

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



استحاله آستنیت به بینیت

austénite γ



ferrite aciculaire α



مجید شریفی
علی سلوکی



bainite supérieure

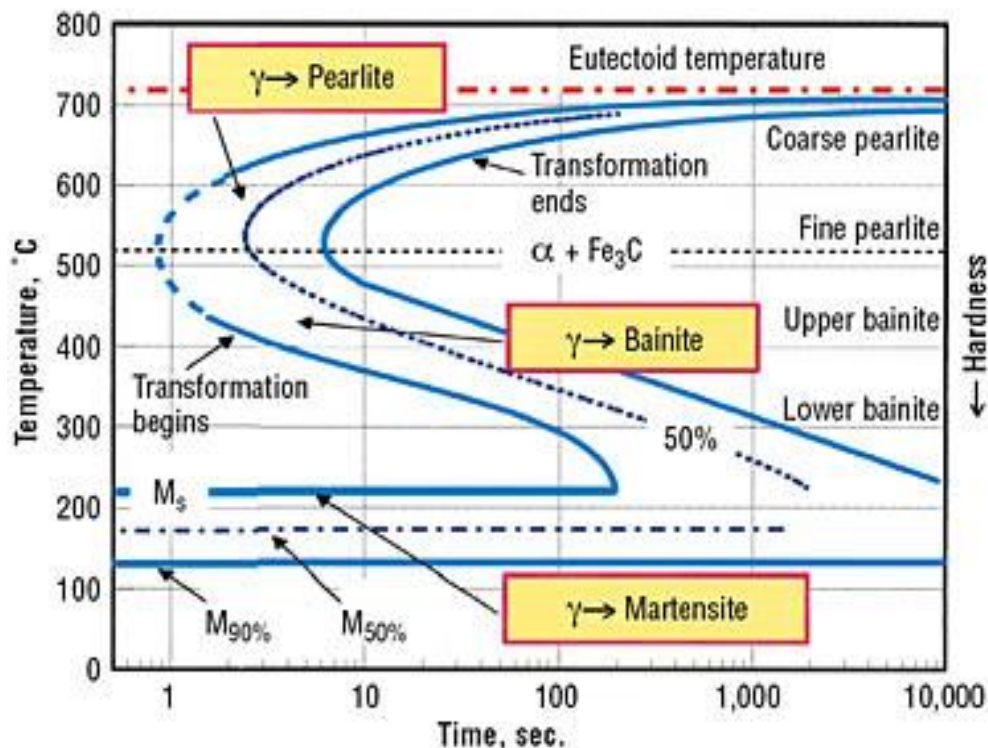
بهار ۱۳۹۱



bainite inférieure

بینیت:

بینیت یک فاز نیست بلکه مخلوطی از دو فاز فریت و سمانتیت می باشد و در فولادها در دمائی بین پایین ترین درجه حرارتی که تشکیل پرلیت متوقف میشود و بالاترین دمائی که مارتنزیت بوجود می آید تشکیل می شود.



در واقع در دمائی حدود ۵۱۰ درجه سانتیگراد و دمائی شروع مارتنزیت منطقه حکاکی شده تیره ای شامل فریت و سمانتیت وجود دارد که این ساختار به یاد **ای.سی.بین** بینیت نام گرفت.

استحاله بینیتی:

محصول این استحاله بینیت است، این استحاله از بعضی جهات شبیه به دگرگونی پرلیتی و از برخی جنبه ها مشابه استحاله مارتنزیتی می باشد.

در سمت پایین خط A1 پرلیت درشت وجود دارد که سختی آن حدود ۱۵ راکول C است. با کاهش دمای تبدیل ساختار لایه ای ابقا می شود اما فاصله بین لایه های فریت و سمانتیت به طور تصاعدی کاهش می یابد تا جایی که لایه ها را با میکروسکوپ نوری هم نمی توان از یکدیگر تشخیص داد.

واضح است که با کاهش دمای تبدیل و اندازه پرلیت، سختی افزایش می یابد بطوریکه سختی های زیر را خواهیم داشت:

افزایش سختی با کاهش دمای تبدیل

پرلیت درشت: ۱۵ راکول C

پرلیت متوسط: ۳۰ راکول C

پرلیت ریز: ۴۰ راکول C

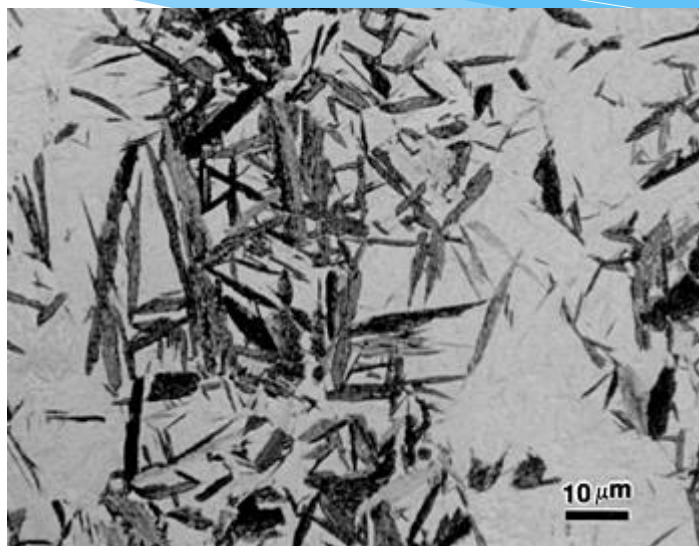
بینیت بالائی: ۴۰ راکول C

بینیت پایینی: ۶۰ راکول C

مارتنزیت: ۶۴ راکول C

استحاله بینیتی و مارتنزیتی:

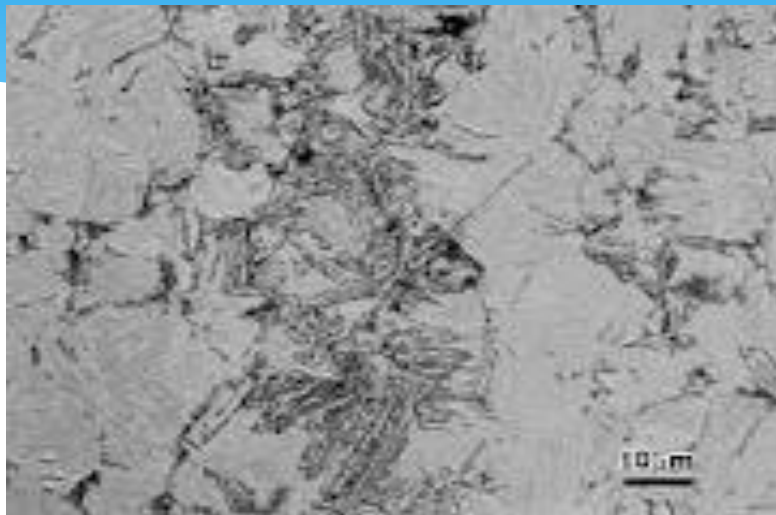
بینیت مخلوطی از دو فاز فریت و سمانتیت می باشد بنابراین دگرگونی بینیتی نیاز به تغییر ترکیب شیمیائی دارد و در نتیجه لازمه آن دیفیوزن کربن است، از این نظر است که استحاله بینیتی از دگرگونی مارتنزیتی کاملاً متمایز می شود.



تغییر ترکیب شیمیائی که در ضمن استحاله بینیتی انجام می گیرد شامل عناصر آلیاژی جانشینی که ممکن است در فولاد باشد نمی شود. به بیان دیگر توزیع عناصر فوق در ضمن تشکیل بینیت تغییر نمی کند، بنابراین می توان گفت که درصد عناصر آلیاژی فوق در فازهای فریت و سمانتیت ثابت و برابر همان ترکیب شیمیائی اولیه آستنیت می باشد.

استحاله بینیتی و پرلیتی:

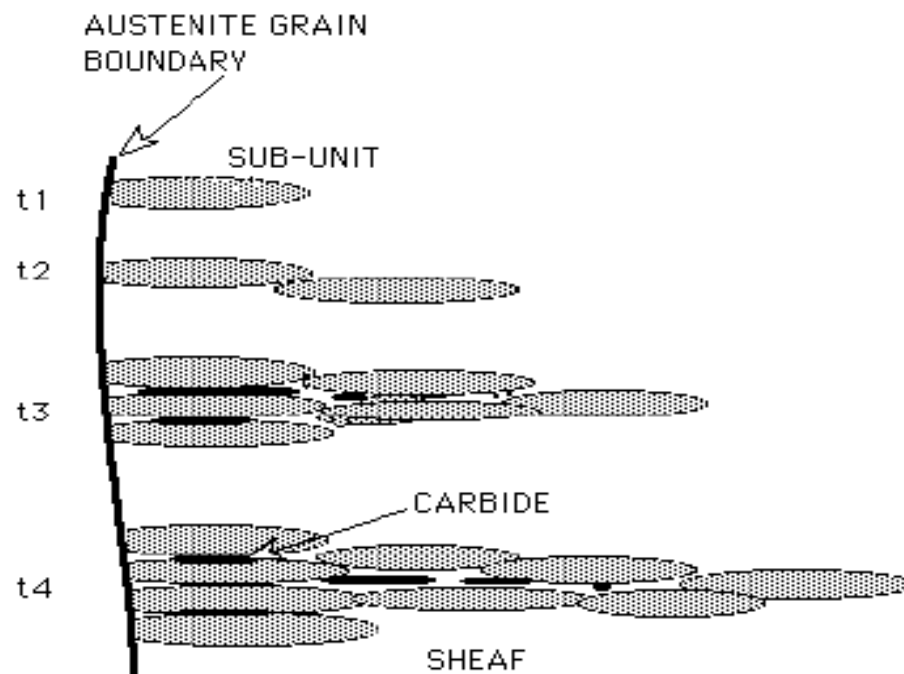
علیرغم تشابهات پرلیت و بینیت و همچنین استحاله های آنها مکانیزم تشکیل این دو ساختمان از یکدیگر متفاوت است.



1. برخلاف پرلیت محصول حاصل از استحاله بینیتی شامل لایه های متناوب فریت و سمانتیت نمیباشد.
2. پرلیت در تمام جهات با سرعت یکسان رشد کرده و سرانجام به شکل کروی در می آید در حالی که بینیت بصورت صفحه ای (که از جمله مشخصه های استحاله مارتنزیتی است) رشد می کند. (در نمونه های متالوگرافی شده بینیت بصورت سوزنی شکل، مشابه مارتنزیت، ظاهر می شود).
3. صفحات مارتنزیتی تحت تاثیر نیروی محرکه زیاد تشکیل می شوند بنابراین در کسر کوچکی از ثانیه تا اندازه نهائی خود رشد می کند در حالیکه صفحات بینیتی بطور آهسته و ممتد رشد مینمایند. ظاهرا به علت زمان نسبتا زیاد برای نفوذ رشد صفحات بینیتی به تاخیر می افتد.

طبیعت استحاله بینیتی:

توافق کلی در رابطه با مکانیزم تشکیل بینیت وجود ندارد، یکی از تئوریهای مربوط به استحاله بینیتی میگوید که تشکیل بینیت اساساً ناشی از استحاله ای شبیه به استحاله مارتنزیتی است که در آن فریت از آستنیت بوجود می آید.



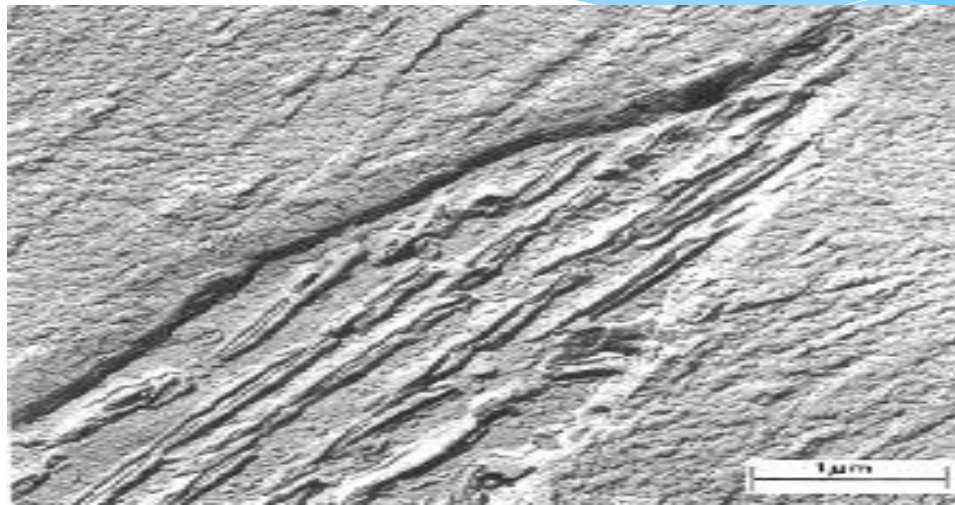
Evolution of a bainite sheaf as a function of time.

در تئوری مزبور آمده است که فریت موجود در ورقه های بینیت احتمالاً در محلهائی از شبکه که در اثر نوسانات حرارتی درصد کربن آن کاهش پیدا کرده جوانه می زنند، علت اینکه فرض شده که شروع تشکیل بینیت با بوجود آمدن فریت همراه است این است که درجه حرارت شروع مارتنزیت با کاهش درصد کربن افزایش می یابد.

فرض شده که جوانه های اولیه بینیت همان کریستالهای بسیار ریز مارتنزیت کم کربن (و یا فریت) می باشند.

نکته دیگر که تقویت کننده فرضیه بالاست بصورت زیر می باشد:

ارتباط کریستالوگرافی بین فریت موجود در پرلیت و آستنیت اولیه با فریت پرویوتکتوئید و آستنیت اولیه کاملاً متفاوت است در صورتیکه مطالعات نشان داده که ارتباط کریستالوگرافی مشابهی بین فریت بینیتی و آستنیت اولیه با فریت پرویوتکتوئید و آستنیت اولیه وجود دارد.

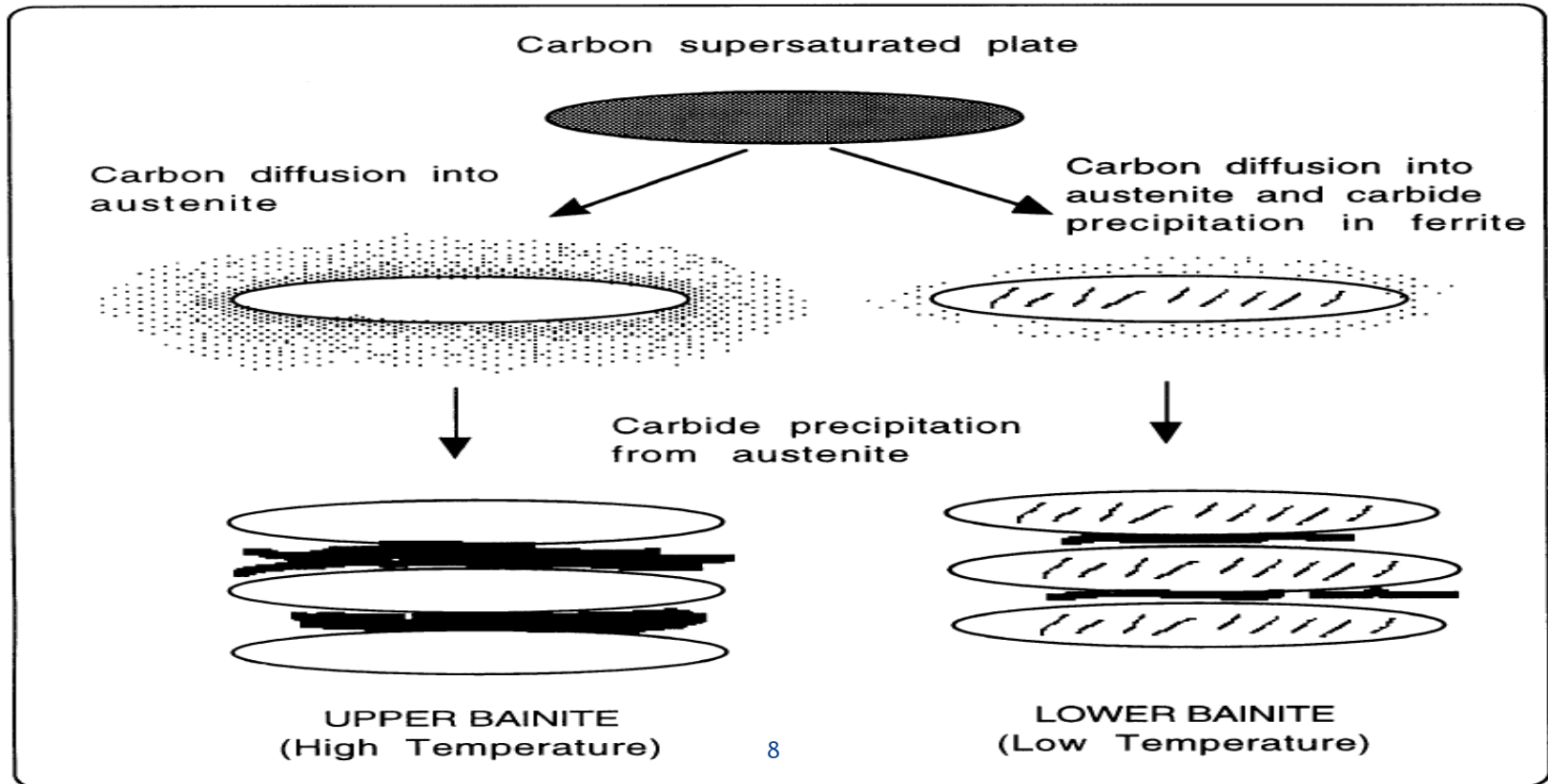


Replica transmission electron micrograph showing the structure of bainite. A needle of bainite passes from lower left to upper right-hand corners. The phase surrounding the bainite needle is martensite (Callister, 1994)

انواع بینیت:

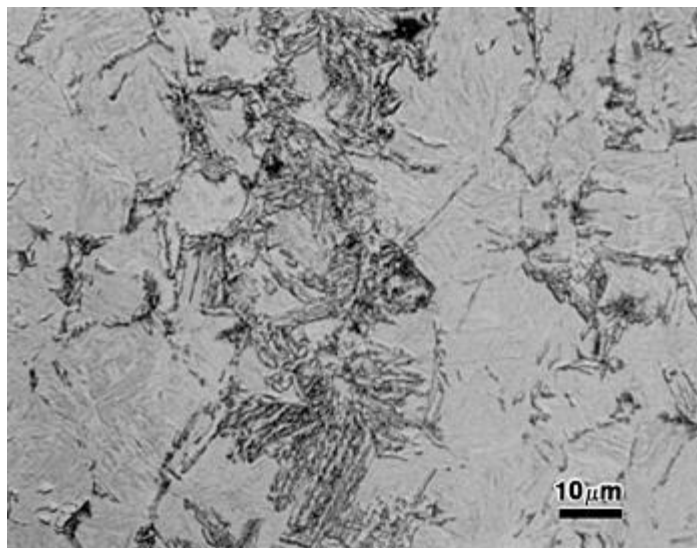
از نظر مکانیزم تشکیل و همچنین ساختمان میکروسکوپی دو نوع بینیت وجود دارد:

1. بینیت بالائی (Upper Bainite) یا پر مانند (Feathery Bainite): در دامنه حرارتی درست زیر درجه حرارت تشکیل پرلیت بوجود می آید.
2. بینیت پایینی (Lower Bainite) یا بینیت سوزنی (Acicular Bainite): در دماهایی نزدیک درجه حرارت تشکیل مارتنزیت بوجود می آید.



بینیت بالائی:

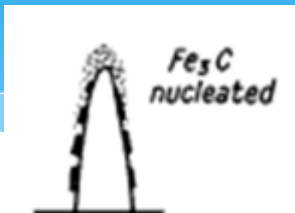
ساختار میکروسکوپی بینیت بالائی در شکل زیر نشان داده شده است، در این شکل مناطق تیره رنگ بینیت و زمینه سفید رنگ آستنیت باقیمانده در دمای تشکیل بینیت است. علت تیره ظاهر شدن بینیت در زیر میکروسکوپ به خاطر ناهمواریهای حاصل از اچ شدن فریت در اطراف ذرات ریز سمانتیت می باشد، سمانتیت در ساختمان مزبور آنقدر ریز است که با میکروسکوپ نوری قابل تشخیص نمی باشد. در این شکل ظاهر پر شکل بینیت که از جمله مشخصه های برجسته و مهم بینیت بالائی می باشد بخوبی مشخص است.



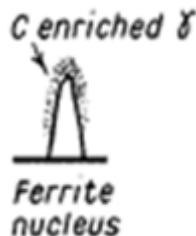
Upper bainite (dark) and martensite (light) in a partially transformed ($1525^{\circ}\text{F} - 30 \text{ min}$, $1000^{\circ}\text{F} - 1 \text{ min}$, water quench) specimen of AISI type 5160 alloy steel. The austenite which had not transformed to upper bainite after 1 minute formed martensite in the quench; 2% nital etch.

مراحل استحاله تشکیل بینیت بالائی عبارت است:

1. تشکیل صفحاتی از فریت که کاملاً مشابه ولی در مقیاس کوچکتری نسبت به صفحات فریت ویدمن اشتاتن می باشد. صفحات فریت می توانند در مرز دانه های آستنیت اولیه و یا در داخل دانه ها بوجود آیند.



2. با رشد صفحات فریت، و در نتیجه خارج شدن کربن از آنها آستنیت باقیمانده در نواحی مجاور از کربن اشباع شده و در نتیجه سمانتیت در فصل مشترک فریت-آستنیت جوانه می زند.

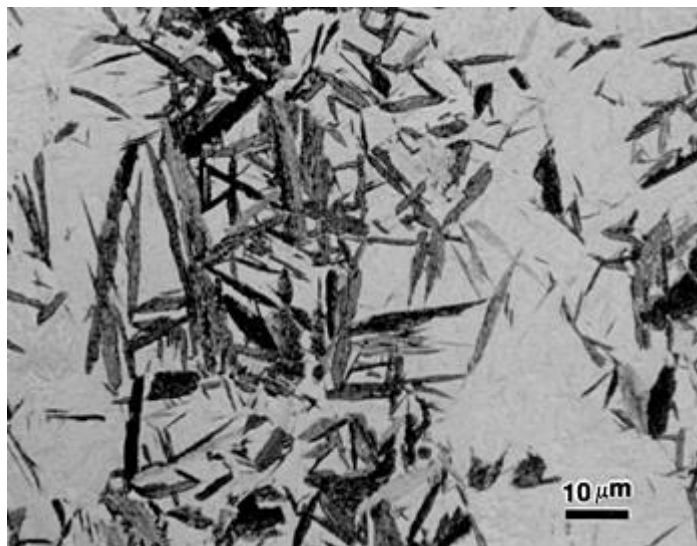


1. پس از پایان استحاله ایزوترمال ساختمان میکروسکوپی شامل زمینه فریتی است که ذرات سمانتیت در مرزهای فرعی و در جهت طولی صفحات فریت رسوب کرده است.



بینیت پایینی:

ساختار میکروسکوپی بینیت پایینی در شکل زیر نشان داده شده است، از جمله مشخصه های بینیت پایینی ظاهر سوزنی شکل آن می باشد. مجددا در اینجا بینیت تیره رنگ و زمینه سفید رنگ آستنیت باقیمانده در دمای استحاله تشکیل بینیت بوده که در اثر کوئینچ کردن به مارتنزیت تبدیل شده است. در اینجا نیز کاربید های موجود در صفحات بینیتی مسئول تیره رنگ جلوه دادن آنها می باشد، ولی آنقدر ریزند که امکان تشخیص آنها با میکروسکوپ نوری وجود ندارد.



Lower bainite (dark) and martensite (light) in a partially transformed (1525°F - 30 min, 650°F - 5 min, water quench) specimen of AISI type 5160 alloy steel. The austenite which had not transformed to lower bainite after 5 minute formed martensite in the quench; 2% nital etch

مراحل تشکیل بینیت پائینی عبارت است از:

1. بوجود آمدن صفحات فریت از آستنیت. به علت پایین بودن دیفیوژن کربن در دامنه حرارتی تشکیل بینیت پائینی صفحات فریت مزبور بسیار نازکند.



2. با رشد فریت، کربن در سطح وسیعی از فصل مشترکهای تیغه های فریت و آستنیت جمع شده و پس از اینکه به حالت فوق اشباع رسیده سمانتیت رسوب میکند. در اینجا بر خلاف بینیت بالائی سمانتیت به جای تشکیل در بین صفحات فریت در داخل خود صفحات و تحت زاویه ۵۵ درجه با محور طولی صفحات فریت تشکیل شده و در مقایسه با سمانتیت مربوط به بینیت بالائی بسیار ریزتر است.

