

نمودار فازی آهن-کربن

نمودار تعادلی آهن-کربن (Fe-C) راهنمایی است که به کمک آن می‌توان روش‌های مختلف عملیات حرارتی، فرآیندهای انجماد، ساختار فولادها و چدن‌ها و... را بررسی کرد. قسمتی از این نمودار که در متالورژی اهمیت بیشتری دارد، قسمت آهن-کاربید آهن (سمنتیت) است. چون کاربید آهن یک ترکیب شبه پایدار است، بنابراین دیاگرام آهن-کربن را سیستم شبه پایدار می‌نامند. حالت پایدار کربن در فشار اتمسفر، کربن آزاد (گرافیت) است.

قسمت‌هایی که در نمودار با حروف یونانی مشخص شده‌اند، نشانگر محلول‌های جامد از نوع بین‌نشینی هستند. تحولات هم‌دما (ایزوترم) در سیستم آهن-کربن شبه پایدار خطوط افقی در نمودار، نشان دهنده استحاله‌های هم‌دما هستند.

- استحاله یوتکتیک : دما 1148°C ، غلظت کربن ۴,۲۰ درصد
- استحاله یوتکتوئید : دما 727°C ، غلظت کربن ۰,۸۰ درصد
- استحاله پریتکتیک : دما 1495°C ، غلظت کربن ۰,۱۸ درصد

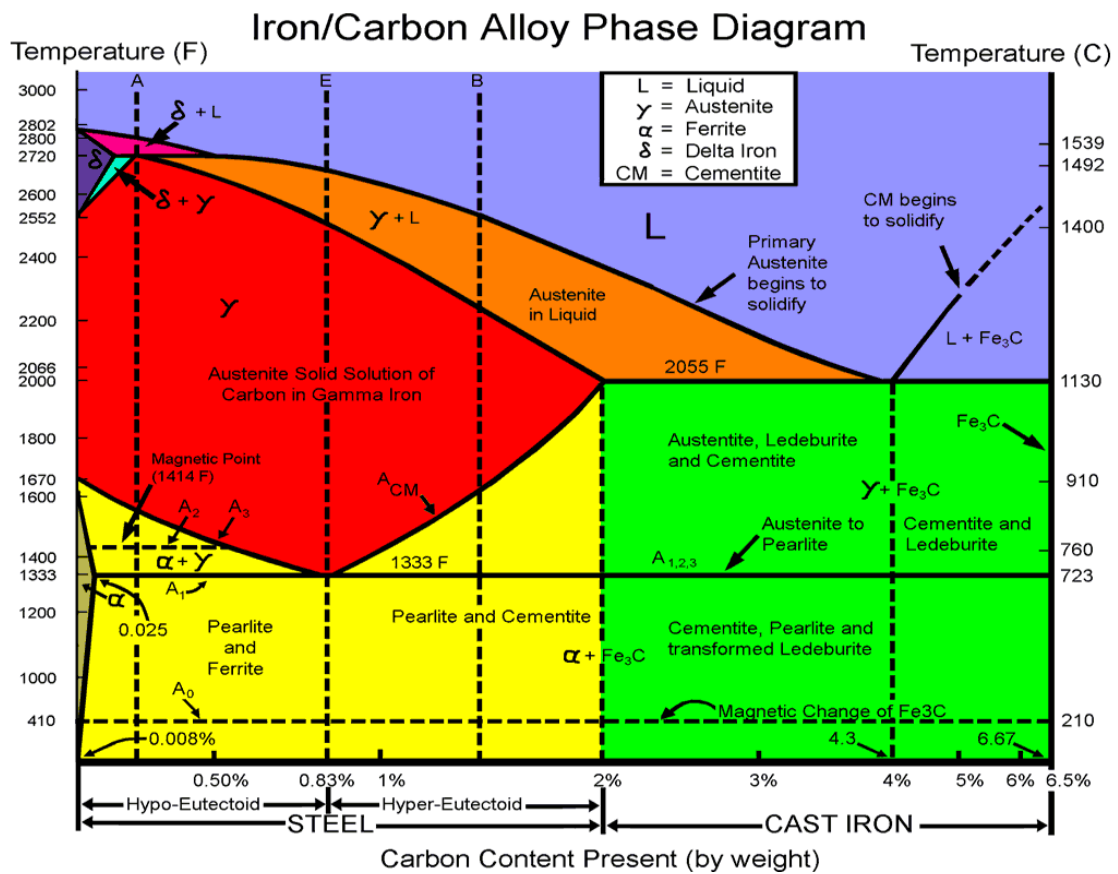
البته باید توجه داشت که غلظت‌ها و دماهای ذکر شده برای آهن-کربن خالص بوده و با حضور عناصر آلیاژی دیگر، این ثابت‌ها تغییر می‌کنند.

آلوتروپ‌های آهن

- آهن آلفا
- آهن گاما
- آهن دلتا

آهن آلفا یکی از آلوتروپ‌های آهن است. این آلوتروپ از دمای 273°C - درجه سانتیگراد تا 910°C درجه سانتیگراد پایدار است. این آلوتروپ دارای ساختمان بلوری مکعبی مرکزپر (bcc) است.

ثابت شبکه آهن آلفای فرومگناطیس، $2/86$ آنگستروم است. آهن گاما یکی از آلوتروپ‌های آهن است که در محدوده دمایی 912°C تا 1394°C درجه سانتیگراد پایدار بوده و ساختمان بلوری fcc (مکعبی مرکزپر) دارد. آهن دلتا یکی از آلوتروپ‌های آهن است که از دمای 1401°C درجه سانتیگراد تا 1539°C درجه سانتیگراد (نقطه ذوب آهن) پایدار است. آهن دلتا دارای ساختمان بلوری مکعبی مرکزپر (bcc) است. آهن دلتا دارای خاصیت پارامگناطیس بوده و ثابت شبکه‌ی آن بزرگ‌تر از آهن آلفا است. ثابت شبکه آهن دلتا، $2/93$ آنگستروم است.



فازها و ساختارهای مختلف نمودار فازی

- فریت
- اوستنیت
- سمنتیت
- لدبوریت
- پرلایت
- بینیت
- مارتنزیت

فريت:

به محلول جامد از نوع بين‌نشيني کربن در آهن آلفا α -Fe (آهن مکعبی مرکزپر) فريت گفته می‌شود.

حداکثر غلظت کربن در فريت حدود ۰.۲٪ درصد وزنی و در دمای ۷۲۷ درجه سانتیگراد است.

مقاومت کششی فريت در حدود ۴۰۰۰۰ پسی (psi) است. اوستنیت:

به محلول جامد از نوع بين نشینی کربن در آهن گاما (آهن مکعبی وجوه مرکزپر) اوستنیت گفته می‌شود.

حداکثر حلالیت کربن در آهن گاما، ۲ درصد در دمای ۱۱۴۷ درجه سانتیگراد است. اوستنیت در دمای محیط پایدار نیست.

سیمنتیت:

سیمنتیت یا کاربید آهن یک ماده مرکب شیمیایی به فرمول شیمیایی Fe_3C دارای ۶/۶۷ درصد کربن است. سمنتیت فازی بسیار سخت و شکننده است. حدس زدن این مورد شاید آسان باشد. این لغت برگرفته از کلمه Cement در زبان انگلیسی به معنای ماده ای است که مواد مختلف را به هم می چسباند، می باشد.

در سال ۱۸۵۵ Osmond و Werth تئوری سلولی را ارائه دادند که در آن نه تنها وجود گونه های آلوتروپیک آهن (که امروزه به نام آستنیت و فريت معروف هستند) را پیشنهاد دادند، بلکه در این تئوری نگاه تازه ای به تشکیل کاربید ها شده بود. تحقیقات آنها در خصوص فولادهای پرکربن نشان داد که مخلوطی شامل سلولهای و دانه های آهن وجود دارد که توسط لایه ای از کاربید آهن محصور شده است. در حین انجماد ابتدا گلوله ها یا سلولهای آهن تشکیل شده و رشد می کنند و باقیمانده مذاب به صورت کاربید آهن منجمد می شود. بدین ترتیب کاربید تشکیل شده با قرار گرفتن در اطراف سلولهای قبلی شکل گرفته، آنها را به هم می چسباند. از این شرح می توان دریافت چرا Osmond کاربید تشکیل شده را از لغت فرانسوی Ciment نامگذاری کرد. این فاز در زبان آلمانی با Zementit و در انگلیسی با Cementite نشان داده می شود.

لدبوریت:

به مخلوط یوتکتیکی اوستنیت و سمنتیت، لدبوریت گفته می‌شود که از مذابی با ۴/۳ درصد کربن در دمای ۱۱۴۷ درجه سانتیگراد تحت یک واکنش یوتکتیکی حاصل می‌شود. از آنجایی که اوستنیت در دمای محیط پایدار نیست و بر اساس یک واکنش یوتکتوئیدی به پرلیت تبدیل می‌شود، لذا ساختمان لدبوریت در دمای محیط بصورت پرلیت و سمنتیت خواهد بود.

پرلیت:

به مخلوط یوتکتوئیدی فريت و سمنتیت، پرلیت گفته می‌شود. پرلیت تحت یک

تحول یوتکتوئیدی از آهن گاما با ۰/۸ درصد کربن در ۷۲۳ درجه سانتیگراد حاصل می‌شود.

بینیت:

این فاز به یادبود E.C. Bain شیمیدان آمریکایی نامگذاری شده است.

تاریخچه آستمپرینگ به سال ۱۹۳۰ بر می‌گردد، زمانی که Bain و Grossman در آزمایشگاه های فولاد ایالات متحده بر روی ارزیابی پاسخ متالورژیکی فولادهای سرد شده با سرعت زیاد از دمای ۱۴۵۰ درجه فارنهایت (۷۸۸ درجه سانتیگراد) به دماهای متناوباً بالا و نگهداری در این دماها به مدت زمانهای مختلف های در حال کار بودند.

نتیجه تحقیقات آنها چیزی است که ما امروزه به عنوان دیاگرامهای استحالته همدمای (Isothermal Transformation Diagram) می‌شناسیم.

Bain و Grossman با ساختارهای معمول متالورژیکی فریت، پرلیت و مارتنزیت آشنا بودند. چیزی که آنها کشف کردند ساختار دیگری بود که در بالاتر از دمای آغاز تشکیل مارتنزیت (Ms) و پایین تر از دمای تشکیل پرلیت بود.

در فولادها این ساختار شکل ساختارهای سوزنی (بشقابی) با ظاهری پر مانند را داراست. تحقیقات X ray نشان داد که بینیت شامل فریت و کاربید فلزی است.

مارتنزیت:

اگر اوستنیت به قدری سریع سرد شود که هیچ یک از استحالتهای بر پایه نفوذ در آن اتفاق نیافتد و فوق سرمایش تا حدی ادامه یابد که ساختار fcc پایدار نباشد، این ساختار بصورت برشی به bcc تبدیل می‌شود که از کربن فوق اشباع شده است. فاز حاصل را مارتنزیت می‌نامند.