ب-فاز γ (آستنیت): محلول جامد بین نشین کربن در آهن با ساختار FCC که ماکزیمم حد حلالیت آن ۲/۱۱ است.

پ-فاز δ (فریت دلتا): محلول جامد بین نشین کربن در آهن با ساختار BCC که هنگام انجماد تشکیل می‌شود.

ت- فاز Fe_3C (سمنتیت یا کاربید آهن): یک ترکیب از آهن و کربن که دقیقا ۶/۶۷ ٪ وزنی کربن دارد و ساختار کریستالی آن پیچیده و فازی سخت و شکننده است. در صورتی که به خوبی در ریزساختار پراکنده شود می‌تواند موجب اسنجکام‌دهی فولاد شود.

۲-واکنش یوتکتوییدی:

$$\gamma\,(0.77\%C) \rightarrow \alpha\,(0.02\%C) + Fe_3C\,(6.67\%C)$$

البته قابل ذکر است که گاهی واکنش فوق به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\gamma\,(0.8\%C) \rightarrow \alpha\,(0.02\%C) + Fe_3C\,(6.67\%C)$$

محصول واکنش یوتکتیوییدی فولادها که شامل لایه‌های متناوب α و Fe_3C است، پرلیت دارد. به علت اینکه مکانیزم رشد پرلیت، رشد همزمان دو فاز α و Fe_3C (دو فاز با درصد کربن بسیار متفاوت) است و نیاز به نفوذ متقابل بین این فازهاست، بنابراین سیستم ترجیح می‌دهد که مورفولوژی محصول لایه‌ای باشد.

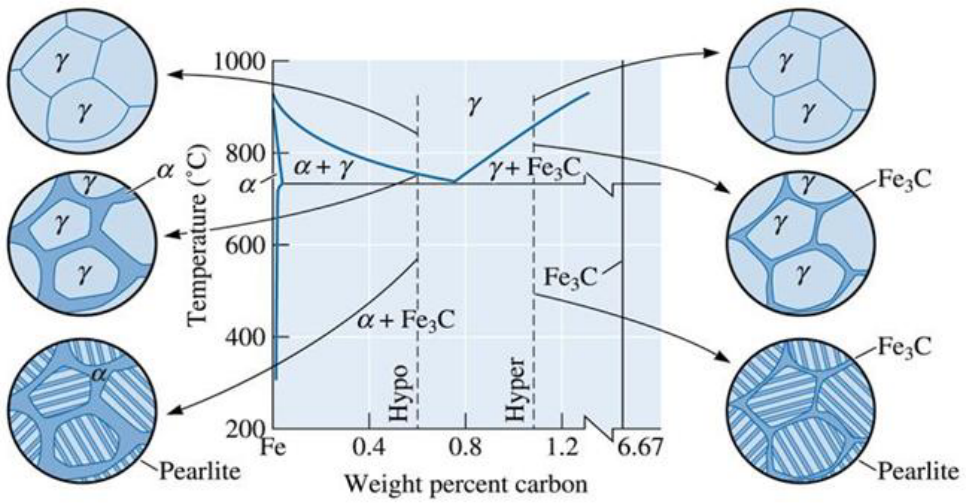
۳- تقسیم بندی فولادها از نظر واکنش یوتکتوییدی:

الف- آلیاژ یوتکتویید: ریزساختار این آلیاژها متشکل از پرلیت است.

ب-آلیاژهای هیپویوتکتویید: ریزساختار این آلیاژها متشکل از پرلیت و فریت پرویوتکتیویید (فریت اولیه) است.

پ-آلیاژهای هایپریوتکتویید: ریزساختار این آلیاژ متشکل از پرلیت و سمنتیت پرویوتکتویید (سمنتیت اولیه) است.

شکل ۳۰ تحولات ریزساختاری حین سرد شدن تعادلی فولادهای هیپو و هایپر یوتکتویید را نشان می‌دهد.



شکل ۳۰- تحولات ریزساختاری حین سرد شدن تعادلی فولادهای هیپو و هایپریوتکتویید

تذکر:

۱- در آلیاژهای دو فازی، جزء ریزساختاری پیوسته کنترل کننده‌ی خواص مکانیکی آلیاژ است.

۲- در فولادهای هایپر یوتکتیویید، سمنتیت ترد فاز پیوسته است بنابراین قابل انتظار است که این فولادها انرژی ضربه کمی داشته باشند.

تذکر:

۱-آنالیز فازی تمام فولادهایی که استحاله یوتکتویید را پشت سر می‌گذارنند متشکل از دو فاز α, Fe_3C است. اما آلیاژهای هیپویوتکتویید شامل دو جزء ریز ساختاری فاز اولیه α و پرلیت هستند و آلیاژهای هایپریوتکتویید شامل دو جزء ریز ساختاری فاز اولیه Fe_3C و پرلیت هستند. . آلیاژ یوتکتویید از یک جزء ریز ساختاری پرلیت تشکیل شده است.

۲-پرلیت یک فاز نیست! بلکه متشکل از دو فاز است.

۳-درصد پرلیت فولاد برابر است با با مقدار درصد آستنیتی که درست در بالای دمای یوتکتویید به ترکیب شیمیایی یوتکتویید رسیده است.

۴- در صورتی که درصد کربن نقطه‌ی یوتکتیویید را 0.8 فرض کنیم، پرلیت متشکل از 88% فریت و 12% سمنتیت است. در صورتی که کربن نقطه‌ی یوتکتیویید را 0.77 فرض کنیم، پرلیت متشکل از 89% فریت و 11% سمنتیت است.

مثال:

د

رصد فازهای موجود و اجزای ریزسازنده‌ی فولاد Fe-0.3C را درست زیر خط یوتکتیویید محاسبه کنید.

حل: درصد فازها: با استفاده از یک تای لاین درست در پایین دمای یوتکتویید داریم:

$$\%\alpha = \frac{6.67 - 0.3}{6.67 - 0.02} \quad 100 = 96\%$$

$$\%Fe_3C = 4\%$$

درصد اجزای ریزسازنده: با استفاده از یک تای لاین درست در بالای دمای یوتکتویید داریم:

$$\%Pearlite = \%\gamma = \frac{0.3 - 0.02}{0.8 - 0.02} \quad 100 = 36\%$$

$$\%\,\text{Primary}\,\alpha = 1 - 36\% = 64\%$$

تذکر: در مثال فوق درصد فریت یوتکتیوییدی را می‌توان با کم کردن درصد فریت اولیه از فریت کل محاسبه کرد.

بنابراین در مثال فوق داریم:

$$\%\text{Eutectoid}\,\alpha = 96 - 64 = 32\%$$

همچنین درصد فریت یوتکتیوییدی را می‌توان به صورت زیر محاسیه کرد:

$$\%\text{Eutectoid}\,\alpha = 0.88 \quad (\%Pearlite)$$

مثال- درصد فریت پرویوتکتیویید و فریت یوتکتویید در یک فولاد با 0.2%C که به صورت تعادلی تا زیر دمای یوتکتویید سرد شده است، چقدر است؟(درصد کربن در فریت 0.025، در یوتکتویید 0.77 و در سمنتیت 6.67% است.)

حل:

$$\%\,\text{Primary}\,\alpha = \frac{0.8 - 0.2}{0.8 - 0.025} \quad 100 = 36\%$$

$$\%\,\alpha\,\text{total} = \frac{6.67 - 0.2}{6.67 - 0.025} \quad 100 = 97\%$$

درصد فریت یوتکتیوییدی را می‌توان با کم کردن درصد فریت اولیه از فریت کل محاسبه کرد.

بنابراین داریم:

$$\%\text{Eutectoid}\,\alpha = 97 - 76.5 = 20.5\%$$

ب-چدن‌ها

چدن‌ها به آلیاژهای آهن-کربنی گفته می‌شود که استحاله‌ی یوتکتیکی را پشت سر گذارند.

چدن‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- چدن‌های غیرگرافیتی یا چدن سفید که تحولات ریرساختاری آنها حین سرد شدن از دیاگرام $Fe-Fe_3C$ پیروی می‌کند.

۲- چدن‌های گرافیتی که تحولات ریرساختاری آنها حین سرد شدن از دیاگرام $Fe-C$ پیروی می‌کند.

تذکر:

۱-استحاله‌ی یوتکتیکی در چدن‌های غیرگرافیتی به صورت $L(4.3\%C) \rightarrow \gamma(2.1\%C) + Fe_3C(6.67\%C)$ است.

۲- استحاله‌ی یوتکتیکی در چدن‌های گرافیتی به صورت $L(4.26\%C) \rightarrow \gamma(2.08\%C) + G(100\%C)$ است.

۳- محصول واکنش یوتکتیکی چدن‌ها، لدبوریت نام دارد.

۴-در چدن‌های گرافیتی هایپر یوتکتیکی، فاز اولیه گرافیت کیش نامیده می‌شود.

تذکر: نوع زمینه در چدن‌ها حین استحاله یوتکتویید تعیین می‌شود.

استحاله یوتکتویید حین تشکیل چدن گرافیتی با زمینه‌ی فریتی به صورت زیر است:

$$\gamma(0.8\%C) \rightarrow \alpha(0.025\%C) + G(100\%C)$$

استحاله یوتکتویید حین تشکیل چدن گرافیتی با زمینه‌ی پرلیتی به صورت زیر است:

$$\gamma(0.8\%C) \rightarrow \alpha(0.025\%C) + Fe_3C(6.67\%C)$$