۶- سرباره‌گیری
- ۷- تلقیح با آلیاژ محتوی منیزیم
- ۸- افزودن ماده جوانه‌زا
- ۹- سرباره‌گیری و کنترل دما
- ۱۰- ریختن فلز مذاب به داخل قالب

اطلاعات مربوط به آنالیز شیمیائی نشان می‌دهد که بدلیل سیلیسی بودن باطله‌های سنگی موجود در آهن اسفنجی، سرباره حاصل از نوع اسیدی می‌باشد. به علاوه، نوسان میزان کربن فلز سبب تغییر در میزان سیلیس سرباره بدلیل احیا آن می‌گردد. از طریق اختلاط شمش‌های آهن خام ذوب آهن اصفهان و آهن اسفنجی نیز می‌توان چدن نشکن تولید کرد. این کار در صورت موفقیت می‌تواند به حل مشکل انباشته شدن این شمش‌ها در محل کارخانه ذوب آهن اصفهان بیانجامد. به علاوه مشکل کمبود مواد اولیه مصرفی کارگاه‌ها تولید چدن نشکن را نیز تا حدودی مرتفع سازد.

مشکل اساسی این شمش‌ها، زیاد بودن محتوای منگنز و فسفر و کم بودن محتوای سیلیسیم آنهاست. میزان گوگرد این شمش‌ها نیز بیشتر از حد قابل قبول برای تولید چدن نشکن می‌باشد. در آزمایش‌های انجام شده، اختلاط آهن اسفنجی با شمش‌های آهن خام سبب تعدیل ترکیب شیمیائی آنها و ایجاد امکان تولید چدن نشکن از طریق ذوب مقادیر نشان داده شده در جدول ۴ گردیده است. افزایش فروسیلیسیم و گرافیت نیز کمک به تصحیح آنالیز شیمیائی فلز مذاب نموده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که اختلاط دو ماده می‌تواند سبب تعدیل ترکیب شیمیائی شمش آهن خام در حد قابل قبول حتی برای تولید چدن نشکن شود. در شکل ۱ تاثیر افزایش درصد آهن اسفنجی در بار کوره بوت‌ای بر میزان عناصر فسفر، گوگرد، مس، نیکل، کروم و منگنز در چدن مذاب حاصل از ذوب مخلوط آهن اسفنجی و شمش‌های سورل نشان داده شده است. مشابه این اطلاعات برای ذوب مخلوط شمش سورل، شمش روسی و آهن اسفنجی در کوره القائی ۱/۵ تنی، در شکل ۲ رسم گردیده است. اطلاعات مربوط به میزان انرژی مصرفی، سرعت ذوب شدن مواد و میزان سرباره حاصل از ذوب مخلوط آهن اسفنجی، قراضه برگشتی و شمش چدن روسی در جدول ۵ خلاصه شده است. وسیله بار کردن مداوم آهن اسفنجی در کوره القائی صنعتی در شکل ۳ نشان داده شده است.

خاتمه

در این مقاله به ذکر خلاصه مطالعات انجام شده در مورد تعیین نحوه ذوب کلوخه‌های آهن اسفنجی

همراه با شمشهای آهن خام، شمشهای سورل و قراضه برگشتی پرداخته شده است. نتایج آزمایشهای علمی در مورد ساختن چدن نشکن با استفاده از مواد اولیه داخلی مانند شمشهای آهن خام اصفهان همراه با آهن اسفنجی اهواز مورد بررسی واقع شده‌اند. بر اساس این نتایج دانش فنی مربوط به تولید چدن نشکن با استفاده از:

الف - شمشهای وارداتی

ب - آهن اسفنجی اهواز

ج - آهن خام ذوب آهن اصفهان

د - مخلوطهایی با نسبتهای مختلف از این مواد بطور نسبتاً کامل شناخته شده و در عمل نیز با موفقیت تجربه گردیده است. مطالعات بعدی پروژه بیشتر جنبه نظری داشته و در ارتباط با مدل سازی و محاسبات عددی به منظور بهینه کردن نتایج و افزایش میزان بازدهی در عملیات ساختن چدن نشکن با استفاده از مواد داخلی خواهد بود.

جدول ۵- تاثیر نوع بار در کوره القائی بر انرژی مصرفی، سرعت ذوب شدن و میزان سرباره حاصل

مواد بار شده به کوره حاوی فلز مذاب	نحوه بار کردن	انرژی مصرفی KWh/Kg	سرعت ذوب شدن Kg/min	درصد وزنی سرباره حاصل
شمش چدن روسی و قراضه برگشتی	یکجا	۰/۴	۲۲	۳
آهن اسفنجی	یکجا	۰/۴۸	۱۱/۲	۷/۵
آهن اسفنجی	تدریجی	۰/۳	۱۸	۵/۳

قدر دانی

در انجام این پروژه شش نفر از دانشجویان دوره‌های کارشناسی ارشد و کارشناسی و همچنین تکنسینهای آزمایشگاههای متالورژی استخراجی، ریخته گری و تجزیه مواد دانشکده مهندسی متالورژی دانشگاه صنعتی شریف نقش داشته‌اند. بدینوسیله از همکاری صمیمانه آنها تقدیر و تشکر می‌شود. همچنین از مسئولین و کارکنان کارخانه‌های پارس متال، پروفیل نیمه سبک و نورد و تولید قطعات فولادی که در انجام برخی از آزمایشها معاضدت نموده‌اند سپاسگزاری می‌گردد. از مجتمع فولاد اهواز به خاطر ارسال محموله‌های آهن اسفنجی تشکر می‌شود. از دانشگاه صنعتی شریف و مرکز تحقیقات آب و انرژی وابسته به دانشگاه صنعتی شریف که با تامین اعتبار لازم و همچنین تعمیر برخی از وسائل مورد نیاز و نصب منبع آب، به اجرای این پروژه کمک نموده‌اند و سایر همکاران و نهادهائی که در انجام پروژه نقش داشته‌اند، صمیمانه قدردانی می‌گردد. امید است با مساعدت و همکاری بیش از پیش این عزیزان، زمینه دستیابی به نتایج ارزنده‌تر تحقیق در سالهای آتی فراهم گردیده و ادامه پژوهش در مورد موضوع پروژه همچنان میسر گردد.

منابع و مآخذ:

۱- صدر نژاد، تولید چدن نشکن با استفاده از آهن اسفنجی: قسمت اول - بررسی کلی: کارنامه پژوهشی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۶۷.

2- Morrogh, " Influence of Some Residual Elements and their Neutralization in Magnesium- Treated Nofular Cast Iron": Source on Ductile Iron, Asm, 1977, 20-33.

3- Steffora, " Induction Melting for Ductile Iron Production": Source Book on Ductile Iron, ASM, 1977, 70-76.

4- McCluhan, "Sec.III: Nodulizing Materials and Methods": Source Book on Ductile Iron , ASM, 1977, 77-91.

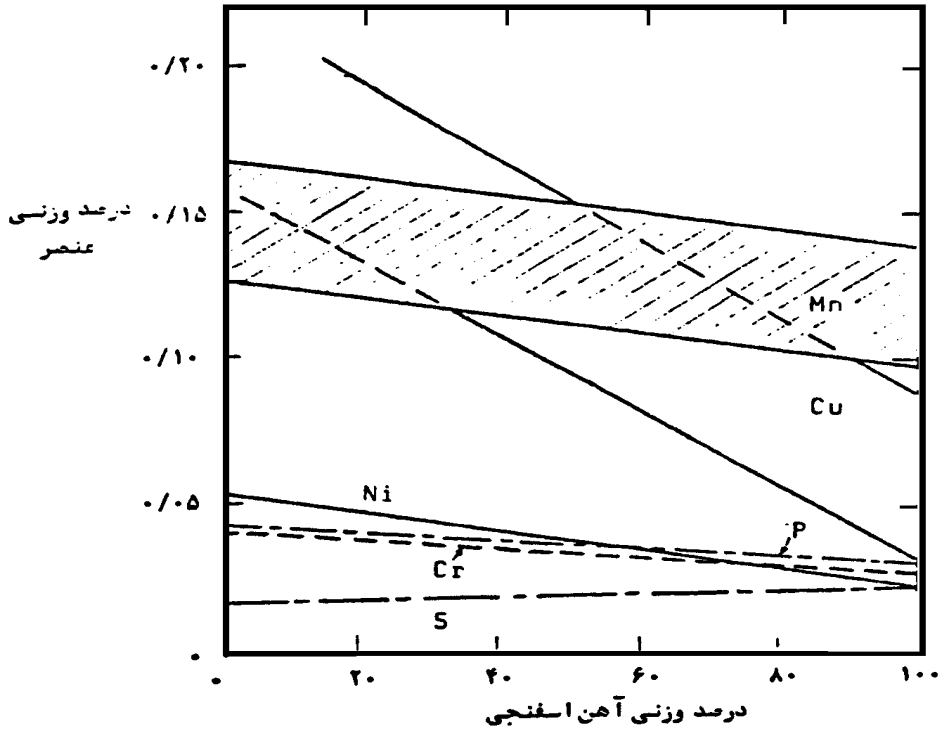
جدول ۲ - تولید چدن نشکن از طریق ذوب مواد اولیه مختلف داخلی و نتایج حاصل

ساخته اولیه	آنالیز شیمیائی (درصد وزنی)										ساخته اولیه	
	کربن	منگنز	سیلیسیم	فسفر	گوگرد	منیزیم	نیکل	مس	کرافیت کسروی	درصد کرافیت کسروی		استحکام کششی MPa
۱ شمش اصفهان	۳/۲۸	۰/۶۳	۳/۲۰	۰/۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲	۰/۶	—	> ۷۵	۳۶۳	۲۲۹	۵۰٪ فریت ۵۰٪ پیرلیت
۲ شمش اصفهان	۴/۳۶	۰/۶۲	۲/۸۲	۰/۲	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۶	—	> ۷۵	۵۳۰	۲۶۰	۶۰٪ فریت ۲۰٪ پیرلیت
۳ شمش پورل و اصفهان	۴/۳۶	۰/۰۳	۲/۲۱	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۲۲	۰/۶	—	> ۹۰	۶۲۸	۲۵۲	۵۰٪ فریت ۵۰٪ پیرلیت
۴ شمش اصفهان و اصفهان	۲/۲۵	۰/۳	۲/۲۵	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۳۶	—	۱/۱۳	> ۹۰	۶۷۹	۲۶۹	۶۰٪ فریت ۲۰٪ پیرلیت
۵ شمش اصفهان و مولادریه	۲/۶۷	۰/۳	۳/۲۶	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۲	—	۰/۹۶	—	۱۶۳	۱۵۶	۷۰٪ فریت ۳۰٪ پیرلیت

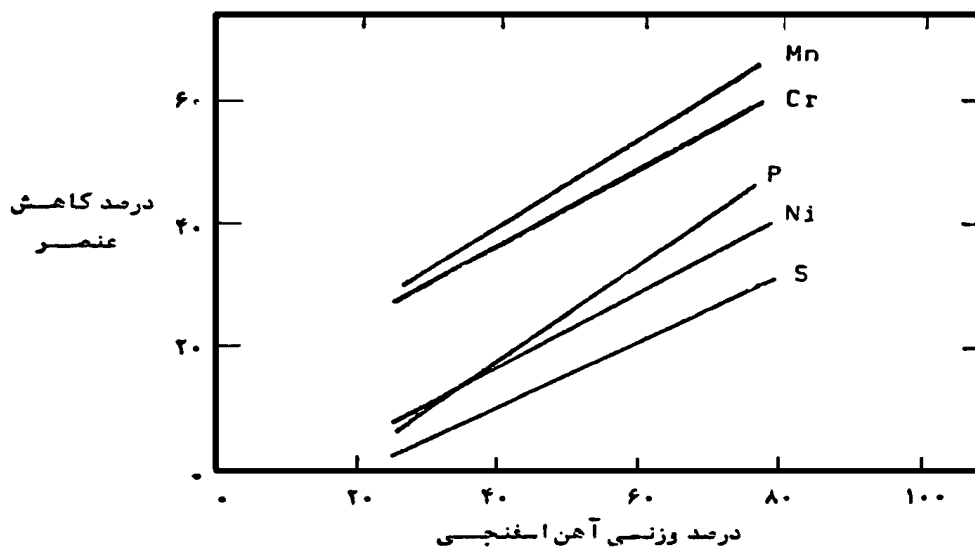
جدول ۴ - تولید چدن نشکن با استفاده از آهن خام اصفهان

ماده	آنالیز شیمیائی (درصد وزنی)					
	کربن	سیلیسیم	منگنز	فسفر	گوگرد	مقدار مصرفی (درصد وزنی)
شمش آهن خام	۴	۰/۷۶-۱/۷۵	۰/۵-۱/۳۱	۰/۱-۱	۰/۰۴-۰/۰۷	۴۶/۳
آهن اسفنجی	۱/۶	۱/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱۳	۴۶/۳
فرو سیلیسیم	—	۷۵	—	—	—	۲/۸
گرافیت	۱۰۰	—	—	—	—	۴/۶
چدن نشکن حاصل	۳/۷۷	۲/۸۸	۰/۴۱	۰/۰۳	۰/۰۲	—

شکل ۱- تاثیر آهن اسفنجی دربار کوره بوتهدای بر آنالیز شیمیائی چدن نشکن حاصل از ذوب مخلوط شمشهای سولر و آهن اسفنجی



شکل ۲- تاثیر آهن اسفنجی بر آنالیز شیمیائی چدن نشکن حاصل از ذوب مخلوط شمش سولر، شمش روسی، و آهن اسفنجی در کوره القائی ۱/۵ تنی بدون هسته با فرکانس پائین



شکل ۳ - بار کردن مداوم آهن اسفنجی در کوره القائی صنعتی

