

به نام خدا



مرکز دانشود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



چدنهای مقاوم در برابر خوردگی

مقدمه

با وجود کاهش قابل توجه در تولید چدن‌ها در طول دهه گذشته، چدن‌ها به عنوان مهمترین آلیاژهای ریختگی مورد توجه بوده‌اند. محبوبیت ریشه ای چدن‌ها در ریخته گری اشکال پیچیده با هزینه‌های پایین تولید، قیمت تمام شده نسبتاً پایین و محدوده وسیع خصوصیاتی که قابل دسترسی توسط کنترل دقیق ترکیب و سرعت خنک کردن بدون تغییرات بنیانی و اساسی در روش‌های تولید، است .

چدن چیست

چدن (Cast iron) ، آلیاژی از آهن- کربن- سیلیسیم (Fe-C-Si) است که همواره محتوی عناصری در حد جزئی (کمتر از ۰/۱ درصد) و غالباً عناصر آلیاژی (بیشتر از ۰/۱ درصد) بوده و به صورت حالت ریختگی یا پس از عملیات حرارتی به کار برده می‌شود.

چدن خام

آهن، اغلب از کانه های اکسید یا کربنات که گوگرد، آرسنیک و غیره از آنها زدوده شده باشد با برشته کردن در هوا، و کاهش با کربن تهیه می‌شود. کانه آهن با کک و کربنات کلسیم آمیخته شده و در یک کوره بلند که دمای بیشینه آن ۱۳۰۰ درجه

سانتیگراد است. گرم می‌شود ناخالصیهایی عمده اسیدی به کمک سرباره (کلسیم سیلیکات، آلومینات و غیره) خنثی می‌شود و توده فلزات مذاب به صورت چدن خام به بیرون جریان می‌یابد چدن خام شامل ۲ الی ۴ درصد کربن و اندکی گوگرد، فسفر و سیلیسیم است. چدن مذاب را به صورت خام یا پس از افزودن فلزهای آلیاژ دهنده، برای بهبود خواص چدن، در قالبهایی از ماسه یا فلز و بر حسب نوع مصرف، آنها را به صورت اشکال مختلف در می‌آورند.

آلیاژهای چدن

فلزهای آلیاژ دهنده برای بهبود کیفیت چدن برای مصارف ویژه به آن افزوده می‌شوند. آلیاژهای چدن در کارهای مهندسی که در آنها چدن معمولی ناپایدار است به کار می‌روند و حتی ممکن است در مواردی نیز، مثلاً ساخت میل لنگ، جانشین فولاد شوند. در هر حال، با دارا بودن مزایایی از قبیل از قیمت تمام شده تولید پایین توام با قابلیت ریخته گری، استحکام، قابلیت ماشین کاری، سختی، مقاومت در برابر سایش، مقاوم در برابر خوردگی، انتقال حرارت و جذب ارتعاش در این آلیاژ آن را از سایر آلیاژهای ریختگی آهنی متمایز ساخته است.

طبقه بندی چدن‌ها

چدن ها به دو گروه اصلی طبقه بندی می‌شوند، آلیاژهایی برای مقاصد عمومی که موارد استعمال آنها در کاربردهای عمده مهندسی است و آلیاژهای با منظور و مقاصد

ویژه از جمله چدنهای سفید و آلیاژی که برای مقاومت در برابر سایش ، خوردگی و

مقاوم در برابر حرارت بالا مورد استفاده قرار می گیرند .

چدن های معمولی (عمومی)

این چدن ها جزو بزرگترین گروه آلیاژهای ریختگی بوده و براساس شکل گرافیت

به انواع زیر تقسیم می شوند :

چدن های خاکستری ورقه ای یا لایه ای :چدن های خاکستری جزو مهمترین

چدن های مهندسی هستند که کاربردی زیاد دارند نام این چدن ها از خصوصیات رنگ

خاکستری سطح مقطع شکست آن و شکل گرافیت مشتق می شود.خواص چدن های

خاکستری به اندازه ، مقدار و نحوه توزیع گرافیت ها و ساختار زمینه بستگی دارد. خود

این ها نیز به کربن و سیلیسیم $(C.E.V=\%C+\%1/3Si+\%1/3P)$ و همچنین روی

مقادیر جزئی عناصر ، افزودنی های آلیاژی ، متغیرهای فرایندی مانند، روش ذوب ، عمل

جوانه زنی و سرعت خنک شدن بستگی پیدا می کنند. اما به طور کلی این چدن ها

ضریب هدایت گرمایی بالایی داشته، مدول الاستیستیه و قابلیت تحمل شوکهای حرارتی

کمی دارند و قطعات تولیدی از این چدن ها به سهولت ماشینکاری و سطح تمام شده

ماشینکاری آنها نیز مقاوم در برابر سایش از نوع لغزشی است. این خواص آنها را برای

ریختگی هایی که در معرض تنش های حرارتی محلی با تکرار تنشها هستند، مناسب

می سازد. افزایش میزان فریت در ساختار باعث استحکام مکانیکی خواهد شد. این نوع

حساس بودن به مقاطع نازک و کلفت در قطعات چدنی بدنه موتورها مشاهده می شود

دیواره نازک و لاغر سیلندر دارای زمینه‌ای فریتی و قسمت ضخیم نشیمنگاه یا تاقان‌ها زمینه‌ای با پرلیت زیاد را پیدا می‌کند. همچنین در ساخت ماشین آلات عمومی ،

کمپرسورهای سبک و سنگین ، قالب‌ها ، میل لنگ‌ها ، شیر فلکه‌ها و اتصالات لوله‌ها و غیره از چدنهای خاکستری استفاده می‌شود .

چدن های مالیل یا چکش خوار :چدن های چکش خوار با دیگر چدن ها به واسطه ریخته گری آنها نخست به صورت چدن سفید فرق می‌کنند. ساختار آنها مرکب از کاربیدهای شبه پایدار در یک زمینه‌ای پرلیتی است بازپخت در دمای بالا که توسط عملیات حرارتی مناسب دنبال می‌شود باعث تولید ساختاری نهایی از توده متراکم خوشه‌های گرافیت در زمینه فریتی یا پرلیتی بسته به ترکیب شیمیایی و عملیات حرارتی می‌شود. ترکیب به کار برده شده براساس نیازهای اقتصادی ، نحوه باز پخت خوب و امکان جذب و امکان تولید ریخته‌گری انتخاب می‌شود. مثلا بالا رفتن Si بازپخت را جلو انداخته و موجب عملیات حرارتی خوب و سریعی با سیلکی کوتاه می‌شود و در ضمن مقاومت مکانیکی را نیز اصلاح می‌نماید. تاثیر عناصر به مقدار بسیار کم در این چدن ها دست آورد دیگری در این زمینه هستند Te و Bi تشکیل چدن سفید در حالت انجماد را ترقی داده، B و Al موجب اصلاح قابلیت بازپخت و توام با افزایش تعداد خوشه‌های گرافیت می‌شود میزان Mn موجود و نسبت Mn/S برای آسان کردن عمل

بازپخت می‌بایستی کنترل گردد. عناصری از جمله Cu و Ni و Mo را ممکن است برای بدست آوردن مقاومت بالاتر یا افزایش مقاومت به سایش و خوردگی به چدن افزود. دلیل اساسی برای انتخاب چدن های چکش خوار قیمت تمام شده پایین و ماشینکاری راحت و ساده آنهاست. کاربردهای آنها در قطعات اتومبیل قطعات کشاورزی ، اتصالات لوله ها ، اتصالات الکتریکی و قطعات مورد استفاده در صنایع معدنی است .

چدن های گرافیت کروی یا نشکن :این چدن در سال ۱۹۴۸ در فیلادلفیای آمریکا در کنگره جامعه ریخته گران معرفی شد. توسعه سریع آن در طی دهه ۱۹۵۰ آغاز و مصرف آن در طی سال های ۱۹۶۰ روبه افزایش نهاده و تولید آن با وجود افت در تولید چدن ها پایین نیامده است. شاخصی از ترکیب شیمیایی این چدن به صورت کربن ۳.۷٪، سیلیسیم ۲.۵٪ ، منگنز ۰.۳٪، گوگرد ۰.۰۱٪ ، فسفر ۰.۰۱٪ و منیزیم ۰.۰۴٪ است. وجود منیزیم این چدن را از چدن خاکستری متمایز می‌سازد . برای تولید چدن گرافیت کروی از منیزیم و سریم استفاده می‌شود که از نظر اقتصادی منیزیم مناسب و قابل قبول است. جهت اصلاح و بازیابی بهتر منیزیم برخی از اضافه شونده‌هایی از عناصر دیگر با آن آلیاژ می‌شوند و این باعث کاهش مصرف منیزیم و تعدیل کننده آن است. منیزیم ، اکسیژن و گوگرد زدا است . نتیجتاً منیزیم وقتی خواهد توانست شکل گرافیتها را به سمت کروی شدن هدایت کند که میزان اکسیژن و گوگرد کم باشند. اکسیژن زداهایی مثل کربن و سیلیسیم موجود در چدن مایع این اطمینان را

می‌دهند که باعث کاهش اکسیژن شوند ولی فرآیند گوگردزدایی اغلب برای پایین آوردن مقدار گوگرد لازم است. از کاربردهای این چدن ها در خودروسازی و صنایع وابسته به آن مثلا در تولید مفصل‌های فرمان و دیسک ترمزها ، در قطعات تحت فشار در درجه حرارت های بالا مثل شیر فلکه‌ها و اتصالات برای طرحهای بخار و شیمیایی غلتکهای خشک‌کن نورد کاغذ ، در تجهیزات الکتریکی کشتی‌ها ، بدنه موتور ، پمپ‌ها و غیره است .

چدن های گرافیت فشرده یا کرمی شکل :

این چدن شبیه خاکستری است با این تفاوت که شکل گرافیت‌ها به صورت کروی کاذب ، گرافیت تکه‌ای با درجه بالا و از نظر جنس در ردیف نیمه نشکن قرار دارد. می‌توان گفت یک نوع چدنی با گرافیت کروی است که کره‌های گرافیت کامل نشده‌اند یا یک نوع چدن گرافیت لایه‌ای است که نوک گرافیت گرد شده و به صورت کرمی شکل درآمده‌اند. ایت چدن ها اخیرا از نظر تجارتي جای خود را در محدوده خواص مکانیکی بین چدن های نشکن و خاکستری باز کرده است .

ترکیب آلیاژ موجود تجارتي که برای تولید چدن گرافیت فشرده استفاده می‌شود

عبارت است از $Mg\%4-5$ ، $Ti\%8.5-10.5$ ، $Ca\%4-5.5$ ، $Al\%1-1.5$ ،

$Ce\%0.2-0.5$ ، $Si\%48-52$ و بقیه Fe. چدن گرافیت فشرده در مقایسه با چدن

خاکستری از مقاومت به کشش ، صلبیت و انعطاف‌پذیری ، عمر خستگی ، مقاومت به

ضربه و خواص مقاومت در دمای بالا و برتری بازمینه‌ای یکسان برخوردار است و از نظر قابلیت ماشینکاری، هدایت حرارتی نسبت به چدن های کروی بهتر هستند. از نظر مقاومت به شکاف و ترک خوردگی برتر از سایر چدن ها است. در هر حال ترکیبی از خواص مکانیکی و فیزیکی مناسب، این چدن ها را به عنوان انتخاب ایده آلی جهت موارد استعمال گوناگون مطرح می‌سازد. مقاومت بالا در مقابل ترک خوردگی آنها را برای قالبهای شمش‌ریزی مناسب می‌سازد. نشان دادن خصوصياتی مطلوب در دماهای بالا در این چدن ها باعث کاربرد آنها برای قطعاتی از جمله سر سیلندرها، منیفلدهای دود، دیسکهای ترمز، دیسکها و رینگهای پیستون شده است.

چدن های سفید و آلیاژی مخصوص

کربن چدن سفید به صورت بلور سمانتیت (کربید آهن، Fe_3C) می‌باشد که از سرد کردن سریع مذاب حاصل می‌شود و این چدن ها به آلیاژهای عاری از گرافیت و گرافیت‌دار تقسیم می‌شوند و به صورتهای مقاوم به خوردگی، دمای بالا، سایش و فرسایش می‌باشند.

چدن های بدون گرافیت

شامل سه نوع زیر می باشد :

چدن سفید پرلیتی : ساختار این چدن‌ها از کاربیدهای یکنواخت برجسته و توپر

M_3C در یک زمینه پرلیتی تشکیل شده است. این چدن‌ها مقاوم در برابر سایش هستند

و هنوز هم کاربرد داشته ولی بی‌نهایت شکننده هستند لذا توسط آلیاژهای پرهاقت دیگری از چدن های سفید آلیاژی جایگزین گشته‌اند .

چدن سفید مارتنزیتی (نیکل - سخت): (نخستین چدن های آلیاژی که توسعه یافتند آلیاژهای نیکل - سخت بودند. این آلیاژها به طور نسبی قیمت تمام شده کمتری داشته و ذوب آنها در کوره کوپل تهیه شده و چدن های سفید مارتنزیتی دارای نیکل هستند Ni. به عنوان افزایش قابلیت سختی پذیری برای اطمینان از استحاله آستنیتی به مارتنزیتی در طی مرحله عملیات حرارتی به آن افزوده می‌شود. این چدن ها حاوی Cr نیز به دلیل افزایش سختی کاربید یوتکتیک هستند. این چدن‌ها دارای یک ساختار یوتکتیکی تقریباً نیمه منظمی با کاربیدهای یکنواخت برجسته و یکپاره M_3C هستند که بیشترین فاز را در یوتکتیک دارند و این چدن‌ها مقاوم در برابر سایش هستند .

چدن سفید پرکرم :

چدن های سفید با Cr زیاد ترکیبی از خصوصیات مقاومت در برابر خوردگی ، حرارت و سایش را دارا هستند این چدن‌ها مقاومت عالی به رشد و اکسیداسیون در دمای بالا داشته و از نظر قیمت نیز از فولادهای ضد زنگ ارزان تر بوده و درجهایی که در معرض ضربه و یا بازهای اعمالی زیادی نیستند به کار برده می‌شوند این چدن‌ها در سه طبقه زیر قرار می‌گیرند :

۱. چدنهای مارتنزیتی با 12-28 % Cr

۲. چدنهای فریتی با ۳۰-۳۴ % Cr

۳. چدنهای آستنیتی با ۱۵-۳۰ % Cr و ۱۰-۱۵ % Ni برای پایداری زمینه

آستنیتی در دمای پایین .

طبقه بندی این چدن‌ها براساس دمای کار ، عمر کارکرد در تنش های اعمالی و عوامل اقتصادی است. کاربرد این چدن‌ها در لوله‌های رکوپراتو ، میله ، سینی ، جعبه در کوره‌های زینتر و قطعات مختلف کوره‌ها، قالب‌های ساخت بطری شیشه و کاسه نمدهای فلک‌ها است .

اگر چدن های غیر آلیاژی به طور کلی مقاوم به خوردگی بویژه در محیط های قلیایی هستند، چدن‌های نیکل مقاوم و نیکروسیلال و نیکل و کروم بالا به صورت برجسته‌ای مقاوم به خوردگی در محیط هایی مناسب و مختص به خودشان هستند .
مهمترین کاربرد این چدن‌ها در پمپ‌های دنده‌ای حمل اسید سولفوریک، پمپ‌ها و شیرهایی که در آب دریا مصرف می‌شوند، قطعات مورد استفاده در سیستم های بخار و جابجایی محلول های آمونیاکی، سود و نیز برای پمپاژ و جابجایی نفت خام اسیدی در صنایع نفت هستند

چدن های گرافیت دار :

چدن های آستنیتی :

شامل دو نوع (نیکل -مقاوم (و نیکروسیلال Ni-Si ، که هر دو نوع ترکیبی از

خصوصیات مقاومت در برابر حرارت و خوردگی را دارا هستند. اگرچه چدن های غیر آلیاژی به طور کلی مقاوم به خوردگی بویژه در محیط های قلیایی هستند، این چدن ها به صورت برجسته ای مقاوم به خوردگی در محیط هایی مناسب و مختص خودشان هستند. چدن های نیکل مقاوم آستنیتی با گرافیت لایه ای که اخیرا عرضه شده اند از خواص مکانیکی برتری برخوردار بوده ولی خیلی گران هستند. غلظت نیکل و کرم در آنها بسته به طبیعت محیط خورنده شان تغییر می کند. مهمترین کاربردها شامل پمپ های دنده ای حمل اسید سولفوریک، پمپ خلا و شیرهایی که در آب دریا مصرف می شوند، قطعات مورد استفاده در سیستم های بخار و جابه جایی محلول های آمونیاکی، سود و نیز برای پمپاژ و جابجایی نفت خام اسیدی در صنایع نفت هستند .

چدن های فريتی : شامل دو نوع زیر می باشد : چدن سفید ۵٪ سیلیسیم در سیال که مقاوم در برابر حرارت می باشد و نوع دیگر چدن پرسیلیسیم (15%) که از مقاومتی عالی به خوردگی در محیط های اسیدی مثل اسید نیتریک و سولفوریک در تمام دماها و همه غلظتها برخوردارند. اما برخلاف چدن های نیکل -مقاوم ، عیب آن ، ترد بودن است که تنها با سنگ زنی می توان ماشینکاری نمود. مقاومت به خوردگی آنها در برابر اسیدهای هیدروکلریک و هیدروفلوریک ضعیف است. جهت مقاوم سازی به خوردگی در اسید هیدروکلریک می توان با افزودن Si تا ۱۸-۱۶٪ ، افزودن 3-5% Cr یا 3-4% Mo به آلیاژ پایه ، اقدام نمود .

چدن های سوزنی :

در این چدن ها Al به طور متناسبی جانشین Si در غلظت های کم می گردد .

چدن های آلیاژهای Al دار تجارتي در دو طبقه بندی یکی آلیاژهای تا 6% Al و دیگری 18-25% Al قرار می گیرند . پتانسیل گرافیته شدگی را در هر دوی محدوده های ترکیبی ذکر شده حفظ کرده و لذا پس از انجماد چدن خاکستری بدست می آید. این آلیاژ به صورت چدن های گرافیت لایه ای ، فشرده و کروی تولید می شوند.

مزایای ملاحظه شده شامل استحکام به کشش بالا ، شوک حرارتی و تمایل به گرافیته شدن و سفیدی کم می باشند که قادر می سازند قطعات ریختگی با مقاطع نازک تر را تولید کرد . چدن های با Al کم مقاومت خوبی به پوسته پوسته شدن نشان داده و قابلیت ماشینکاری مناسبی را نیز دارا هستند. محل های پیشنهادی جهت کاربرد آنها

منیفله های دود ، بدنه توربوشارژرها ، روتورهای دیسک ترمز ، کاسه ترمزها ، برش سیلندرها، میل بادامکها و رینگهای پیستون هستند. وجود Al در کنار Si در این نوع چدن ها باعث ارائه خواص مکانیکی خوب توام با مقاومت به پوسته شدگی در دماهای بالا می شود. این آلیاژها مستعد به تخلخل های گازی هستند . آلومینیوم حل شده در مذاب می توان با رطوبت یا هیدروکربن های موجود در قالب ترکیب شده و هیدروژن آزاد تولید کند. این هیدروژن آزاد قابل حل در فلز مذاب بوده و باعث به وجود آوردن مک های سوزنی شکل در انجماد می شود.