

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



بررسی انواع چدن‌ها

Types of Cast Iron Types of Cast Iron

تهیه و تنظیم:

حسین یعقوبی

پاییز 90

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
9	مقدمه.....
10	کربن در چدن‌ها:.....
10	عوامل موثر در تعیین خواص چدن‌ها.....
10	تقسیم‌بندی چدن‌ها براساس ساختار میکروسکوپی.....
11	دسته‌بندی انواع گرافیت و تعیین اندازه آنها در چدن‌های خاکستری.....
12	مقدار گرافیت.....
13	شکل ذرات گرافیت.....
13	اندازه ذرات گرافیت (در چدن خاکستری).....
14	کاربردهای چدن خاکستری.....
14	مزایای چدن خاکستری.....
14	خواص مکانیکی.....
15	انجماد چدن خاکستری برحسب ترکیب شیمیایی.....
16	ساختار سطح مقطع چدن خاکستری.....
16	ساختار هسته‌های یوتکتیک.....
16	تاثیر جزئی مختلف بر روی خواص چدن‌ها.....
17	ازت.....

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

17	گوگرد.....
18	اثر سیلسیم.....
18	اثر عناصر آلیاژی عمده در چدن خاکستری.....
18	کروم.....
19	مولیبدن.....
19	مس.....
19	تلقیح مواد در چدن خاکستری.....
19	ساختار میکروسکوپی چدن خاکستری با ضخامت‌های مختلف.....
20	ساختار.....
20	طبقه بندی گرافیت.....
20	خواص مکانیکی.....
21	چدن‌های خاکستری صنعتی با کربن معادل‌های مختلف.....
21	ساختار.....
21	طبقه بندی گرافیت.....
22	ترکیب شیمیایی.....
22	خواص مکانیکی.....
23	ساختمان دانه بندی میکروسکوپی.....
23	گرافیت.....

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

24	شکل‌های مختلف گرافیت.....
24	گرافیت تیپ A.....
24	گرافیت تیپ B.....
24	گرافیت تیپ D.....
25	اجزاء مختلف زمینه در چدن.....
25	الف - فریت.....
25	ب - پرلیت.....
25	ج - مارتزیت.....
25	د - بامنیت.....
25	ح - آستنیت.....
26	و - کاربیدها.....
26	ز - استریت.....
26	چدن‌های داکتیل (چدن نشکن).....
26	مقدمه.....
27	گرافیت.....
27	1. گرافیت با شکل غیرمنظم.....
27	2. گرافیت فشرده.....
27	گرافیت یوک.....

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

- 27 گرافیت ورقه‌ای
- 28 گرافیت منفجر شده
- 28 توزیع غیریکنواخت گرافیت
- 28 تلقیح گلوله‌های گرافیتی
- 28 ترتیب قرار گرفتن گلوله‌های گرافیتی
- 28 گرافیت با اشکال مختلف
- 29 کاربرد یوتکتیک
- 29 توزیع یکنواخت
- 29 کربور تیتانیوم
- 29 ناخالصی‌های سیاه رنگ
- 29 چدن نشکن آلیاژی
- 31 کاربرد چدن نشکن
- 31 غلطک‌های چدن نشکن پرلیتی
- 31 مشخصات سختی
- 32 غلطک‌های چدن نشکن بینایتی
- 32 چدن‌های مالیبن (چکش خوار)
- 33 انواع چدن‌های مالیبن
- 33 چدن مالیبن مغز سیاه

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

- 34..... کاربرد.....
- 34..... چدن مالین با زمینه پرلیتی.....
- 34..... ساختار میکروسکوپی چدن مالین با زمینه پرلیتی.....
- 34..... چدن مالین مغز سفید.....
- 34..... کاربرد چدن مالین مغز سفید با مقاطع نازک.....
- 34..... چدن مالین مغز سفید با گوگرد اضافی.....
- 35..... کاربرد چدن‌های مالین مغز سفید با گوگرد زیاد.....
- 35..... چدن با گرافیت فشرده.....
- 35..... مقدمه.....
- 35..... خواص چدن با گرافیت فشرده.....
- 36..... کاربرد قطعات چدنی با گرافیت فشرده.....
- 36..... چدن محافظ.....
- 36..... ساختار داخلی.....
- 36..... چدن سفید.....
- 37..... ساختار داخلی.....
- 37..... ساختار میکروسکوپی چدن سفید.....
- 38..... چدن سفید مارتیزیتی.....
- 38..... ساختار میکروسکوپی.....

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

- 38چند نوع از چدن‌های سفید آلیاژها.
- 39چدن‌های آلیاژی.
- 39انواع چدن‌های نسوز.
- 39ساختمان میکروسکوپی.
- 39چدن‌های مقاوم در مقابل سایش با کروم زیاد.

مقدمه

مقام آلیاژهای آهن کربن که دارای بیش از 2 درصد کربن است چدن نامیده می‌شود. مقدار ماکزیمم درصد کربن چدن به ندرت بیش از 4/3 درصد خواهد شد. معمولاً مقدار درصد سیلسیم و فسفر چدن بیش از فولادهاست. چدن دارای خاصیت ریختگی خوب و تغییر شکل پذیری بدی است. چدن نسبت به رنگ سطح شکست بین سفید و خاکستری و مختلف تقسیم‌بندی می‌شود. اصولاً چدن آلیاژ کربن، سیلسیم و آهن است که مقدار کربن آن بیشتر از میزانی است که می‌تواند در محلول جامد و در درجه حرارت اوتکتیک باقی بماند بنابراین چدن‌ها معمولاً محتوی برخی از محصولات است. تجزیه نظر گرافیت یا سمیت آزاد هستند: اصولاً چدن‌ها حاوی مقدار کمی منگنز و گوگرد و فسفر نیز می‌باشد علاوه بر عناصر ذکر شده در بعضی از چدن‌ها به خاطر دستیابی به خواص مورد نظر عناصر دیگری مانند کرم، نیکل، مولیبدن، وانادیم، منیزیم و ... به چدن‌ها اضافه می‌گردد. ولی به طور سعادت به جز چدن‌های آلیاژی جمع کل عناصر اضافه شونده زیر 10 درصد می‌باشد.

1. چدن‌های خاکستری

2. چدن‌های نشکن

3. چدن‌های سفید

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

4. چدن‌های مایپبل

5. چدن‌های آلیاژی

6. چدن‌های با گرافیت شده.

کربن در چدن‌ها:

الف - آزاد = گرافیت

ب - ترکیبی = کاربید آهن یا سمنتیت

عوامل موثر در تعیین خواص چدن‌ها

1. ترکیب شیمیایی « درصد کربن، سیلیسیم و ... »

2. سرعت سرد شدن قطعه

3. عملیات حرارتی

4. شرایط تهیه مذاب: (منظور نوع کوره، دمای فوق ذوب، عملیات کیفی

مذاب و ...)

5. شرایط تهیه قالب: (نوع قالب، نوع پوشش کیفیت سطح و ...)

تقسیم‌بندی چدن‌ها براساس ساختار میکروسکوپی

چدن‌های خاکستری: چدن‌های خاکستری آلیاژهایی هستند که مبنای

آنها سیستم آهن و کربن بعلاوه عناصر دیگری که مهم‌ترین آنها سیلیسیم، منگنز،

گوگرد و فسفر می‌باشد. سیستم آهن کربن دارای یک یوتکتیک می‌باشد و چدن

خاکستری طبق یک قانون عمومی به وسیله کربن بالای آن از فولادهای متمایز

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

می‌گردد که باعث ایجاد اجزاء یوتکتیک در حالت ریختگی می‌شود فاز یوتکتیک شامل اوستنیت بعلاوه گرافیت یا کاربید آهن (Fe_3C) می‌باشد.

ساختار گرافیت در چدن‌های خاکستری ممکن است در اثر تغییرات ذوب جوانه‌زایی سرعت انجماد و تاثیر بعضی از عناصر هر چند جزئی اولی بحرانی تغییر زیادی پیدا کند. گرافیت می‌تواند به صورت ورقه‌های درشت یا ریز به صورت پراکنده به وجود آید اینها دارای خواص ماشین‌کاری مطلوب، انتقال حرارتی خوب و مقاومت‌های متغیر می‌باشد در شرایطی که میزان سختی نیز در حدی است مقاومت در برابر سایش عالی است مقطع این چدن‌ها خاکستری یا سیاه می‌باشد و به این دلیل چدن خاکستری نامیده می‌شود.

دسته‌بندی انواع گرافیت و تعیین اندازه آنها در چدن‌های

خاکستری

مقدار گرافیت موجود در چدن، اندازه و نحوه توزیع آن نیز بر روی خواص چدن خاکستری تاثیر اساسی دارد هر یک از انواع گرافیت تمایل به افزایش خواص معینی از چدن خاکستری را دارند. مطابق شکل ورقه‌های گرافیت از نوع (A) که در جهات اتفاقی و نامنظم به هر سو کشیده شده‌اند برای استفاده در بسیاری از مواد مناسب است گرافیت نوع (B) با اندازه‌های متوسط از نظر خاصیت متفاوت در برابر سایش عالی است، چدنی با این نوع گرافیت برای محل‌هایی که در معرض سایش قرار دارند مثل سیلندر موتورهای احتراقی به

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

کار می‌رود گرافیت نوع (C) با ورقه‌های درشت باعث می‌شود که مقاومت در برابر شوک‌های حرارتی افزایش یابد.

این عمل با افزایش قابلیت هدایت حرارتی و کاهش مدول به منظور به حداقل رساندن تنش‌های حرارتی همراه است اما از طرف دیگران ورقه‌ای ضخیم و درشت موجود می‌شوند که استحکام مناسب یا سطوح ماشین کاری خوبی حاصل می‌شود. گرافیت نوع (D) یا ابعاد ریز باعث به وجود آمدن سطوح ماشین کاری خوبی می‌شود با داشتن این نوع گرافیت حفره‌های سطحی به حداقل تقلیل می‌یابد و سطوح نهایی ماشین کاری شده صاف و مطلوب است. اما با وجود گرافیت نوع (E) مشکل بتوان زمینه پرلیتی بدست آورد.

البته موارد زیادی نیز وجود دارد که خواص مکانیکی مورد نیاز حاصل شده به طور کامل ناشی از نوع گرافیت نیست. شکل و اندازه گرافیت هیچ اثر مستقیمی بر روی صحت یک قطعه ریختگی ندارد بر روی سطح چدنی که دارای گرافیت درشت است امکان دارد به واسطه کنده شدن مواد به هنگام ماشین کاری حفره‌های سطحی پدید آید اما این وضعیت نشانه عدم صحت یا تخلخل در قطعه نیست.

مقدار گرافیت

از آنجا که گرافیت مقاومت مکانیکی کمی دارد به شرط ثابت بودن دیگر عوامل افزایش آن در چدن باعث کاهش استحکام می‌گردد نتیجتاً ماشین کاری

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

را راحت‌تر می‌کند.

شکل ذرات گرافیت

در استاندارد (ASTM) به طور کلی شش شکل را برای گرافیت در نظر

گرفته‌اند:

1. گرافیت ورقه‌ای (flake)

2. گرافیت خرچنگی

3. گرافیت کرمی شکل

4. گرافیت برفکی (تمبو شده)

5. گرافیت نامنظم (باز شده)

6. گرافیت کروی

اندازه ذرات گرافیت (در چدن خاکستری)

براساس استاندارد (ASTM) اندازه ذرات گرافیت به هشت نوع تقسیم

می‌شود:

1. طول بزرگ‌ترین ذرات گرافیت بیشتر از 1mm است.

2. طول بزرگ‌ترین ذرات گرافیت بین 1-0-25mm است.

3. طول بزرگ‌ترین ذرات بین 0/5-0/25mm است.

4. طول بزرگ‌ترین ذرات گرافیت بین 0-12-0-06mm است.

5. طول بزرگ‌ترین ذرات گرافیت بین 0-05-0-12mm است.

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

6. طول بزرگ‌ترین ذرات گرافیت بین 0-06-0-03mm است.

7. طول بزرگ‌ترین ذرات گرافیت بین 0-03-0-015mm است.

8. طول بزرگ‌ترین ذرات گرافیت بین 0-0-015mm است.

کاربردهای چدن خاکستری

لوله بزرگ چدنی برای گاز، آب، فاضلاب، پوسته سیلندر موتور و سر سیلندر چرخ گنکو، موتور الکتریکی، رینگ پیستون، رینگ چرخ برای کامیون‌ها، چرخ دنده و بوش پوسته موتورهای الکتریکی، پمپ، بدنه میز و پایه اکثر دستگاه‌ها، قالب‌های شمش، قالب‌های ریخته‌گری برای فلزات غیر آهنی.

مزایای چدن خاکستری

1. قابلیت ماشین کاری بالا

2. درجه حرارت ذوب ریخته‌گری مناسب 8800

3. سیالیت بسیار بالا

4. انقباض پایین

5. عدم مشکلات تغذیه‌گذاری

6. قیمت پایین و کم

خواص مکانیکی

1. استحکام کشش چدن‌های خاکستری نسبت به فولاد و انواع دیگر

چدن‌ها

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

2. استحکام فشاری آنها مناسب است.
3. قابلیت جذب ارتعاش و صدا قابلیت بسیار مهم چدن‌های خاکستری «به علت گرافیت ورقه‌ای آن»
4. مقاومت در برابر سایش به علت اینکه ورقه‌های گرافیت شبیه ماده روغن کاری کننده عمل می‌کند.
5. مقاومت به خوردگی این چدن‌ها نسبتاً مناسب است.
6. جغرمگی «مقاومت به ضربه» مقاومت به ضربه چدن خاکستری نیز در حد پایین‌تری نسبت به سایر آلیاژهای آهنی قرار دارد. انجماد چدن خاکستری برحسب ترکیب شیمیایی.

انجماد چدن خاکستری برحسب ترکیب شیمیایی

اگر مذاب چدن میپو یوتکتیک با سرعت سرد کردن آهسته منجمد شود گرافیت در هر حال ورقه‌ای می‌باشد ساختار ولی با توجه به نوع آهسته سرد کردن ساختارهای متفاوت بدست می‌آید.

الف - پرلیت + گرافیت «خاکستری پرلیتی» قطعات ظریف (سرد شدن در

داخل قالب)

ب - پرلیت + فریت + گرافیت «چدن خاکستری پرلیتی، فریتی» سرعت

سرد کردن کمتر.

ج - چدن فریت + گرافیت «چدن خاکستری فریتی» سرعت سرد کردن

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

خیلی کمتر.

اگر مذاب چدن هیپو یوتکتیک با سرعت سرد کردن آهسته منجمد شود با توجه به میزان آهسته سرد کردن ساختارهای متفاوت حاصل می‌شود.

الف - پرلیت + گرافیت اولیه یا خش «kish گرافیت» + گرافیت ریز

ب - پرلیت + فریت + گرافیت کیش + گرافیت ریز

ج - فریت + گرافیت کیش + گرافیت ریز

ساختار سطح مقطع چدن خاکستری

ساختار دندریتی، شبکه چدن هیپو یوتکتیک را نمی‌شود با پرداخت سطح اچ کردن معمولی زیر میکروسکوپ مشاهده کرد ولی اگر مقطع به وسیله سنگ و پرداخت نهایی به وسیله سمباده نرم آماده گردد اثرات این شبکه دندریتی را می‌شود زیر میکروسکوپ بدون اچ کردن مشاهده نمود.

ساختار هسته‌های یوتکتیک

با بزرگ شدن ضخامت سرعت انجماد کاهش پیدا می‌کند و تعداد و اندازه هسته‌ها بزرگ‌تر می‌شود. عکس‌های صفحه بعد که عکس 1 بیانگر هسته‌های ریزتر با تعداد بیشتر است که در میل‌گرد با قطر mm چ مشاهده می‌شود. عکس 2 بیانگر هسته‌های درشت‌تر با مقدار کمتر که در میل‌گرد با قطر 50mm مشاهده می‌شود.

تأثیر جزئی مختلف بر روی خواص چدن‌ها

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

عناصری که موجب تشکیل کاربید یوتکتیک می‌شوند، مانند کرم که اثر قوی دارند و انادیوم ازت و مولیبدن اثر کمتری می‌گذارد. اغلب عناصر موجب تشکیل پرلیت می‌گردد که این امر برای چدن‌های خاکستری پرلیتی و گرافیت کروی پرلیتی مفید و در عین حال برای چدن‌ها مزیتی مضر می‌باشد. عناصری که موجب تشکیل پرلیت می‌گردند شامل قلع و مس، نیکل که برای چدن‌های پرلیتی مفید و برای چدن‌های فریتی مضر هستند. در چدن‌های خاکستری حضور مقدار کمی از عناصر کاربیدزا و پرلیت‌زا می‌تواند مقاومت را بهبود بخشد.

ازت

در مقادیر کم اثر مفیدی در چدن‌های گرافیت ورقه‌ای دارد زیرا موجب اصلاح گرافیت و تشکیل پرلیت و نتیجتاً افزایش مقاومت می‌گردد. اصلاح گرافیت به صورت گرد شدن انتها یا فشرده شدن ورقه گرافیت صورت می‌گیرد که توسط عملیات متالوگرافی دقیق در بزرگنمایی زیاد مشاهده می‌شود.

گوگرد

گوگرد یکی از عناصر مهم در چدن می‌باشد و تشکیل دهنده قوی کاربید است و در چدن خاکستری باید اثر آن توسط منگنز خنثی گردد تا از تشکیل کاربید مفید مطلوب که موجب خرابی قطعه در ماشین کاری می‌گردد جلوگیری نماید و در چدن‌هایی که کمتر از 5 درصد گوگرد دارند به جای گرافیت ورقه‌ای (معمولاً نوع A) به علت عدم واکنش در مقابل تلقیح گرافیت نوع (D) تشکیل

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

شده است که اغلب به همراه فریت است و موجب کاهش سختی و مقاومت قطعه می‌گردد. گوگرد پایدار کننده سمنتیت است و عمدتاً در مذاب به صورت FeS در می‌آید.

اثر سیلسیم

سیلسیم یک عنصر بسیار قوی گرافیت‌زا می‌باشد و پایدار کننده فاز فریت است این عنصر احتمالاً با آهن Fe_3Si «سمنتیت» جلوگیری می‌کند و گرافیت آزاد می‌گردد.

اثر فسفر در مقادیر کم به صورت محلول در چدن می‌باشد ولی در مقادیر بالاتر فاز استریت که یک یوتکتیک سه‌گانه از Fe_3 و 5 و Fe_3P می‌باشد می‌آورد.

اثر عناصر آلیاژی عمده در چدن خاکستری

نیکل به گرافیت شدن کمک می‌کند و همراه مقدار کمی سیلسیم با تغییر ساختمان پولیت درشت به پولیت ریز و بالاخره به مارتنزیت، زمینه چدن را به طور یکنواخت و تصاعد و سخت و مقاوم می‌سازد به ریز شدن دانه کمک می‌کند و پراکندگی گرافیت را در یک حالت بسیار ریز افزایش می‌دهد.

کروم

کاربیدهای پایداری تشکیل می‌دهد و به پرلیت لایه‌ای و سخت‌تر کمک می‌کند.

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)**مولیبدن**

هنگام سرد کردن، سرعت تبدیل اوستنیت به پرلیت را کاهش می‌دهد در نتیجه پرلیت بسیار ریزتری تشکیل می‌دهد.

مس

تشکیل گرافیت را تسریع می‌کند، مقاوم کننده متوسط زمینه چدن بوده و نقاط سمنتیت را تجزیه می‌کند. سختی چدن‌هایی را که خاصیت تبریدی زیادی دارند کم می‌کند ولی در چدن‌های خاکستری معمولی باعث افزایش سختی، مقاومت به سایش و خوردگی می‌شود.

تلقیح مواد در چدن خاکستری

تلقیح عبارت است از افزودن مقدار کمی از ماده‌ای که اثر گرافیت زایی دارد به فلز مذاب این عمل که درست قبل از ریخته‌گری قطعه صورت می‌گیرد و معمولاً تعداد جوانه‌های یوتکتیک افزایش یافته و کاربردهای یوتکتیک کاهش می‌یابد. این عمل تلقیح اصولاً برای چدن‌های هیپو یوتکتیک به کار برده می‌شود و باعث انجماد یکنواخت و ساختار گرافیت منظم مخصوصاً در مقاطع نازک خواهد بود در غیر این صورت سبب تشکیل کاربید و لبه‌های تبریدی می‌گردد. در مواردی به چدن با ساختار گرافیتی، مقاومت آن افزایش می‌یابد.

ساختار میکروسکوپی چدن خاکستری با ضخامت‌های مختلف

هر قدر سطح مقطع چدن خاکستری افزایش یابد استحکام کاهش می‌یابد

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

و به همین دلیل نمونه قابل قبولی برای آزمایش استحکام و ساختار میکروسکوپی برای چدن خاکستری میل گرد با قطر 30mm می باشد.

ساختار

عکس شماره 3 تا 6 نشان می دهد که با افزایش سطح مقطع، گرافیت ورقه ای نیز افزایش می دهد. عکس شماره 3 تا 6 از یک چدن خاکستری یا ترکیب شیمیایی.

$$Ce = 307, PS = 0.00015\%, SSO = 0.03\%, Mn = 0.5\%, Si = 0.2\%, O = 0.3\%$$

طبقه بندی گرافیت

عکس 3، شماره 4، شماره 5، شماره 6

تیپ A اندازه 5، تیپ A اندازه 4، تیپ A اندازه 3، تیپ A اندازه 2-1

خواص مکانیکی

شماره 6	شماره 5	شماره 4	عکس شماره 3	
50	40	20	15	قطر میل گرد (mm ²)
250	265	315	345	استحکام کششی (Nmm ²)
190	210	220	240	سختی (HB3000/10)

چدن‌های خاکستری صنعتی با کربن معادل‌های مختلف

مقدار گرافیت ورقه‌ای در ریزساختار با افزایش مقدار کربن معادل زیاد می‌شد مقدار گرافیت ورقه‌ای مهم‌ترین ویژگی موثر بر استحکام و بسیاری خواص دیگر چدن خاکستری است و تغییر در مقدار آن که با کنترل مقدار کربن معادل انجام می‌شود. ویژگی اصلی مشخص کننده درجات مختلف عمدتاً پرلیتی است ولی بخش کوچکی فریت نیز در آن موجود است. وجود سیلسیم به مقدار کمتر و منگنز به مقدار بیشتر ساختارهایی با زمینه پرلیتی را تقویت کرد و عناصر پایدار کننده پرلیت نظیر آرسنیک، کرم، مس یا قلع که از مواد (کرم) اولیه خاصی مشتق می‌شوند ساختار مذکور را بهبود می‌دهند. در چدن‌های خاکستری مهندسی اهمیت نسبی ساختار زمینه از ساختار گرافیت کمتر است.

ساختار

در شکل‌های شماره 7 تا 10 تاثیر افزایش مقدار کربن معادل در متداول‌ترین دامنه مقادیر آن تا نزدیک تقریباً هیپو یوتکتیک ($E > 4/3$) بر ریزساختار میل‌گردهایی به قطر 30mm از چدن‌های با گرافیت ورقه‌هایی را که در ماسه ریخته‌گری شده‌اند نشان داده شده است. در این اشکال از $> \text{یا}$ مقدار گرافیت ورقه‌ای در یک زمینه ذاتاً پرلیتی مشاهده می‌شود.

طبقه بندی گرافیت

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

شماره 10 ه شمار	شماره 9	شماره 8	عکس شماره 7
3، A	4/3، A	4، A	تیما = A اندازه = 4

ترکیب شیمیایی

C	Si	M n	S	P	
3/0	2/2				عکس 7، 3/8- 3/7
3/2	1/1				عکس 8، 3/9- 3/8
3/4	2/0		0/5	0/15 0005>	عکس 9، 4/2- 4/0
3/6	2/4				عکس 10، 4/5- 4/3

خواص مکانیکی

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

شماره 7	شماره 8	شماره 9	عکس شماره 10	
295 256-	-280 245	200-235	140-200	استحکام کششی (W/mm ²)
230 190-	210 170-	100-200	150-180	سختی (HB3000/10)

ساختمان دانه‌بندی میکروسکوپی

چدن‌ها نمونه‌های بازرسی از آلیاژهایی هستند که از نظر ساختمان بندی حساس می‌باشند، یعنی خواص فلز بر و آب ساختمان متالوگرافی متوسط و وابسته می‌باشد و با توجه به وضع این ساختمان تغییر می‌یابد. اجزاء متشکله این ساختمان سبب مجزا شدن انواع مختلف چدن‌ها یعنی سفید، خاکستری نشکن می‌شود مهم‌ترین اجزاء متشکله به قرار زیر هستند.

گرافیت

کربن در چدن‌ها ممکن است به صورت آزاد با به وضوح عنصری مانند گرافیت وجود داشته باشد در چدن‌های خاکستری ورقه‌ای (FLAKES) گرافیت هنگام منجمد شدن آهن توسعه پیدا می‌کند و از آنجا که وزن مخصوص گرافیت

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

کم می‌باشد مقدار آن ممکن است 6 تا 17 درصد حجم کل آهن باشد.

شکل‌های مختلف گرافیت

شکل‌ها و نحوه پخش گرافیت‌های مختلفی که به وجود می‌آید بستگی به ترکیب شیمیایی، جوانه‌زایی و سرد کردن چدن دارد.

گرافیت تیپ A

گرافیت تیپ A از نوع گرافیت بسیار مطلوب با نحوه پخش یکنواخت است که اصولاً در چدن‌هایی با استحکام بالا مشاهده می‌شود عملیات جوانه‌زایی درست و موفق برای بدست آوردن این نوع گرافیت لازم می‌شود.

گرافیت تیپ B

این نوع گرافیت رشدی دایره‌ای دارد. هسته‌ها مشخص می‌باشند و در مرکز این هسته‌ها وجود دارد. وقتی که سرعت سرخ کردن چدن زیاد باشد مخصوصاً مقاطع نازک و عملیات جوانه‌زایی نیز انجام نگرفته باشد اصولاً گرافیت از نوع تیپ B به وجود می‌آید.

این نوع گرافیت در چدن‌های هیپوئوتکتیک پیدا می‌شود در قطعات با مقاطع ضخیم ورقه‌های گرافیت درشت است و در مقطع نازک گرافیت درشت است و در مقطع نازک گرافیت به صورت ستاره‌ای می‌باشد.

گرافیت تیپ D

اندازه گرافیت‌ها بسیار ریز و دندریت‌ها کاملاً مشخص است. تشکیل این

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

نوع گرافیت به عوامل زیر بستگی دارد. سرعت سرد شدن زیاد در مقاطع نازک، انجام نگرفتن عملیات جوانه زایی، پایین بودن مقدار گوگرد، حرارت‌های فوق ذوب، زمان نگهداری زیاد، ذوب در کوره و بالا بودن مقدار تیتانیوم.

اجزاء مختلف زمینه در چدن**الف - فریت**

اساساً یک جزء فاقد کربن است که تماماً زمینه چدن‌ها تابانیده را تشکیل می‌دهد فریت به استثنای گرافیت کمتری سختی را در بین اجزاء چدن دارد اما بر نرمی فریت موجود در فولاد کم کربن نیست زیرا فریت چدن حاوی سیلسیم است.

ب - پرلیت

جزء متداول در چدن‌های با استحکام و سختی متوسط است پرلیت از ضخامت متناوب شامل فریت نرم و کاربید آهن سخت تشکیل شده است.

ج - مارتزیت

جزء کاملاً سختی است که در اثر عملیات حرارتی شکل می‌گیرد.

د - بامنیت

در چدن‌های آلیاژی ایجاد می‌شود یا توسط عملیات حرارتی بدست می‌آید.

ح - آستنیت

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

جزء اصلی در چدن خاکستری یونیکل برده و غیر مغناطیسی است.

و - کاربیدها

اجزایی بی‌نهایت سخت هستند چدن کاربیدهای ساده آهن و یا اداری

عناصر آلیاژی می‌باشند.

ز - استریت

جزء سختی است که توسط فسفر در چدن تشکیل می‌شود.

چدن‌های داکتیل (چدن نشکن)

مقدمه

چدن‌های نشکن یا چدن‌های با گرافیت کروی، خانواده‌ای از چدن‌ها هستند و همانطور که از اسمشان پیداست شکل گرافیت در آنها کروی است. همین گرافیت‌ها باعث افزایش استحکام چقرمگی در مقایسه با چدن‌های با گرافیت ورقه‌ای می‌گردد. اصولاً چدن نشکن با افزودن منیزیم در مذاب تولید می‌شود برای کروی شدن گرافیت‌های قطعاتی که در قالب‌های ماسه‌ای تولید می‌شوند مقدار 4-7 درصد منیزیم باقی مانده در قطعات ریخته شده کافی می‌باشد. شکل شماره 1 حالت مطلوب گرافیت کروی را بر روی قطعاتی که در حالت‌های ماسه‌ای ریخته می‌شوند نشان می‌دهد.

چدن‌های نشکن پرلیتی استحکام بالایی دارند ولی چقرمگی آنها کمتر است. چدن‌های نشکن قربتی استحکام کمتری دارند ولی ازدیاد طول نسبی آنها

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

بیشتر مقاومت به فلز بوشان خوب است.

گرافیت

حضور گرافیت غیرکروی و نامنظم و عدم توزیع یکنواخت آن به عنوان مینی ساختاری محسوب می‌گردد. علل حضور شکل‌های مختلف گرافیت را در ساختار چدن نشکن می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود.

1. گرافیت با شکل غیرمنظم

عدم اجرایی صحیح در عملیات منیزیم، کم بودن مواد مورد تلقیح و طولانی شدن زمان نگهداری مذاب پس از عملیات نشکن سازی ناچیز بودن میزان منیزیم باقی مانده در مذاب.

2. گرافیت فشرده

کم بودن میزان منیزیم باقیمانده در مذاب عدم تلقیح و صحیح منیزیم. عدم وجود بعضی از عناصر در مذاب که می‌توانند دامنه عمل منیزیم را وسیع کند مثل تیتسینم.

گرافیت یوک

بالا بودن کربن معادل چدن، حضور بیش از حد میزان سدیم یا سیلسیم در مقاطع نازک قطعه.

گرافیت ورقه‌ای

عدم بکارگیری سدیم در ماده تلقیح منیزیم و با حضور عناصر چدن

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

آنتیموان و تیتانیوم. افزایش ضخامت قطعه. وجود عناصری چدن مس با قلع دو شارژ اصلی.

گرافیت منفجر شده

رشد غیرعادی گلوله‌های گرافیت هیپویوتکتیک در چدن‌هایی با کربن معادل زیاد بکارگیری شارژ اصلی با درجه خلوص بالا همراه با استفاده از سدیم رمیش تعادل.

توزیع غیریکنواخت گرافیت

استفاده از چدنی با ترکیب شیمیایی هیپویوتکتیک که در ایجاد گلوله‌های گرافیت یا اندازه‌های مختلف موثر است. مصرف بیش از حد جوانه‌زا.

تلقیح گلوله‌های گرافیتی

ریخته‌گری چدن‌ها با ترکیب شیمیایی هیپویوتکتیک. چگونگی شیب حرارتی قالب و اثر آن بر حمل ایجاد و رشد گرافیت بلند به وجود آمدن گلوله‌های گرافیتی ریز سرد شدن سریع قطعه و انجماد عملیات حرارتی در درجه حرارت‌های بالا برای تبدیل زمینه مارتنزیت به فریت و گرافیت گلوله‌ای ریز افزایش درصد سیلسیم در چدن و ازدیاد درجه حرارت آستینیت‌ه کردن.

ترتیب قرار گرفتن گلوله‌های گرافیتی

معمولاً با باندهای مشخصی از فریت از هم جدا می‌شوند.

گرافیت با اشکال مختلف

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

کم بودن میزان منیزیم در مذاب، انجام تلقیح ناقص و غیر کافی منیزیم. طولیل بودن بیش از حد سیستم را هنگامی که باعث کاهش منیزیم می‌گردد.

کاربید یوتکتیک

ایجاد کاربید در ساختار چدن نشکن به عنوان عیب محسوب می‌شود. اهمیت این عیب به نوع توزیع و شکل کاربید ایجاد شده در ساختمان چدن دارد. شرایط ایجاد کاربید متناسب با شکل و نحوه توزیع آن به قرار زیر است.

توزیع یکنواخت

عدم تلقیح کافی منیزیم در مذاب بهسازی شده، زمان نگهداری طولانی مذاب پس از عمل تلقیح. استفاده از شارژ اصلی ناخالصی (وجود عناصری چون کرم، منگنز)، ناخالصی‌هایی در ساختار چدن نشکن.

کربور تیتانیوم

حضور مقادیری بسیار کم تیتانیوم (تقریباً 2 درصد) در چدن منجر به تشکیل معکب‌های کاملاً سفید کربور تیتانیوم می‌گردد.

ناخالصی‌های سیاه رنگ

هر چند اینگونه ناخالصی‌های به صورت حفره ظاهر می‌شوند ولی تشکیل دهند آنها منیزیم باقی مانده و اکسیژن بوده و در صورت پایین بودن درجه حرارت بارریزی، بیشتر مشاهده می‌شود.

چدن نشکن آلیاژی

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

چدن نشکن آلیاژی با ساختار بینایتی یا مارتنزیتی، گروهی از چدن‌های نشکن را تشکیل می‌دهند که اگر ساختار آنها عمدتاً بینایتی باشد چدن دارای استحکام بالا و چقرمگی کافی و اگر ساختار عمدتاً مارتنزیتی باشد دارای مقاومت خوب در برابر سایش خواهد بود.

ساختار بینایتی به نام ساختار سوزنی هم شناخته می‌شود. قطعات با ساختار بینایت و مارتنزیت را می‌توان با روش عملیات حرارتی تولید کرد.

ساختار	(t.s) استحکام کششی kg/mm ²	ازدیاد طول نسبی 70	(r-s) آفش تسلیم kg/mm ²	سختی برنیل (HB)
بینایت	90-130	3-8	70-110	280-350
بینایت مارتنزیت	70-110	2-6	60-95	250-500
مارتنزیت	110-140	0/5-2	70-15	550-650
مارتنزیت سمباده شده	100-120	1-5	80-95	400-550
Mo	Ni	Si	C	عضو
شیمیایی نوع چدن				

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

نشکن				
بینایتی	2/8-3	18-2	2-2/5	0/4-0/6
مارتنزیتی	-3/6 3-4	1/8-2	3/5-4	0-8

کاربرد چدن نشکن

عمده‌ترین مصرف قطعات چدن نشکن در صنعت لوله‌سازی و خودروسازی

می‌باشد.

غلطک‌های چدن نشکن پرلیتی

ترکیب شیمیایی	C	Si	Mn	ni	Cr	MO
	3-3/3	0/8-0/8	0/5-0/8	2-3	0/3-0/7	-0/8 0/5

مشخصات سختی

Hard ness	shore	50-60
Hard ness	HV	360-500

پس از ریخته‌گری و ماشین‌کاری عملیات حرارتی نولیزه کردن روی

غلطک‌های چدن نشکن پرلیتی انجام می‌گیرد شکل شماره 4-11 یک ساختار

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

غلطک چدن نشکن پرلیتی را نشان می‌دهد همانطور که مشاهده می‌شود ساختار دارای گرافیت کروی در زمینه پرلیت و مقداری کاربید یوتکتیک می‌باشد.

غلطک‌های چدن نشکن بینایتی

ترکیب شیمیایی این غلطک‌ها به مقدار زیر می‌باشد:

ترکیب شیمیایی	C	Si	M n	N i	Cr	MO
	3-3/3	7/8	/8	5	-0/5	0/6-1
		7/2-	0/5-0	3-4/	0/2	

شکل شماره 4-12 ساختار غلطک چدن نشکن بینایتی را نشان می‌دهد.

همانطور که مشاهده می‌شود ساختار دارای گرافیت کروی در زمینه‌ای کاملاً بینایتی می‌باشد. این غلطک‌ها در مراحل اول نورد ورق و مقاطع جاهایی است که به استحکام بالا نیاز می‌باشد.

چدن‌های مالین (چکش خوار)

چدن‌های مالین ذاتاً از نوع چدن‌های هیپو یوتکتیکی کم آلیاژی یا غیرآلیاژی هستند پس از ریخته‌گری، کربن این چدن‌ها به شکل ترکیبی (ترکیب با آهن) بوده و قطعات به صورت چدن سفید در می‌آیند. این چدن‌های سفید حاصله، طی فرایند عملیات حرارتی به خصوص به چدن مایبل تبدیل

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

می‌شوند. (یعنی با حرارت دادن تا منطقه آستیتی و نگهداری قطعه به صورت کافی در این دما تا کاربید آهن کاملاً تجزیه شود.) پس از اتمام مرحله اول آنیل، ساختار دارای کربن برفکی در زمینه آستنیت اشباع شده از کربن می‌باشد. در مرحله دوم عملیات حرارتی، می‌توان با تنظیم سرعت سرد کردن ساختار را از فریت تا پرلیت تغییر داد شکل گرافیت در چدن مالین به صورت برفکی می‌باشد.

انواع چدن‌های مالین**چدن مالین مغز سیاه**

به دلیل اینکه احتمال دی کربور شدن و یا اکسید شدن سطح در چدن‌های مالین مغز سیاه وجود دارد از آنیل کردن چدن‌های مورد نظر بایستی در یک محیط کنترل شده صورت پذیرد. شکل شماره 1-8 ساختار یک چدن مالین مغز سیاه فریتی را که حاوی کربن برفکی در یک زمینه کاملاً فریت است نشان می‌دهد.

نمونه‌ای از ترکیب شیمیایی چدن مالین مغز سیاه:

ترکیب شیمیایی	C	Si	Mn	S	P
	2/53	/33	0/42	/13	0/04
		1		0	

کاربرد

شامل قطعات اتومبیل، اتصالات لوله‌ها، حفاظت عایق‌های الکتریکی، ابزارهای کوچک مهندسی.

چدن مالین با زمینه پرلیتی

این نوع چدن دارای گرافیت‌های برفکی در زمینه پرلیتی لایه لایه یا کروی بوده که نسبت به چدن‌های مالین فریتی دارای استحکام بیشتر و قابلیت انعطاف پذیری کمتری می‌باشد.

ساختار میکروسکوپی چدن مالین با زمینه پرلیتی

چدن مالین مغز سفید

چدن مالین مغز سفید به چدن مالین مغز سفید دارای کربن بیشتر و سیلسیم کمتری می‌باشد این نوع چدن در هنگام عملیات حرارتی به میزان کمی دی کربور شده و تنها تحت عملیات آتیکنیک یک مرحله‌ای در 1070-980 درجه قرار گرفته سپس به آهستگی سرد می‌شود. شکل گرافیت‌های برفکی و ساختار زمینه تابعی از مقادیر سبب گوگرد و منگنز می‌باشد.

کاربرد چدن مالین مغز سفید با مقاطع نازک

از این نوع چدن برای تولید اتصالات لوله‌ها، بست‌ها و قالب‌های کوچک، کلیدها، قطعات دوچرخه استفاده می‌گردد.

چدن مالین مغز سفید با گوگرد اضافی

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

قشر ضخیم دی کربوره شده به صورت فاز فریت در سطح مشخص شده
ات و دلیل آن آنیل کردن قطعه در محیطی بوده که حاوی سنگ آهن و ذرات
اکسیدی و کاربید بوده است.

از مشاهده آن مشخص می‌شود که زیر سطحی، چدن دارای گرافیت
برفکی شده و جز پرلیتی بوده که مقدار آن پرلیت از سطح به سوی مرکز
افزایش یافته است.

کاربرد چدن‌های مالین مغز سفید با گوگرد زیاد

در اتصالات لوله، قطعات کوچک مهندسی برای خودروها و ماشین‌های
زارعی.

چدن با گرافیت فشرده**مقدمه**

منظور از چدن با گرافیت فشرده این است که چدن عاری از گرافیت
ورقه‌ای و دارای 20 درصد گرافیت کروی، 80 درصد فشرده باشد.

خواص چدن با گرافیت فشرده

از آنجا که شکل گرافیت یک عامل تعیین کننده در خواص چدن‌هاست.
چدن با گرافیت فشرده را می‌توان در موقعیت ما بین چدن خاکستری با گرافیت
ورقه‌ای و چدن نشکن با گرافیت ورقه‌ای و چدن نشکن با گرافیت کروی به شمار
آورد. این نوع چدن در مقایسه با چدن خاکستری دارای انعطاف پذیری و

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

استحکام بالاتری است و این در حالی است که نسبت به چدن نشکن انقباض حاصل از انجماد کمتری داشته و تغذیه‌های محدودتری نیاز دارد.

کاربرد قطعات چدنی با گرافیت فشرده

برای ساخت قالب‌های چدنی و قالب شمش ریزی در صنعت فولاد، سر سیلندرهای موتور ریزی و نیز محافظ احتراق توربین است.

چدن محافظ

در صورتی که ترکیب شیمیایی چدنی که در یک قالبی ماسه‌ای ریخته‌گری می‌گردد در حد وسط یک چدن خاکستری و چدن سفید قرار می‌گیرد دارای ساختار مخلوط از گرافیت و کاربید آهن خواهد بود که به چدن مخلوط مشهور است، این چدن دارای سطح مقطع شکست مخلوط از سفید و خاکستری بوده و در بسیاری موارد به عنوان یک چدن مقاوم در مقابل سایش نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ساختار داخلی

در شکل زیر ساختار میکروسکوپی یک چدن مخلوط مشاهده می‌شود که حاوی گرافیت‌های ورقه‌ای متوسط تا ریز و کاربید آهن (سمیت) در زمینه‌ای از پرلیت است.

چدن سفید

تمام کربن یوکتیکی در چدن‌های غیر آلیاژی قطعاتی که در حین انجماد

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

در قالب‌های ماسه‌ای دارای ضخامت‌های نازک و متوسط بوده و حاوی مقداری سیلیسیم کمتری باشد بدون استفاده از تلقیح مواد جوانه‌زا بر کاربید آهن تبدیل می‌گردند.

چنین چدن‌هایی دارای مقاطع شکست سفید بوده و به چدن‌های سفید مرسوم هستند این نوع چدن‌ها به صورت غیر آلیاژی و نیز همراه با مقادیر قابل توجهی از عناصر کاربیدزا مانند کروم یا وانادیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقاومت در مقابل ساییدگی و سایش چدن‌های سفید دلیل اصلی برای استفاده از این چدن‌ها در صنعت محسوب می‌گردد.

ساختار داخلی

در شکل زیر ساختار یک چدن تبریدی شده مشاهده می‌گردد که محتوای فازهای سمنتیت، مارتنزیت و مقدار کمی از آستنیت باقی مانده است.

ساختار میکروسکوپی چدن سفید

با استفاده از تابیدن مناسب به سطح پوشش و اچ شده از یک نمونه چدن سفید می‌توان ساختار میکروسکوپی آستنیت‌های (دندریتی) اولیه و یوتکتیک (آهن - کاربید) را از یکدیگر تشخیص داد در شکل‌های زیر ساختار دندریتی با تاباندن عمودی نور به سطح مقطع ظاهر گردیده به طوری که در شکل اولی ساختار درشت از دندریت‌ها در مقطع عرض یک نمونه میله‌ای به قطر 15 میلی‌متر که در قالب ماسه‌ای ریخته‌گری گردیده است مشاهده می‌شود.

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)**چدن سفید مارتیزیتی**

چدن‌های سفید مارتیزیتی وابسته به خانواده چدن‌های سفید آلیاژی هستند که به خاطر وجود عناصر نیکل و کروم در آنها دارای سختی و مقاومت سایش زیادی است.

ساختار میکروسکوپی

(ضخامت تمام نمونه‌ها 15mm، ریخته‌گری آنها در قالب ماسه‌ای انجام می‌شود.) ساختار میکروسکوپی قطعه سیاه تاب که در شکل مشاهده می‌شود حاوی آستنیت یوتکتیکی در زمینه پرلیتی است و ساختار میکروسکوپی قطعه سیاه تاب که در شکل مشاهده می‌گردد آستنیت یوتکتیکی در زمینه‌ای آستنیتی است که عناصر آلیاژی آن بیش از حد استاندارد است. ساختار میکروسکوپی که در شکل نشان داده شده، دارای ترکیب شیمیایی صحیح و در حد استاندارد بوده و پس از عملیات حرارتی آن به مدت 2 ساعت در حرارت 250 سانتیگراد شامل آستنیت یوتکتیکی در زمینه‌ای تقریباً کامل از مارتنزیت تغییر حالت یافته با مقدار جزئی آستنیت باقی مانده است.

چند نوع از چدن‌های سفید آلیاژها

1. چدن ni-hard نوع دو
2. چدن ni-hard نوع چهارم
3. چدن پر کروم

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

ساختار میکروسکوپی چدن نیکل - سخت نوع 4 که به مدت هشت ساعت در درجه 800 حرارت داده شده در کوره سود نموده‌اند. زمینه کاملاً آرتنزیتی شده رسوب سفیدی شکل کاربید به خوبی در زمینه قابل رؤیت است .

چدن‌های آلیاژی

چدن‌های با سیلیس بالا (Silal) چدن سنوز.

چدن‌های با سیلیس بالا بسیار شکننده و دارای شوک حرارتی پایین است ساختمان میکروسکوپی چدن سیلان کاملاً فریتی می‌باشد. ساختمان میکروسکوپی نشان دهنده فریت به طور کامل با گرافیت‌های ریز از نوع گرافیت P می‌باشد.

انواع چدن‌های نسوز

نیکرو سیلان (nicrosilal) نیکرو سیلان چدن آلیاژی است دارای نیکل، سیلیس و کروم و مقاومت در برابر حرارت و خوردگی دارد این آلیاژ مقاومت خوبی در برابر پوسته شدن 800cat دارد و کاربرد خوبی در حرارت با جو گازی گوگردی دارد حداکثر مقاومت حرارتی این آلیاژ 950c می‌باشد.

ساختمان میکروسکوپی

ساختمان میکروسکوپی این چدن دارای گرافیت‌هایی از نوع D با مقدار کاربید یوتکتیک در زمینه آستنیتی می‌باشد.

چدن‌های مقاوم در مقابل سایش با کروم زیاد

دانلود رایگان کتب تخصصی متالورژی و مواد (کلیک کنید)

چدن‌ها با کروم زیاد و مقاوم در مقابل سایش، حاوی 28-12 درصد کروم و 5/3-5 درصد کربن هستند. برخی از ماشین‌های خرد کننده و آسیاب‌های میله و آسیاب‌های برفی قطعات مقاوم در برابر سایش.

ساختار میکروسکوپی یک چدن بعد از یوتکتیکی سیاه تاب با ترکیب 25 درصد کروم و 3/3 درصد کربن در شکل نشان داده شده است در این ساختار کاربیدهای اولیه و کاربیدهای یوتکتیکی به ترتیب در اندازه‌های بزرگ و کوچک آستنیتی مشاهده می‌شوند.

ساختار میکروسکوپی چدن با ترکیب 25 درصد کروم و 13 درصد کربن که با حرارت دادن به مدت یک ساعت در 1025 سانتیگراد و کوئچ کردن در هوا سخت گردد و در شکل نشان داده شده است. در ساختار یوتکتیکی، کاربیدهای یوتکتیکی کروم در زمینه‌های مارتنزیتی قرار دارند شکل نشان دهنده چدنی با ترکیب 17 درصد کروم و 2/3 درصد کربن است که پس از تابکاری زمینه‌ای پرلیتی در آن ایجاد گردیده است.