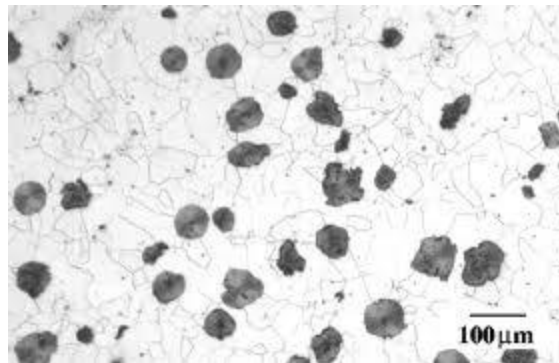


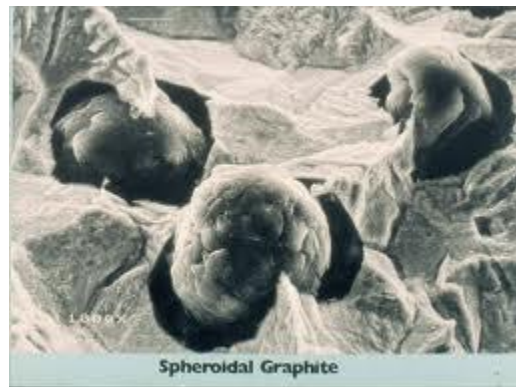
## چدن های نشکن

چدن های نشکن یا چدن های با گرافیت کروی ، خانواده ای از چدن ها بوده و همانطور که از اسمشان پیداست شکل گرافیت در آن ها کروی است. همین کروی بودن گرافیت ها باعث افزایش استحکام و چقرمگی در مقایسه با چدن های با گرافیت ورقه ای می گردد.

## ساختار میکروسکپی



## تصویر میکروسکپ الکترونی

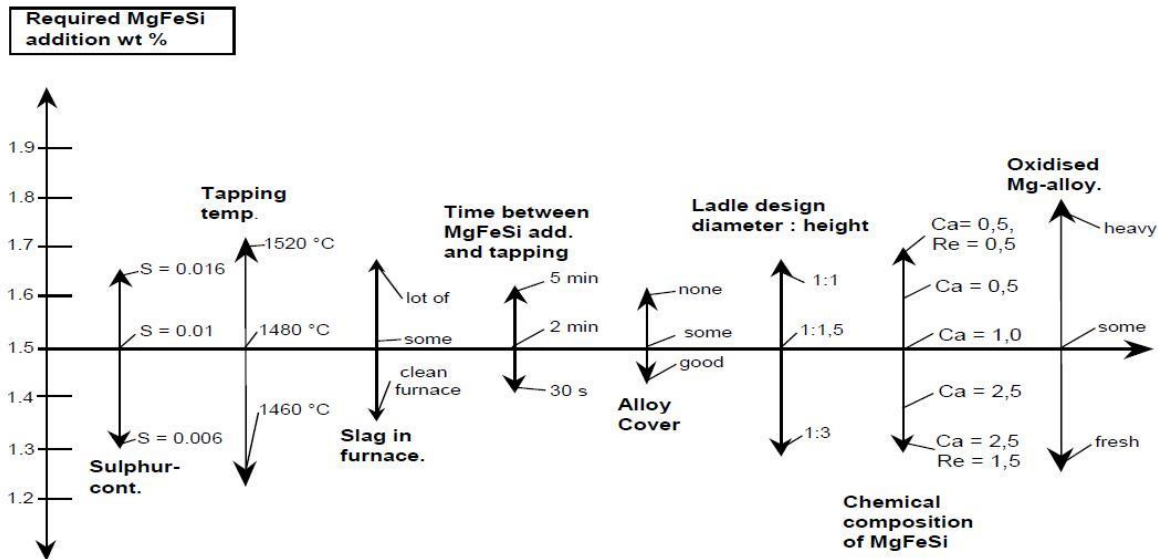


تصویر فوق نحوه استقرار گرافیت کروی را در ساختار نشان می دهد.

ریخته گری چدن نشکن:

چدن نشکن با افزودن منیزیم Mg در مذاب تولید می شود. روش های بسیار مختلفی برای تولید چدن نشکن وجود دارد. این تفاوت عمدتاً در نحوه اضافه کردن منیزیم به مذاب ظاهر می شود.

اصولاً چدن نشکن در مقاسیه با چدن با گرافیت ورقه ای ، تمایل به تبرید بیشتری دارد و برای بدست آوردن ساختار عاری از کاربید مخصوصاً در مقاطع نازک ، لازم است جوانه زایی با آلیاژ سیلیسیم انجام شود.



Factors that can influence the MgFeSi addition to a ductile iron ladle treatment process.

اندازه گرافیت می تواند روی خواص مکانیکی تاثیر بگذارد . اندازه گرافیت ها به دو عامل بستگی دارد :

1- آهنگ سرد شدن یا اندازه سطح مقطع . چون مقاطع نازک سریع سرد می شوند ، تعداد بیشتری گرافیت کروی خواهند داشت.

۲- جوانه زنی با آلیاژ سیلیسیم، افزایش تعداد گرافیت های کروی و کاهش تمایل به تبریدی بودن مخصوصاً در مقاطع نازک را باعث می شود. افزایش مقدار جوانه زا باعث افزایش تعداد گرافیت های کروی می شود .

تاثیر عناصر آلیاژی در گرافیت کروی : تولید چدن نشکن یا چدن با گرافیت کروی عموماً با اضافه کردن مقادیر جزئی منیزیم به عنوان عنصری کروی کننده به مذابی

که دارای ترکیب شیمیایی مشابه چدن خاکستری می باشد انجام می گیرد ، منیزیم تنها عنصری نیست که می تواند نقش کرومی کننده داشته باشد . عناصری نظیر کلسیم ، پتاسیم ، لیتیم ، لانتانیم ، و برلیوم نیز می توانند ترغیب کننده گرافیت کرومی باشند و دلیل استفاده از منیزیم به خاطر جنبه اقتصادی آن است.

عناصر بازدارنده گرافیت کرومی نیز وجود دارند . از قبیل گوگرد ، سرب ، تیتانیم، اکسیژن، هیدروژن، ازت و...

مقدار منیزیمی که می تواند وجود گرافیت های کرومی را تضمین کند بسته به مقدار اکسیژن و گوگرد محتوای مذاب بین ۰٫۰۳ تا ۰٫۰۶ % میباشد در چه حرارت مناسب برای افزودن منیزیم به مذاب چدن معمولاً بین ۱۴۸۰ تا ۱۵۵۰ درجه می باشد.

نقش منیزیم در کرومی کردن گرافیت ها : علت کرومی شدن گرافیت ها مربوط به وجود مقدار کم ولی مشخص از عنصر منیزیم می باشد یا عناصر دیگر که باید در مرحله خاصی به مذاب چدن با ترکیب شیمیایی مشخص اضافه گردند . در چدن های نشکن تشکیل گرافیت های کرومی را می توان در دو مرحله مجزا ( مرحله رشد و جوانه زنی ) قرار داد . جوانه زنی می تواند به دو صورت هموزن با خودی یا به شکل هیتروزن یا غیر خودی انجام گیرد.

نظریه کرومی شدن گرافیت:

درمورد رشد نقش عناصر کرومی کننده زیاد می باشد . طبق نظریاتی اغلب محققین ضمن اعتقاد به جوانه زنی هیتروزن معتقدند که رشد گرافیت ها بر روی جوانه های موجود از مرکز به سمت خارج انجام می گیرد . طبق نظریه رشد شاخه ای اعتقاد بر این است پس از تشکیل جوانه کریستال های گرافیت به صورت کاملاً دندردی و شاخه ای رشد می کنند . یعنی از هر یک از جوانه های گرافیت چندین شاخه جدا می شود و این عمل تکرار می یابد . رشد این گرافیت ها مشابه رشد گرافیت ورقه ای می باشد ، منتها در مورد گرافیت ورقه ای تشکیل شاخه ها کمتر ، ولی در مورد گرافیت کرومی به دلیل وجود عناصر کرومی کننده تشکیل شاخه ها بیشتر است . در مورد نظریه حباب باید گفت که با نزدیک شدن به درجه حرارت انجماد مذاب ، اکسید های مختلف در مذاب شروع به رسوب کردن می نمایند . عناصر کرومی کننده از طریق کم نمودن میزان اکسیژن موجود در مذاب مقدار و اندازه حباب های گازی CO را کنترل نموده و در نتیجه از متلاشی شدن آن ها جلوگیری مینماید که این امر با تاثیری که عناصر کرومی کننده دارند . نهایتاً موجب کرومی شدن گرافیت ها می شود ، یعنی گرافیت ها بر روی سطوح حباب ها گاز CO می زند و رشد تا پر شدن کامل حباب از گرافیت ادامه می یابد.

جوانه زنی یا تلقیح در چدن با گرافیت کرومی : این مرحله از مراحل ویژه و مهم در تولید چدن نشکن است که طی آن مواد ویژه ای در مقادیر کم و در آخرین مراحل ذوب به منظور کاهش تمایل به تشکیل کاربید و ترغیب تشکیل گرافیت به مذاب چدن افزوده می شود . این جوانه ها در چدن نشکن عموماً آلیاژ فرو سیلیسیم می باشد که می تواند با وجود مقادیر کمی از عناصر نظیر Al-Ca-Cr-Br- اثر بخشی بیشتری داشته باشند.

عوامل موثر در کرومی شدن گرافیت:

عوامل موثر در کرومی شدن گرافیت ها : اصولاً به منظور دستیابی به گرافیت های کرومی علاوه بر شارژ مناسب ذوب به روش صحیح و درجه حرارت فوق گداز مناسب اصلاح ترکیب ذوب از نظر میزان عناصر جوانه زنی مناسب ، مقدار عناصر کرومی کننده یا منیزیم باقی مانده در مذاب عواملی محسوب می گردد که در کرومی کردن گرافیت ها موثر می باشند . اشکال مختلف گرافیت کرومی ، با وجود شرایط ذکر شده با اشکال مختلفی در چدن نشکن به وجود می آیند و به دلیل اینکه حداکثر قابلیت فرم پذیری و بیشترین میزان مقاومت در مقابل ضربه با وجود ساختارهایی که حاوی گرافیت های کاملاً کرومی می باشد ، حاصل خواهد شد لذا بسته به شرایط تولید ممکن است شکل گرافیت ها از حالت کرومی کاملاً خارج گشته و به صورت های نامنظم در ساختار

میکروسکپی چدن های نشکن ظاهر گردد. این اشکال از گرافیت های کروی به ترتیب زیر می باشد؛ ۱- گرافیت های نامنظم که گرافیت هایی هستند غیر کروی و دارای ظاهری نامنظم که تاثیر نامطلوبی بر خواص چدن نشکن دارند. دلیل تشکیل این نوع گرافیت؛ ۱- کم بودن جوانه ها و طولانی بودن زمان نکه داری مذاب پس از جوانه زنی ۲- کمبود میزان منیزیم باقی مانده ۳- به کارگیری مواد شارژ بسیار خالص، زیرا وجود مقدار کمی عناصر نظیر مس، آنتیموان، آرسنیک و سریم باعث بهسازی شکل گرافیت ها می شود.

2- گرافیت های فشرده، گرافیت هایی هستند که به صورت ورقه ای کوتاه و ضخیم می باشند و عواملی چون پایین بودن میزان منیزیم باقی مانده، جوانه زنی نامناسب، انجماد سریع در قسمت های نازک به خاطر وجود عناصری مثل تیتانیوم که باید مقدار تیتانیوم در حد کمتر از ۰,۰۴ درصد باشد.

3- گرافیت های چانگ یا خپل؛ این گرافیت ها شکل ظریفی از گرافیت بوده که در مقاطع قطعات ریختگی ظاهر می شود و شباهت به گرافیت های نوع E در چدن های خاکستری دارند.

عوامل به وجود آورنده؛ اول: به کارگیری سریم و استفاده از میش متال (۵۰ درصد منیزیم، ۴۵ درصد تیتانیوم و باقی مانده فلزات باقی نادر)

دوم: مواد شارژ با خلوص بالا و کربن معادل بالا

4- گرافیت های ستاره ای؛ این نوع گرافیت ظاهر غیر کروی، دارای شاخ و برگ تیز، می باشد که دلایلی مثل ناکافی بودن میزان منیزیم، وجود مقادیری کمی از عناصری نظیر سرب، بیسموت، آنتیموان در ترکیب چدن نشکن است.

که دارای ترکیب شیمیایی مشابه چدن خاکستری می باشد انجام می گیرد، منیزیم تنها عنصری نیست که می تواند نقش کروی کننده داشته باشد. عناصری نظیر کلسیم، پتاسیم، لیتیم، لانتانیم، و برلیم نیز می توانند ترغیب کننده گرافیت کروی باشند و دلیل استفاده از منیزیم به خاطر جنبه اقتصادی آن است.

عناصر بازدارنده گرافیت کروی نیز وجود دارند. از قبیل گوگرد، سرب، تیتانیوم، اکسیژن، هیدروژن، ازت و...

مقدار منیزیمی که می تواند وجود گرافیت های کروی را تضمین کند بسته به مقدار اکسیژن و گوگرد محتوای مذاب بین ۰,۰۳ تا ۰,۰۶ % میباشد در چه حرارت مناسب برای افزودن منیزیم به مذاب چدن معمولاً بین ۱۴۸۰ تا ۱۵۵۰ درجه می باشد.

نقش منیزیم در کروی کردن گرافیت ها: علت کروی شدن گرافیت ها مربوط به وجود مقدار کم ولی مشخص از عنصر منیزیم می باشد یا عناصر دیگر که باید در مرحله خاصی به مذاب چدن با ترکیب شیمیایی مشخص اضافه گردند. در چدن های نشکن تشکیل گرافیت های کروی را می توان در دو مرحله مجزا (مرحله رشد و جوانه زنی) قرار داد. جوانه زنی می تواند به دو صورت هموزن با خودی یا به شکل هیتروزن یا غیر خودی انجام گیرد.

## نظریه کرووی شدن گرافیت:

درمورد رشد نقش عناصر کرووی کننده زیاد می باشد . طبق نظریاتی اغلب محققین ضمن اعتقاد به جوانه زنی هیدروژن معتقدند که رشد گرافیت ها بر روی جوانه های موجود از مرکز به سمت خارج انجام می گیرد . طبق نظریه رشد شاخه ای اعتقاد بر این است پس از تشکیل جوانه کریستال های گرافیت به صورت کاملاً دندریتی و شاخه ای رشد می کنند . یعنی از هر یک از جوانه های گرافیت چندین شاخه جدا می شود و این عمل تکرار می یابد . رشد این گرافیت ها مشابه رشد گرافیت ورقه ای می باشد ، منتها در مورد گرافیت ورقه ای تشکیل شاخه ها کمتر ، ولی در مورد گرافیت کرووی به دلیل وجود عناصر کرووی کننده تشکیل شاخه ها بیشتر است . در مورد نظریه حباب باید گفت که با نزدیک شدن به درجه حرارت انجماد مذاب ، اکسید های مختلف در مذاب شروع به رسوب کردن می نمایند . عناصر کرووی کننده از طریق کم نمودن میزان اکسیژن موجود در مذاب مقدار و اندازه حباب های گازی CO را کنترل نموده و در نتیجه از متلاشی شدن آن ها جلوگیری مینماید که این امر با تاثیری که عناصر کرووی کننده دارند . نهایتاً موجب کرووی شدن گرافیت ها می شود ، یعنی گرافیت ها بر روی سطوح حباب ها گاز CO می زند و رشد تا پر شدن کامل حباب از گرافیت ادامه می یابد.

جوانه زنی یا تلقیح در چدن با گرافیت کرووی : این مرحله از مراحل ویژه و مهم در تولید چدن نشکن است که طی آن مواد ویژه ای در مقادیر کم و در آخرین مراحل ذوب به منظور کاهش تمایل به تشکیل کاربید و ترغیب تشکیل گرافیت به مذاب چدن افزوده می شود . این جوانه ها در چدن نشکن عموماً آلیاژ فرو سیلیسیم می باشد که می تواند با وجود مقادیر کمی از عناصر نظیر-Al-Ca-Cr-Br اثر بخشی بیشتری داشته باشند.

## عوامل موثر در کرووی شدن گرافیت:

عوامل موثر در کرووی شدن گرافیت ها : اصولاً به منظور دستیابی به گرافیت های کرووی علاوه بر شارژ مناسب ذوب به روش صحیح و درجه حرارت فوق گداز مناسب اصلاح ترکیب ذوب از نظر میزان عناصر جوانه زنی مناسب ، مقدار عناصر کرووی کننده یا منیزیم باقی مانده در مذاب عواملی محسوب می گردد که در کرووی کردن گرافیت ها موثر می باشند . اشکال مختلف گرافیت کرووی ، با وجود شرایط ذکر شده با اشکال مختلفی در چدن نشکن به وجود می آیند و به دلیل اینکه حداکثر قابلیت فرم پذیری و بیشترین میزان مقاومت در مقابل ضربه با وجود ساختارهایی که حاوی گرافیت های کاملاً کرووی می باشد ، حاصل خواهد شد لذا بسته به شرایط تولید ممکن است شکل گرافیت ها از حالت کرووی کاملاً خارج گشته و به صورت های نامنظم در ساختار میکروسکوپی چدن های نشکن ظاهر گردد . این اشکال از گرافیت های کرووی به ترتیب زیر می باشد : ۱- گرافیت های نامنظم که گرافیت هایی هستند غیر کرووی و دارای ظاهری نامنظم که تأثیر نامطلوبی بر خواص چدن نشکن دارند . دلیل تشکیل این نوع گرافیت : ۱- کم بودن جوانه ها و طولانی بودن زمان نگه داری مذاب پس از جوانه زنی ۲- کمبود میزان منیزیم باقی مانده ۳- به کارگیری مواد شارژ بسیار خالص ، زیرا وجود مقدار کمی عناصر نظیر مس ، آنتیموان ، آرسنیک و سریم باعث بهسازی شکل گرافیت ها می شود.

2- گرافیت های فشرده ، گرافیت هایی هستند که به صورت ورقه ای کوتاه و ضخیم می باشند و عواملی چون پایین بودن میزان منیزیم باقی مانده ، جوانه زنی نامناسب ، انجماد سریع در قسمت های نازک به خاطر وجود عناصری مثل تیتانیم که باید مقدار تیتانیم در حد کمتر از ۰,۰۴ درصد باشد.

3- گرافیت های چانگ یا خپل : این گرافیت ها شکل ظریفی از گرافیت بوده که در مقاطع قطعات ریختگی ظاهر می شود و شباهت به گرافیت های نوع E در چدن های خاکستری دارند.

عوامل به وجود آورنده اول : به کارگیری سریم و استفاده از میش متال (۵۰ درصد منیزیم ، ۴۵ درصد تیتانیم و باقی مانده فلزات باقی نادر)

دوم : مواد شارژ با خلوص بالا و کربن معادل بالا

4-گرافیت های ستاره ای : این نوع گرافیت ظاهر غیر کروی ، دارای شاخ و برگ تیز، می باشد که دلایلی مثل ناکافی بودن میزان منیزیم ، وجود مقادیری کمی از عناصری نظیر سرب ، بیسموت ، آنتیموان در ترکیب چدن نشکن است.