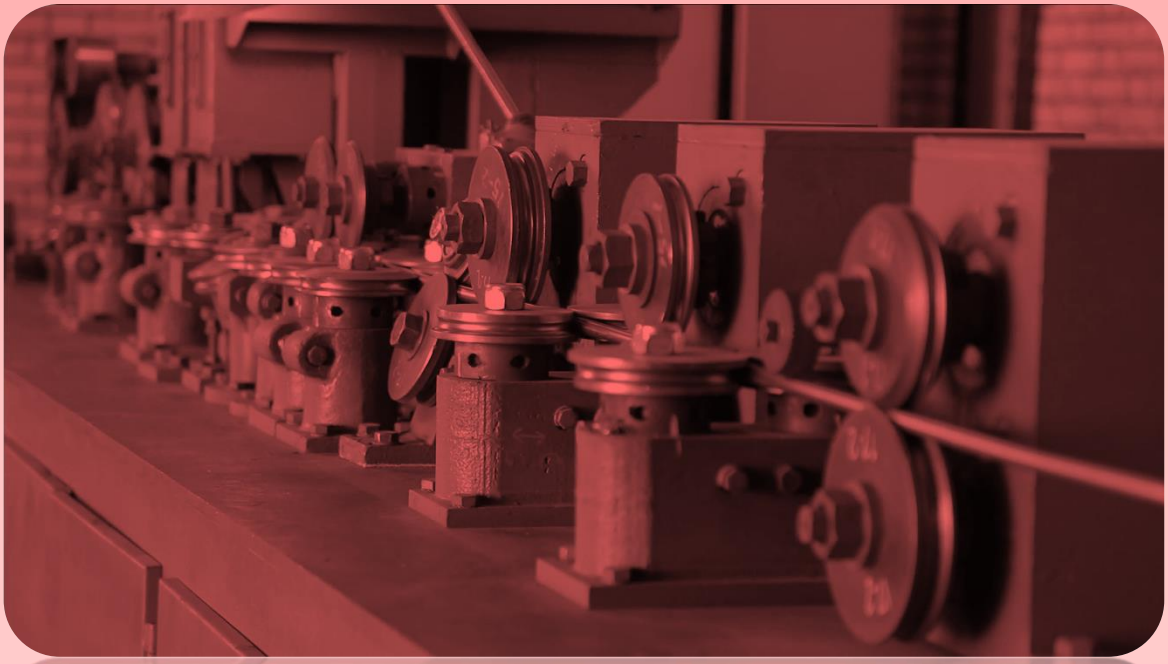
HALYCO
شرکت آلیاژگستر هامون
Ferro Alloys Manufacturer

کوردوایرهای کروی ساز

SPHERIODISER CORED WIRES



کوردوایرهای کروی ساز

کورد وایرهای کروی ساز فروسیلیکومنیزیم

امروزه آلیاژهای حاوی منیزیم به یکی از اجزاء جدایی ناپذیر صنعت چدن نشکن در جهان تبدیل گشته است. بر اساس آمارهای بدست آمده، عمده ریخته گری های چدن نشکن در سرتاسر جهان از طریق تزریق کوردوایرهای حامل آلیاژهای منیزیم صورت میپذیرد. در این روش پودر آلیاژ مذکور درداخل غلافی از ورق استیل پر شده و به این ترتیب امکان انتقال منیزیم به بیشترین عمق ممکن مذاب فراهم می گردد.

منیزیم، عامل اصلی کروی سازی

کروی سازی ورقه های کربن در مذاب مشخصه ای است که منیزیم را در فرآیند تولید چدن نشکن به عنصری ارزشمند تبدیل کرده است. این فرآیند بهبود شاخصه های مکانیکی محصول از جمله افزایش میزان چکش خواری و کشش سطحی آن را در پی دارد. ورود منیزیم به مذاب با شعله، بخار و نوری خیره کننده همراه است که به «اثر پیرو» شهرت دارد. این پدیده خطرات و ناامنی هایی را به سیستم تحمیل می نماید و چنانچه به شیوه ای دقیق و حساب شده صورت نپذیرد، کاهش بازدهی منیزیم در فرآیند عمل آوری مذاب را در پی خواهد داشت. از یک سو وجود بیش از اندازه اثر پیرو در ابتدای کار، با سوختن و از دست رفتن مقدار زیادی منیزیم همراه خواهد بود و از سوی دیگر نیز، مقدار منیزیم باقیمانده پس از واکنش با اکسیژن و گوگرد موجود در مذاب کمتر از پیش خواهد شد.

در فرآیند عمل‌آوری مذاب توسط کوردوایر، منیزیم موجود یا به صورت آلیاژ فروسیلیکومنیزیم و یا به صورت گرانول به مذاب تزریق میگردد و از این طریق دشواریهای موجود در فرآیند عمل‌آوری را به حداقل میزان ممکن میرساند. به این دلیل است که تزریق کوردوایرهای کروی‌ساز حاوی منیزیم، به صورت گسترده و به عنوان عوامل جوانه زایی، گوگردزدایی و کروی-سازی جایگزین روشهای سنتی شده است. مشخصات کوردوایرهای کروی ساز تولید شده در شرکت آلیاژ گستر هامون به شرح زیر میباشد:

مشخصات کوردوایر فروسیلیکومنیزیم

ترکیب شیمیایی پودر فروسیلیکومنیزیم (٪)						
محصول[1]	منیزیم (Mg)	سیلیسیوم (Si)	آلومینیوم (Al) (بیشینه)	کلسیم (Ca)	عناصر کمیاب[2]	آهن (Fe)
FeSiMg 26	۲۵-۲۸	۳۸-۴۱	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده
FeSiMg 26 (hSi)	۲۴-۲۷	۴۰-۴۳	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده
FeSiMg 29	۲۸-۳۲	۳۶-۳۹	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده
FeSiMg 29 (hSi)	۲۷-۳۱	۳۸-۴۱	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده
FeSiMg 32	۳۱-۳۴	۳۴-۳۷	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده
FeSiMg 32 (hSi)	۳۰-۳۳	۳۶-۳۹	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده
FeSiMg 35	۳۴-۳۷	۳۲-۳۵	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده
FeSiMg 35 (hSi)	۳۳-۳۶	۳۴-۳۷	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده
FeSiMg 38	۳۷-۴۰	۳۰-۳۳	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده
FeSiMg 38 (hSi)	۳۶-۳۹	۳۲-۳۵	۱/۲	۱-۳	۰/۸-۱/۱	متعادل کننده

مشخصات فیزیکی						
مغزی اصلی	چگالی (g/cm^3)	نقطه ذوب (°c)	نقطه جوش (°c)	غلاف فلزی	قطر (Θ, mm)	ضخامت (mm)
فروسیلیکومنیزیم	۴/۴-۴/۸	۹۱۰-۱۲۲۵	-	DIN 1623 St 12	۱۳/۵ ±۰/۵	۰/۴ ± ۰/۰۴

[1] تولید سایر کوردوایرها با گریدهای متفاوت همراه با عناصری چون باریم بر حسب نیاز مشتری امکان پذیر است.
[2] سریوم و لانتان

کوردوایرهای کروی ساز

مشخصات هندسی کوردوایر					
محصول	FeSiMg 26	FeSiMg 29	FeSiMg 32	FeSiMg 35	FeSiMg 38
قطر (Θ, mm)	۱۳/۵ ±۰/۵	۱۳/۵ ±۰/۵	۱۳/۵ ±۰/۵	۱۳/۵ ±۰/۵	۱۳/۵ ±۰/۵
شکل	دایروی	دایروی	دایروی	دایروی	دایروی
میزان مغزی (g/m)	۲۵۴ ± ۱۲	۲۴۹ ± ۱۲	۲۴۴ ± ۱۲	۲۳۹ ± ۱۲	۲۳۴ ± ۱۲
محصول	FeSiMg 26 (hSi)	FeSiMg 29 (hSi)	FeSiMg 32 (hSi)	FeSiMg 35 (hSi)	FeSiMg 38 (hSi)
قطر (Θ, mm)	۱۳/۵ ±۰/۵	۱۳/۵ ±۰/۵	۱۳/۵ ±۰/۵	۱۳/۵ ±۰/۵	۱۳/۵ ±۰/۵
شکل	دایروی	دایروی	دایروی	دایروی	دایروی
میزان مغزی (g/m)	۲۵۴ ± ۱۲	۲۴۹ ± ۱۲	۲۴۴ ± ۱۲	۲۳۹ ± ۱۲	۲۳۴ ± ۱۲

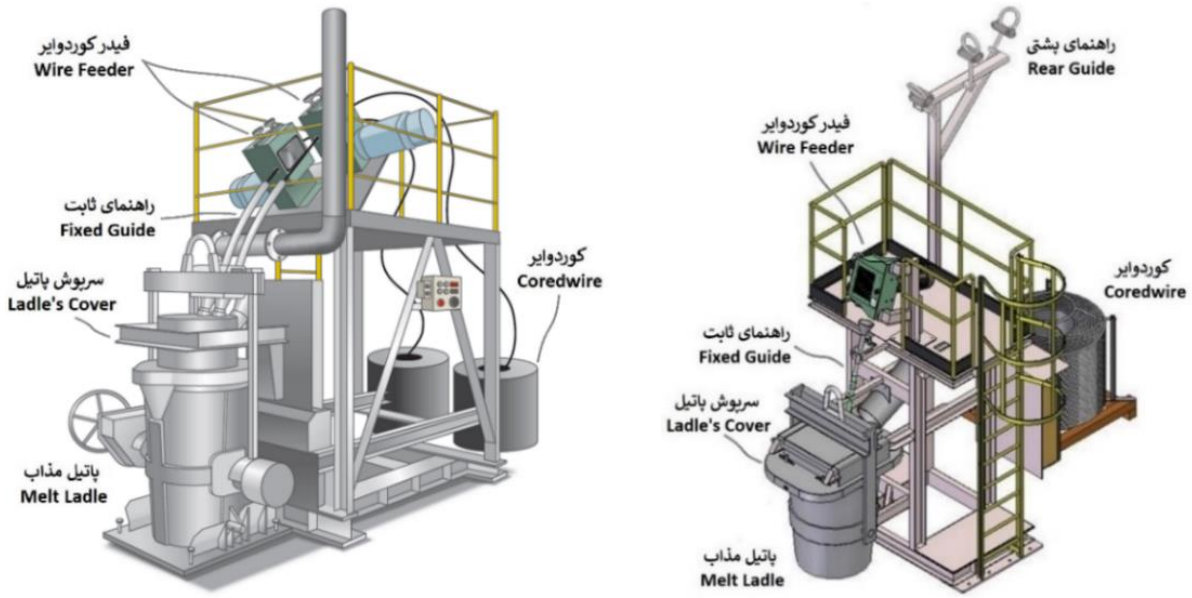
مشخصات کویل (کویل افقی و عمودی)					
محصول	FeSiMg 26	FeSiMg 29	FeSiMg 32	FeSiMg 35	FeSiMg 38
وزن پودر مغزی (kg)	۹۶۵ ± ۴۵	۹۴۶ ± ۴۵	۹۲۷ ± ۴۵	۹۰۸ ± ۴۵	۸۸۹ ± ۴۵
وزن غلاف (kg)	۶۵۰ ± ۲۰	۶۵۰ ± ۲۰	۶۵۰ ± ۲۰	۶۵۰ ± ۲۰	۶۵۰ ± ۲۰
وزن خالص (kg)	۱۶۱۵ ± ۶۵	۱۵۹۵ ± ۶۵	۱۵۷۵ ± ۶۵	۱۵۵۵ ± ۶۵	۱۵۳۵ ± ۶۵
طول (m)	۳۸۰۰ ± ۱۰۰	۳۸۰۰ ± ۱۰۰	۳۸۰۰ ± ۱۰۰	۳۸۰۰ ± ۱۰۰	۳۸۰۰ ± ۱۰۰
قطر داخلی (mm)	۶۶۰	۶۶۰	۶۶۰	۶۶۰	۶۶۰
قطر خارجی (mm)	۱۱۵۰	۱۱۵۰	۱۱۵۰	۱۱۵۰	۱۱۵۰
ارتفاع (mm)	۹۲۰	۹۲۰	۹۲۰	۹۲۰	۹۲۰
محصول	FeSiMg 26 (hSi)	FeSiMg 29 (hSi)	FeSiMg 32 (hSi)	FeSiMg 35 (hSi)	FeSiMg 38 (hSi)
وزن پودر مغزی (kg)	۹۶۵ ± ۴۵	۹۴۶ ± ۴۵	۹۲۷ ± ۴۵	۹۰۸ ± ۴۵	۸۸۹ ± ۴۵
وزن غلاف (kg)	۶۵۰ ± ۲۰	۶۵۰ ± ۲۰	۶۵۰ ± ۲۰	۶۵۰ ± ۲۰	۶۵۰ ± ۲۰
وزن خالص (kg)	۱۶۱۵ ± ۶۵	۱۵۹۵ ± ۶۵	۱۵۷۵ ± ۶۵	۱۵۵۵ ± ۶۵	۱۵۳۵ ± ۶۵
طول (m)	۳۸۰۰ ± ۱۰۰	۳۸۰۰ ± ۱۰۰	۳۸۰۰ ± ۱۰۰	۳۸۰۰ ± ۱۰۰	۳۸۰۰ ± ۱۰۰
قطر داخلی (mm)	۶۶۰	۶۶۰	۶۶۰	۶۶۰	۶۶۰
قطر خارجی (mm)	۱۱۵۰	۱۱۵۰	۱۱۵۰	۱۱۵۰	۱۱۵۰
ارتفاع (mm)	۹۲۰	۹۲۰	۹۲۰	۹۲۰	۹۲۰

❖ تمامی کویلهای موجود در پالت هایی افقی یا عمودی و به رنگ **قرمز** قرار گرفته و با سلفون پوشانده شده اند. برچسبهایی نیز بر روی آنها قرار دارد که جزئیاتی مانند آنالیز شیمیایی پودر مغزی و مشخصات فیزیکی کویل را نمایش میدهد.

فرآیند تزریق کوردوایر

به منظور عمل آوری مذاب، کوردوایرهای موجود توسط سیستم تزریق سیم به درون مذاب تزریق میگردند. این سیستم شامل کانالهای مجزایی است که کوردوایر را کشیده و از طریق مجاری لوله ای به درون مذاب هدایت می نماید. (نگاره ۱). در فرآیند تزریق منیزیم و عمل آوری ذوب نخست فلز مذاب با ترکیبی مشخص درون پاتیل عمل آوری ریخته شده و وزن آن سنجیده میشود. سپس بر حسب وزن مذاب موجود، طول مناسب کوردوایر جهت تزریق تعیین شده و بر اساس هندسه پاتیل، سرعت فرآیند تزریق محاسبه می گردد. در گام بعدی، دمای موجود مذاب سنجیده شده و عملیات تزریق آغاز میگردد. پس از اتمام فرآیند تزریق نیز سرباره گیری از مذاب صورت گرفته و مذاب در قالب از پیش تعیین شده ریخته میشود.

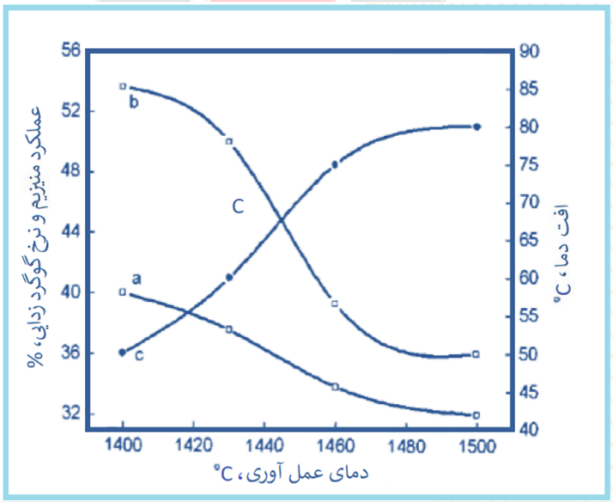
کوردوایرهای کروی ساز



نگاره ۱- شکل شماتیک دو سیستم تزریق کوردوایر، تک کاناله و دو کاناله

پارامترهای تأثیرگذار بر فرآیند تزریق کوردوایر

- **محتوی گوگرد موجود:** در تهیه مذاب در حد امکان باید مقدار گوگرد اندک باشد. این عنصر نه تنها به طور چشمگیری مصرف منیزیم به عنوان عامل کروی ساز را بالا می برد، بلکه باعث ایجاد سرباره بیشتر و حبس مقادیر زیادی سولفید منیزیم در قطعه ریخته شده می شود. لیکن توجه به نکته لازم است که کمبود گوگرد (کمتر از ۰/۰۱ درصد) نیز پدیده جوانه زایی را با دشواری هایی روبرو خواهد ساخت.
- **دمای عمل آوری مذاب:** در فرآیند تزریق کوردوایر نیز مشابه با تمام فرآیندهای کروی ساز دیگر، رابطه مستقیمی میان میزان بازیابی منیزیم و دمای عمل آوری مذاب وجود دارد. با افزایش دمای مذکور، نرخ گوگردزدایی و عملکرد منیزیم افت نموده و افت دما نیز بیشتر میگردد (نگاره ۲). از این رو دمای مذاب باید تا حد ممکن پایین آورده شود.

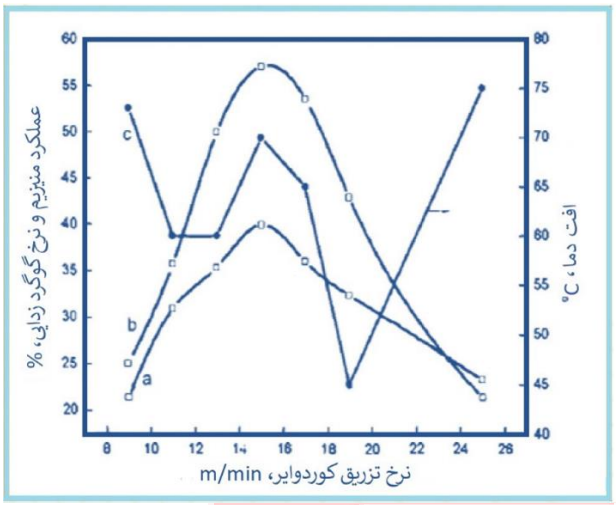


نگاره ۲- اثر دماهای گوناگون عمل آوری بر a) عملکرد منیزیم b) نرخ گوگرد زدایی c) افت دما

(شرایط موجود: گوگرد ابتدایی: ۰/۰۲۸ %، نرخ تزریق: ۱۵ $\frac{m}{min}$، وزن مذاب: ۵۰۰ کیلوگرم، نسبت ارتفاع به قطر پاتیل: ۲ به ۱)

کوردوایرهای کروی ساز

❖ **نرخ تزریق کوردوایر و زمان عمل آوری**: از پارامترهای بسیار مهم در عملیات تزریق کوردوایر می توان به نرخ تزریق سیم اشاره نمود که اثری چشمگیر بر فرآیندهای گوگردزدایی و کروی سازی مذاب دارد. سرعت بهینه به گونه ای است که مغزی حاوی منیزیم در عمقی مشخص (جایی نزدیک کف پاتیل) درون مذاب آزاد گردد. در این عمق است که منیزیم تبخیر شده و حبابهای آن به آهستگی به سمت سطح مذاب به حرکت آمده و با آن واکنش مناسب را نشان می دهد. انتشار پودر منیزیم در قسمت پایینی پاتیل می تواند مشکلات ذاتی منیزیم همانند چگالی اندک، فشار بخار زیاد، نقطه جوش پایین، فعالیت بیش از اندازه شیمیایی و ... را تا حد زیادی برطرف نموده و به بهبود عملکرد آن کمک نماید. سرعت بیشتر یا کمتر از سرعت بهینه کیفیت فرآیند عمل آوری مذاب را کاهش خواهد داد. به علاوه افت دما در این شرایط همواره زیر ۸۰ درجه سانتیگراد است. (نگاره ۳)



نگاره ۳- اثر نرخهای گوناگون تزریق کوردوایر بر a) عملکرد منیزیم b) نرخ گوگرد زدایی c) افت دما
(شرایط موجود: گوگرد ابتدایی: ۰/۰۲۸ %، وزن مذاب: ۵۰۰ کیلوگرم، نسبت ارتفاع به قطر پاتیل مذاب : ۲ به ۱)

در سرعت بسیار پایین تزریق، منیزیم موجود در کوردوایر در نزدیکی سطح مذاب باقیمانده و از دست می رود. از طرفی در سرعتهای بالای تزریق نیز به دو دلیل افت عملکرد منیزیم را شاهد خواهیم بود:

۱. سیم فرصت ذوب شدن در ته پاتیل را پیدا نخواهد کرد و در نتیجه آن منیزیم مجدداً در سطح مذاب آزاد میگردد.
۲. سرعت آزاد شدن منیزیم بیش از حد بوده که باعث بیشتر شدن فشار بخار منیزیم و کاهش عملکرد آن می شود.

اگر نرخ تزریق کوردوایر و درجه حرارت عمل آوری به خوبی کنترل نشود، کیفیت عمل آوری مذاب به صورت قابل توجهی کاهش یافته و حتی در سرعتهای بالای تغذیه شاهد انفجارهایی در پاتیل مذاب خواهیم بود.

❖ **ترکیب کوردوایر کروی ساز حاوی منیزیم:** میزان منیزیم نهایی به عواملی چون قطر کوردوایر و ترکیب مغزی موجود در آن بستگی دارد. انتخاب نوع کوردوایر به صنعت مصرف کننده آنها بستگی دارد. هر کارخانه بسته به نیاز خود از جمله حجم مذاب موجود، هندسه پاتیل ذوب، دما، میزان اکسیژن و گوگرد مذاب و ...، کوردوایر مناسب را انتخاب می نماید.

❖ **درصد منیزیم مطلوب در آلیاژ:** فرمول زیر نمایانگر محاسبات اولیه طول مطلوب کوردوایر و میزان احیای منیزیم می باشد. در ابتدا فرضیات مشخصی را در نظر گرفته که می بایست در کیفیت مذاب به آنها توجه نمود. از طرفی از تأثیرات دما صرفنظر می نماییم تا بتوانیم میزان کوردوایر برای مصارف جدید را محاسبه نماییم:

$$\text{Wire Length (m)} = \text{Iron (kg)} \times \frac{(0.76 \times \Delta S\%) + \text{Mg\% in melt}}{\text{Mg Rec.\%} \times \text{Mg Wire (g/m)}}$$

- Wire Length:طول سیم
- Iron: آهن
- ΔS: میزان گوگرد در ابتدای کار- میزان گوگرد در انتهای کار
- Mg% in melt: میزان منیزیم باقیمانده
- Mg Rec. %: منیزیم احیاء شده برای هرگونه عملیات

❖ **سایر عوامل:** عوامل دیگری همچون هندسه پاتیل، حجم مذاب موجود، هندسه راهنمای کوردوایر به داخل پاتیل و طراحی ایستگاه عمل آوری نیز در فرآیند تزریق کوردوایر حائز اهمیت می باشند.

مزایای بهره مندی از کوردوایر در یک نگاه

- قابلیت تنظیم هرچه دقیق تر میزان منیزیم مصرفی
- انعطاف پذیری بالا با هرگونه ترکیب آهن (بویژه در ترکیبات حاوی گوگرد)
- تلفات کمتر منیزیم و در نتیجه بازدهی بالاتر فرآیند کروی سازی
- سهولت فرآیندهای عملیاتی و داشتن روندی قابل اعتماد و پایدار
- تشکیل سرباره کمتر روی مذاب و رسوبات اندک کف پاتیل
- داشتن هزینه های کمتر عمل آوری
- انجام همزمان فرآیندهای گوگرد زدایی و کروی سازی
- نیاز کمتر به نیروی کار و برداشتن گامی در جهت اتوماسیون کلی فرآیند ریخته گری قطعات
- آسیب کمتر به محیط زیست با کنترل و حذف انتشار مواد زیان بار
- امکان تولید سایر محصولات تنها با تغییر مغزی مورد نظر (مانند تولید چدن با گرافیت فشرده)

HALYCO
شرکت آلیاژسنتر هامون
Ferro Alloys Manufacturer