

جلسه ششم چدن ها



مقدمه

- چدن به آلیاژهایی از آهن و کربن که بین ۲٫۱ الی ۶٫۲ درصد کربن داشته باشند، گفته می‌شود
- **فرق اساسی بین فولاد و چدن، در میزان کربن موجود در آن است. کربن موجود در فولاد بین صفر تا دو درصد و کربن موجود در چدن بیش از دو درصد است**
- . از نظر میزان مصرف این خانواده از فلزات آهنی (بعد از فولادهای ساده کار پذیر که در ساخت ورق، نبشی، تیرآهن و... مصرف دارند) مهمترین گروه از فلزات و آلیاژهای ریختگی را شامل می‌شود.



مزایا و معایب چدن ها

- چدن ها نیز نظیر دیگر فلزات و آلیاژهای ریختگی دارای مزایا و محدودیت هائی بوده که زیر به اهم آنها اشاره می گردد:
- مزایا

۱- انعطاف پذیری در تولید

انواع روش های ریخته گری نظیر ریخته گری در قالب های ماسه ای- دائمی و فلزی، تحت نیروی گریز از مرکز و حتی ریخته گری تحت فشار (بخصوص برای قطعات کوچک) را می توان در مورد چدنی بکار برد



۲- دارا بودن نقطه ذوب و ریخته گری پائین

- بر خلاف فولادها که در ذوب آنها اکثراً نیاز به استفاده از کوره های برقی می باشد چدن ها را می توان در انواع کوره ها، با سوخت مایع - جامد و گازی ذوب نمود.

۳- سهولت در طراحی قطعات

- طراحی قطعات چدنی در مقایسه با دیگر فلزات و آلیاژها با سهولت بیشتری انجام شده زیرا تغییرات جزئی در طراحی قطعات تأثیرات بدی برخواص آنها ندارد.



۴- یکنواختی خواص مکانیکی

- منظور از یکنواخت بودن خواص مکانیکی، عدم تغییر این خواص در جهات مختلف یک قطعه ریختگی است. چنانچه از نقاط مختلف یک قطعه ریختگی و در جهات متفاوت نمونه هائی بردیده شده و تحت آزمایش مکانیکی قرار گیرد مشخص می شود که این نمونه ها دارای خواص یکسانی هستند. این پدیده را اصطلاحاً خواص ایزوتروپی (همسوئی) قطعه می نامند.

۵- مقاومت در مقابل سایش

از آنجائی که گرافیت ماهیتاً خاصیت روغنکاری دارد لذا چدن هائی که دارای گرافیت آزاد هستند دارای مقاومت خوبی در مقابل سایش هستند. از طرف دیگر گرافیت خاصیت جذب روغن را دارا بوده لذا در ساخت بعضی از یاتاقان ها می تواند مورد استفاده قرار گیرد



۶- قابلیت جذب ارتعاش و صدا

- چدن های خاکستری (با گرافیت ورقه ای) دارای حداکثر قابلیت جذب ارتعاش بوده و بعد از آن به ترتیب چدن با گرافیت فشرده و چدن با گرافیت کروی قرار می گیرد. فولادها به دلیل آن که عاری از کربن آزاد هستند دارای قابلیت جذب ارتعاش کمتری از چدن ها می باشند.

۷- ماشین کاری خوب

- بعلت حضور گرافیت در چدن ها، براده های حاصل از ماشین کاری منقطع بوده و لذا چدن ها دارای قابلیت ماشین کاری خوب و سطوح تمام شده تمیز و صافی می باشند



معايب

۱- خواص مکانیکی

- موارد مصرف چدن ها محدود به مواردی است که استحکام کششی قطعات از حدود ۱۰۳۵ نیوتن بر میلی متر مربع و ازدیاد طولی نسبی از ۱۰ درصد تجاوز ننماید.



۲- قابلیت شکل پذیری مکانیکی

چدن ها قابلیت کارپذیری چندانی نداشته و لذا امکان تهیه ورق- نبشی- سپری- تیرآهن در آنها وجود ندارد. بهرحال در سالهای اخیر با انجام کار مکانیکی بر روی چدن های مالیبیل فریتی و بعضی از انواع چدن با گرافیت کروی خاصیت مکانیکی آنها بهبود یافته است. مع هذا چدن ها هرگز تاکنون نتوانسته اند این خصوصیت مهم را بخود اختصاص دهند.



انواع چدن ها

• انواع چدن ها به صورت زیر تقسیم بندی می شود

۱- چدن سفید

۲- چدن خاکستری

۳- چدن مالیبل (چکش خوار)

۴- چدن نشکن

۵- چدن آلیاژی

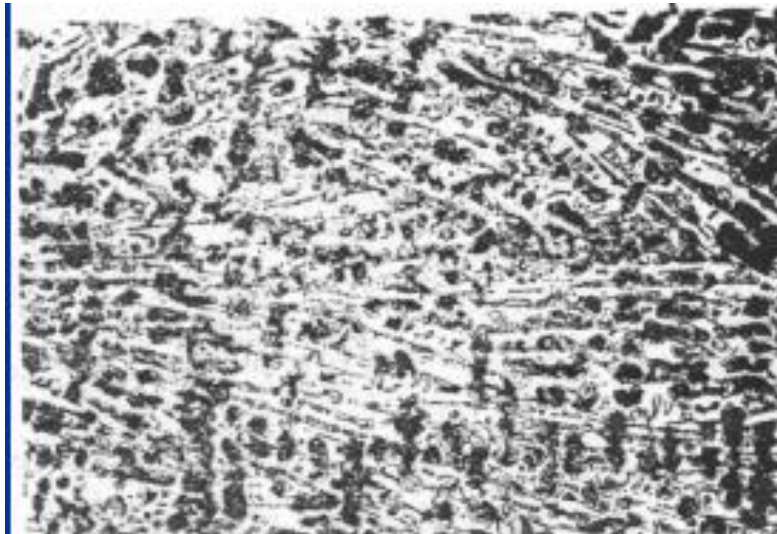


چدن سفید

- هنگامی که تمامی کربن در چدن به صورت کاربید آهن در آید که این امر می تواند ناشی از ترکیب شیمیایی آلیاژ یا سرعت سرد کردن آن باشد، اصطلاحاً به آن چدن سفید گفته می شود.
- علت نامگذاری این چدن به دلیل سطح مقطع سفید و براق آن است که ناشی از حضور کاربید در ریزساختار می باشد. چدن های سفید دارای سختی و استحکام فشاری بالایی هستند ولی مقاومت ضربه ای آنها پایین می باشد. این چدن ها به علت حضور کاربید دارای مقاومت سایشی بالایی هستند و در کاربردهای سایشی مصرف زیادی دارند. حفظ سختی این چدن ها تا دمای بالا از مزیت های آن ها می باشد.



- چنانچه سرد شدن مذاب در قالب بمقدار کافی سریع انجام گیرد، کربن موجود در آن کلاً بصورت ترکیب با آهن درمی آید. این ترکیب را که سمنتیت می نامند فازی است سخت و شکننده و قسمت اعظم ساختار این نوع چدن را در برمی گیرد.



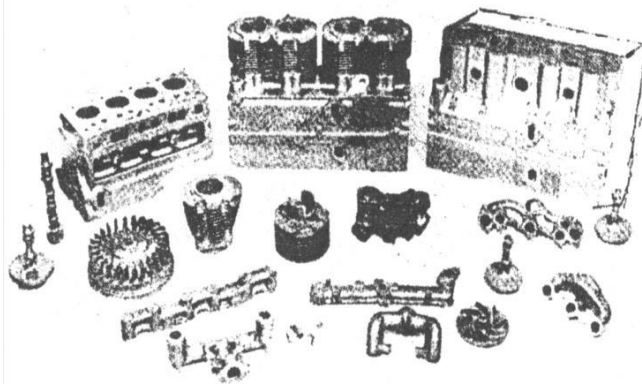
ساختار نمونه ای از چدن سفید
در زیر میکروسکپ با بزرگ نمائی ۱۰۰ برابر - اجزاء سفید کاربید آهن بوده و منطقه های خاکستری پرلیت هستند

- چدن سفید برای استفاده در بسیاری از اجزای سازه‌ای بسیار شکننده است ، اما بدلیل سختی و مقاومت در برابر سایش خوب و هزینه نسبتا کم ، در مواردی مانند سطوح سایش در پمپ‌های دوغاب ، آسترهای دیواره و در آسیاب‌های گلوله‌ای استفاده می‌شود



چدن خاکستری

- این نوع چدن بیشترین مقدار مصرف را در بین انواع چدن ها دارا بوده و تولید آن به تنهایی چند برابر دیگر انواع فلزات ریختگی است.
- نام این نوع چدن از رنگ خاکستری مقطع شکست آن است که بدلیل حضور گرافیت ورقه ای در سطح شکست است.
- چدن های خاکستری دارای خواص مکانیکی نسبتاً خوب، قابلیت ماشین کاری عالی، مقاومت مطلوب در برابر سایش و قابلیت بالای جذب ارتعاش هستند.
- یکی از مهمترین مشخصه های این نوع چدن ها خواص عالی آنها در ساخت قطعات پیچیده نظیر قطعات مصرفی در صنایع اتومبیل سازی - قطعات تراکتورها و... با قیمت تمام شده نسبتاً پایینی می باشد. نمونه هایی در این نوع قطعات در شکل های زیر نشان داده شده اند.



- مشخصات چدن خاکستری بستگی به اندازه، مقدار و نحوه توزیع گرافیت های ورقه ای و سختی نسبی زمینه ای دارد که این گرافیت ها روی آن توزیع شده اند.
- این عوامل عموماً توسط میزان کربن و سیلیسیم به همراه میزان سرعت سرد شدن مذاب و قطعات کنترل می شود
- ، نحوه توزیع گرافیت و زمینه، مشخصات فیزیکی و مکانیکی مورد نیاز خود را در قطعات بدست آورند.



چدن مالیل

- چدن مالیل (به انگلیسی: Malleable iron) یا چدن چکش خوار، ذاتاً از نوع چدن‌های هیپو یوتکتیکی کم آلیاژی هستند. جهت ایجاد گرافیت‌های فشرده و حصول خواص مکانیکی مانند استحکام و چکش خواری، عملیات آنیل کردن انجام می‌گیرد. پس از ریخته‌گری، کربن این چدن‌ها به شکل ترکیبی (ترکیب با آهن) بوده و قطعات به صورت چدن سفید درآمدند که با فرایند حرارتی بخصوصی به چدن مالیل تبدیل می‌شوند.
- چدن مالیل اکثراً برای ریخته‌گری‌های کوچک که استحکام کششی و انعطاف می‌خواهند استفاده می‌شود. برای مثال در ساخت قطعات اتومبیل، اتصالات لوله‌ها، حفاظت عایق‌های الکتریکی و به‌طور وسیعی در قطعات و ابزارهای کوچک مهندسی از چدن مالیل استفاده می‌شود.



- کربن این نوع چدن بیشتر به صورت کلوخه هایی از گرافیت و با اشکال نامنظم می باشد. چدن چکش خوار ابتدا به صورت چدن سفید و با ترکیب شیمیایی مناسب ریخته می شود. سپس به هنگام آنیل از سمیتیت چدن سفید، گرافیت جوانه زده و رشد می کند.
- با تغییر دادن عملیات آنیل، می توان چدن چکش خوار با خواص مکانیکی مختلف به دست آورد.
- از آنجا که ابتدا برای تولید چدن سفید انجماد سریعی لازم است **لذا ضخامت قطعات چدن چکش خوار محدود است.**
- برا تولید چدن مالیل از چدن سفید . دو مرحله عملیات حرارتی داریم



انواع چدن های مالیبل

چدن های مالیبل عمدتاً به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- چدن مالیبل با زمینه فریتی

۲- چدن مالیبل با زمینه پرلیتی



چدن مالیل زمینہ فریتی

- درجہ حرارت مرحلہ اول آنیلینگ در ۹۸۰ درجہ سانتیگراد ودر این دما نگہ داشته می شود.
- مرحلہ دوم کہ استحالہ فاز در آن رخ می دهد درجہ حرارت از حدود ۷۸۰ درجہ سانتی گراد رو بہ کاهش گذاشته تا بہ ۶۸۰ درجہ سانتی گراد می رسد و در این دما نگہ داشته می شود و در این مرحلہ گرافیت های فشرده در زمینہ فریتی بہ وجود می آیند.



چدن مالیل با زمینه پرلیتی

- این نوع چدن دارای گرافیت‌های برفکی در زمینه پرلیتی لایه لایه یا کروی بوده که نسبت به چدن‌های مالیل فریتی دارای استحکام بیشتر و قابلیت انعطاف‌پذیری کمتری می‌باشد.
- این چدن‌ها عمدتاً در نتیجه عملیات آنیل چدن‌های زمینه فریتی با ۱٫۲-۱٪ منگنز حاصل می‌شود

آستنیته کردن، کوئنچ کردن و بازپخت یک چدن مالیل فریتی



چدن با گرافیت کروی (داکتیل)

چدن داکتیل از اواخر دهه ۱۹۴۰ شناخته شد ولی به دلیل کاربرد وسیع آن اهمیت زیادی یافت و در حال حاضر حدود ۴۰ درصد تولید چدن بسیاری از کشورهای صنعتی را دربر دارد که این میزان روبه رشد است. در سالهای اخیر چدن های داکتیل بدلیل خواص مطلوب و هزینه های تولید کم جای چدن خاکستری و مالیبیل را در صنعت به خود اختصاص داده اند، به نحوی که استفاده از چدن های مالیبیل بدلیل هزینه های تولید زیاد بسیار محدود شده است و در سالهای اخیر تنها در حد کمتر از ۱ درصد از محصولات چدنی را به خود اختصاص داده است و بالعکس چدن های داکتیل در صنعت به صورت روزافزونی جای خود را باز کرده و روند صعودی را دارند .

این چدن بعد از جنگ جهانی دوم وارد صنعت شد و با توجه به خواص خوب مکانیکی که داشت کاربرد های مهمی در صنعت پیدا کرد و به علت کاربرد بالای آن و استحکام خوب آن رفته رفته جای فولاد را گرفت .



دلایل جایگزینی چدن داکتیل به جای فولاد

- ۱- در این چدن ها عمدتاً گرافیت به صورت کروی و با زمینه پرلیتی بوده و برخلاف چدن مالیبل این نوع چدن ها قابلیت چکشخواری و انعطاف پذیری بالایی دارند .
- ۲- در مقایسه با چدن های مالیبل این نوع چدن ها نیاز به سیکل عملیات حرارتی ندارند لذا از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر می باشند همچنین با اضافه کردن عناصر آلیاژی در ضمن ذوب ریزی گرافیت های ورقه ای به گرافیت های کروی تبدیل می شود . در ترکیب شیمیایی این چدن ها حدود ۰.۰۳ درصد تا ۰.۰۵ درصد منیزیم وجود داشته و مقدار گوگرد موجود در این چدن ها کمتر از ۰.۰۱ درصد می باشد. چدن داکتیل همچنین به عنوان چدن با گرافیت کروی ، چدن نشکن و چدن SG شناخته شده است .



مذابی که برای ریخته گری در تهیه این نوع چدن ها استفاده می شود ، دارای ترکیبی شبیه به مذاب چدن خاکستری است ، با این تفاوت که دارای میزان گوگرد و فسفر کمتر و کربن معادل بالاتری می باشد .

تفاوت اساسی بین چدن داکتیل و چدن خاکستری این است که گرافیت در چدن داکتیل در خلال انجماد بصورت کره های آزاد تشکیل می شود ولی گرافیت در چدن خاکستری بصورت ورقه ای می باشد . محققین بر این عقیده هستند که علت کروی شدن گرافیت ها در چدن داکتیل به خاطر عدم حضور بعضی از عناصر مانند گوگرد ، تیتانیم و اکسیژن در مذاب می باشد ، زیرا در غیاب این عناصر رشد گرافیت در تمام جهات یکسان می باشد .



چدن آلیاژی

- چدن های آلیاژی به خانواده ای از چدن های سفید، خاکستری گفته می شود که محتوی مقادیر بالائی عناصر آلیاژی (۳ تا ۴۰٪) هستند.
- این خانواده از چدن ها دارای خواص فیزیکی و مکانیکی بسیار مهمی هستند.
- ریخته گری آنها بهمان سهولت چدن های غیرآلیاژی انجام می گیرد.
- تولید این نوع چدن ها در صنایع چدن ریزی تخصص جداگانه ای را بخود اختصاص داده و اکثر واحدهای ریخته گری این نوع چدن ها تنها فعالیت خود را محدود به چند نوع از انواع آنها می نمایند.



چدن های آلیاژی



چدن آلیاژی - ضد سایش

- این نوع چدن ها عموماً برای کاربردهایی استفاده می شود که مقاومت به سایش مد نظر باشد.

- چدن های سفید پر آلیاژ به دو دسته اصلی تقسیم می شوند:

- چدن های، نیکل سخت - یا نایهارد (با حدود ۳-۵ درصد نیکل و ۱ تا ۴٪ کربن و ۱۱ درصد کرم) . برخی از کاربردهای این چدن عبارتند از : **ابزارهای خردایش زغال سنگ و شیشه ، ابزارهای مورد استفاده در کشاورزی و غیره**

- چدن پر کرم (۲۵ تا ۲۸ درصد کرم که معمولاً حاوی نیکل و مولیبدن نیز هستند) **قطعات پمپ های دوغاب و لجن کش ، هیدروسیکلونها، لاینرهای مقاوم به سایش، گلوله های آسیاب و چکش های آسیاب**



نوع چدن			پارامتر مورد نظر
برکرم	نیکل Ni-resist	پرسلیم	
۱/۲-۲/۵	۱/۸-۳	۰/۴-۱	درصد کربن
۰/۵-۲/۵	۱-۲/۷۵	۱۴-۱۷	درصد سیلیسیم
۰/۳-۱	۰/۴-۱/۵	۰/۴-۱	درصد منگنز
۰-۵	۱۴-۳۰		درصد نیکل
۲۰-۳۵	۰/۵-۵/۵		درصد کروم
	۰-۷		درصد مس
	۰-۱	۰-۳/۵	درصد مولیبدن
۲۹۰-۴۰۰	۱۰۰-۲۳۰	۴۵۰-۵۰۰	سختی بریتل
۳۰-۹۰	۲۵-۴۵	۱۳-۱۸	استحکام کششی (ksi)
۱۰۰	۱۰۰-۱۶۰		استحکام فشاری (ksi)
۲۰-۳۵	۶۰-۱۵۰	۲-۴	مقاومت ضربه (ft-lb)

این چدن‌ها برای لوله‌کشی در کارخانه‌های
شیمیایی و آزمایشگاه‌ها به کار برده می‌شود.

ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی چدنهای مقاوم در برابر حرارت

نوع چدن	پارامتر مورد نظر	
	پرکرم	پرسیلیسیم
نیکل، کرم و سیلیسیم		
۱/۸-۲/۶	۱/۸-۳	۱/۶-۲/۵
۵-۶	۰/۵-۲/۵	۴-۶
۰/۴-۱	۰/۳-۱/۵	۰/۴-۰/۸
۱۳-۲۲	۰-۵	
۱/۸-۵/۵	۱۵-۲۳	
۰-۱۰		
۰-۱		
۱۱۰-۲۱۰	۲۵۰-۵۰۰	۱۷۰-۲۵۰
۲۰-۴۵	۳۰-۹۰	۲۵-۴۵
۷۰-۱۰۰	۱۰۰	۹۰-۱۵۰
۸۰-۱۵۰	۲۰-۳۵	۱۵-۲۳



- در دماهای بالاتر از ۶۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد، برای دستیابی به ثبات ابعادی و طول عمر بالاتر، می توان از چدن که حاوی ۷ - ۵,۵ درصد سیلسیم هستند، استفاده کرد
- برای دماهای تا ۸۰۰ تا ۹۵۰ درجه، چدن حاوی ۲۰٪ نیکل گزینه مناسبی خواهد بود
- و برای دماهای بالاتر از این مقدار، می توان از چدن با میزان کروم ۲۰٪ استفاده کرد.



تأثیر بعضی عناصر بر روی میکرو ساختار چدن ها

تأثیر عنصر در ضمن انجماد	تأثیر عنصر در ضمن واکنش یونکتولید	نوع عنصر
گرافیت زای قوی	امکان تشکیل فریت و گرافیت را افزایش می دهد	آلومینیوم
در محدوده مقادیر استفاده شده تأثیر آن کم است	تثبیت کننده قوی پرلیت است	آنتیمون
باعث تشکیل سمیت می شود، ولی خودش کاربرد تشکیل نمی دهد	اثر متوسطی در تثبیت پرلیت دارد	بیسموت
گرافیت زای قوی	باعث تشکیل گرافیت می شود	بور (تا ۰/۱۵ درصد)
تثبیت کننده کاربرد	تثبیت کننده قوی پرلیت	بور (بیش از ۰/۱۵ درصد)
تثبیت کننده کاربرد، تشکیل دهنده کاربیدهای کمپلکس بسیار پایدار	تشکیل دهنده و تثبیت کننده قوی پرلیت	کرم
گرافیت زای متوسط است	امکان تشکیل پرلیت را افزایش می دهد	مس
عنصر کاربیدزای متوسطی است	باعث تشکیل پرلیت می شود	منگنز
عنصر کاربیدزای متوسطی است	تشکیل دهنده و تثبیت کننده قوی پرلیت	مولیبدن
عنصری است گرافیت زا	تشکیل پرلیت را در حد متوسط افزایش می دهد	نیکل
گرافیت زای قوی	امکان تشکیل گرافیت و فریت را افزایش می دهد	سیلیسیم
تشکیل دهنده قوی کاربرد می باشد ولی باعث پایداری کاربرد نمی شود	تثبیت کننده متوسط پرلیت	تلور
در محدوده مقادیر استفاده شده اثر آن کم است	تثبیت کننده قوی پرلیت می باشد	قلع
عنصری است گرافیت زا	تشکیل گرافیت و فریت را افزایش می دهد	تیتانیوم (کمتر از ۰/۲۵ درصد)
کاربید تیتانیوم که بسیار پایدار است را		تیتانیوم (بیشتر از ۰/۲۵ درصد)
www.iran-metall.com		
مرجع تخصصی و علمی است	تشکیل پرلیت را شدیداً افزایش می دهد	وانادیوم



نوشتن استاندارد چدن

GG	چدن خاکستری
GT	چدن چکش خوار، چدن قیچی
GTS	چدن چکش خوار مغز سفید
GTW	چدن چکش خوار مغز سیاه
GGL	چدن خاکستری آستیتی-گرافیت ورقه ای
GGG	چدن گرافیت کروی

عدد

نشان دهنده

استحکام کششی

ضربدر ۱۰ می

باشد

برای مثال، چدن GG-20 یک چدن خاکستری با حداقل مقدار استحکام کششی ۲۰۰ مگاپاسکال و چدن GG-25 یک چدن خاکستری با حداقل مقدار استحکام کششی ۲۵۰ مگاپاسکال است.



چدن سفید

G-X- استحکام کششی

G-X- عناصر آلیاژی-استحکام کششی

G-X 330 Ni Cr 4 2 H چدن نیکل سخت

G-X 260 Cr27 چدن پر کرم

