

المعالجات الحرارية (Heat Treatment)

المحاضرة الحادية عشر:

الأهداف: أن يكون الطالب قادرا على:

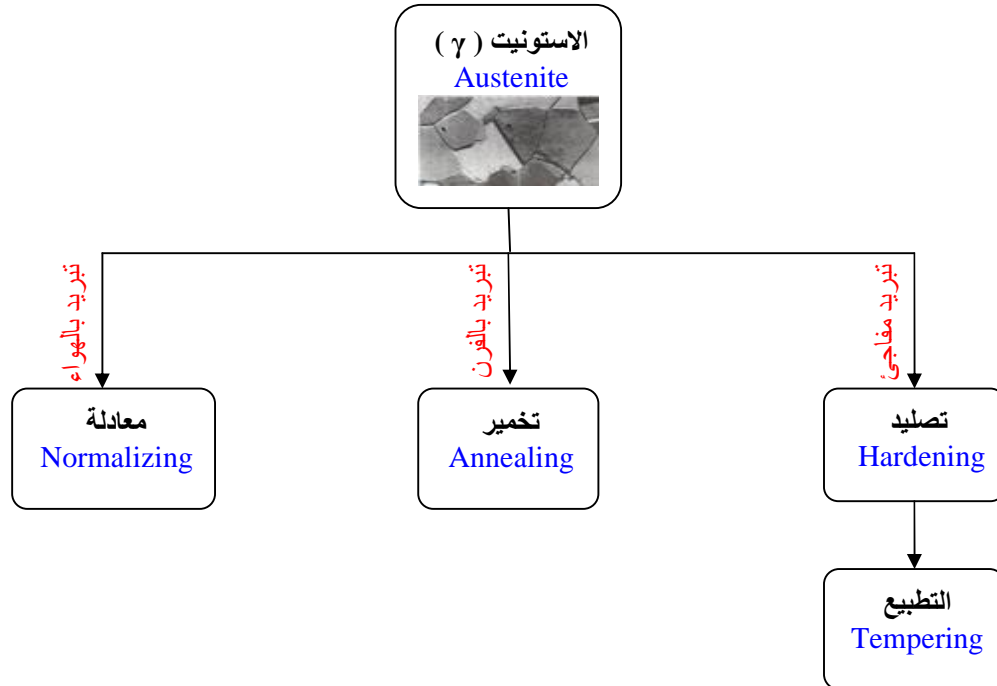
- معرفة أنواع المعالجات الحرارية وعلاقتها بالخواص الميكانيكية.
- فهم التحول في الأطوار.
- فهم مخطط TTT وتحليل عمليات التبريد عليه.

المعالجات الحرارية:

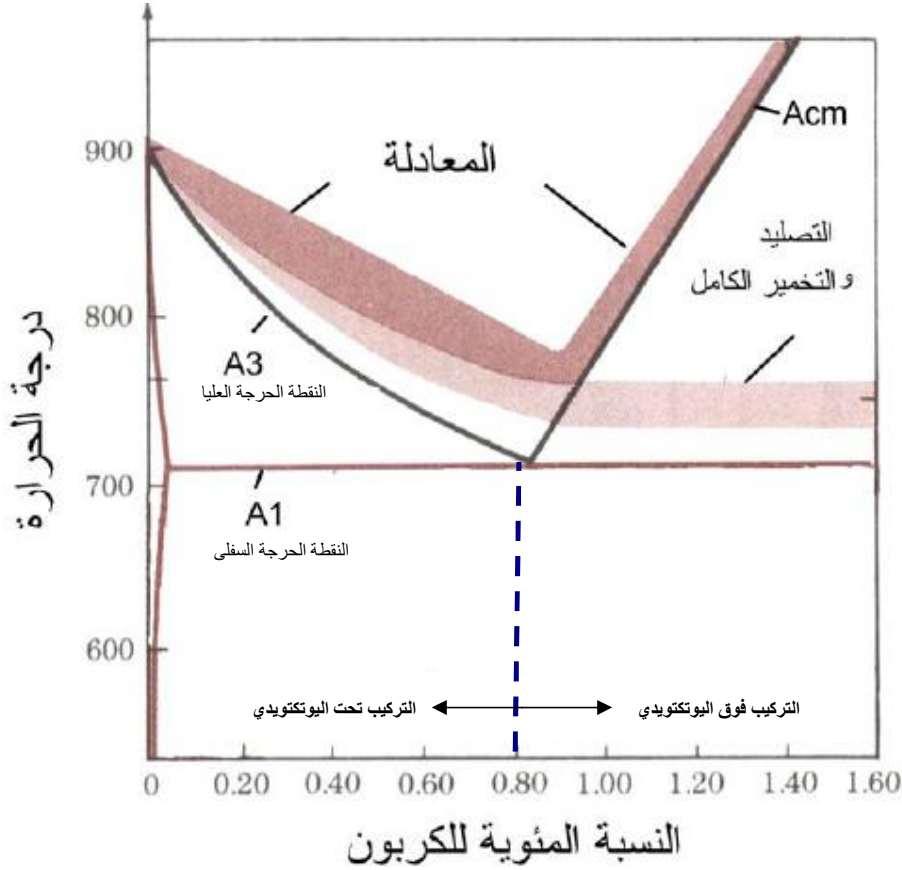
هي تسخين المعدن إلى درجة حرارة معينة ثم الاحتفاظ به عند تلك الدرجة لفترة من الزمن ثم التبريد بمعدل محدد.

وتجرى عمليات المعالجة الحرارية لتغيير خواص المعدن ومنها:

- ١- زيادة الصلادة.
 - ٢- زيادة المطيلية والمتانة.
 - ٣- زيادة قابلية المعدن لعمليات التشكيل والتشغيل.
 - ٤- إزالة الاجهادات الداخلية الناتجة عن عمليات التشغيل.
 - ٥- إزالة تأثيرات عمليات التشكيل على البارد.
- والمخطط التالي يوضح أنواع المعالجات الحرارية التي من خلالها تتغير الخواص الميكانيكية للفولاذ البونكتويدي.



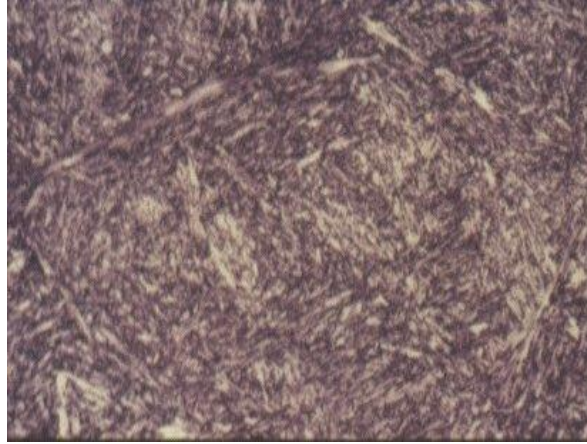
شكل (١-١١)



شكل (٢-١١) درجات الحرارة الهامة للمعالجات الحرارية للصلب

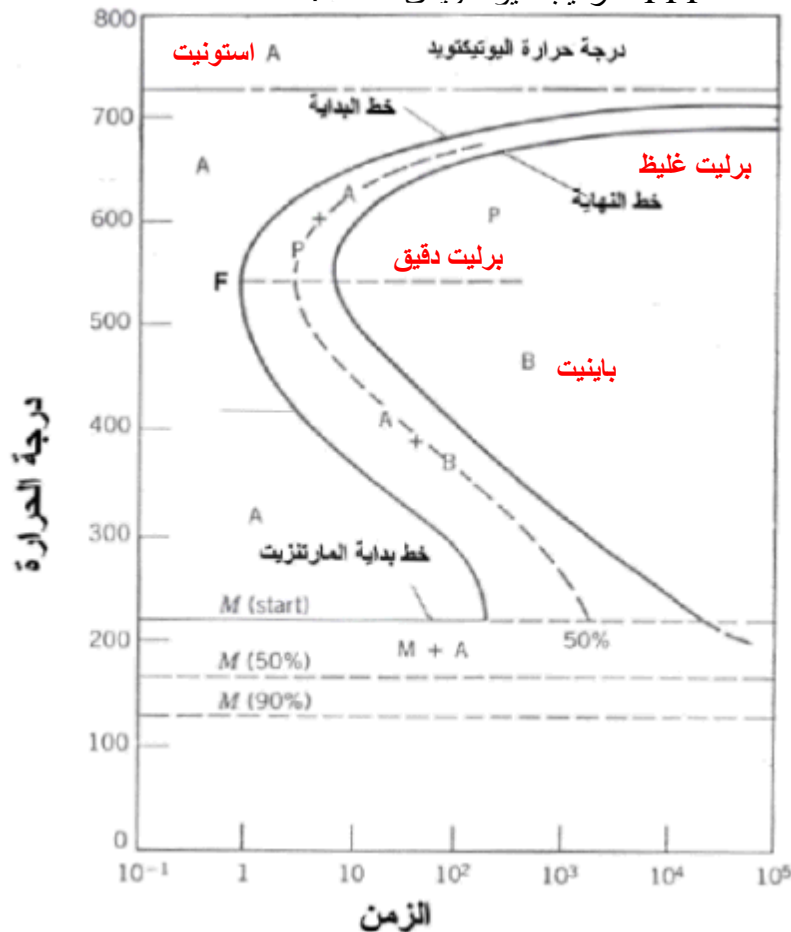
من الشكل (٢-١١) نستنتج أنه في حالة التركيب تحت اليوتكتويدي يتم تسخين الصلب إلى درجة حرارة فوق النقطة الحرجة العليا (A_3) لجميع المعالجات الحرارية (تصليد - تخمير - معادلة)، أما التركيب تحت اليوتكتويدي فيكون التسخين فوق النقطة الحرجة العليا (A_{cm}) بالنسبة لعملية المعادلة أما التصليد والتخمير فيكتفى بالتسخين فوق النقطة الحرجة السفلى (A_1). ويمكن تلخيص ما ينتج عن هذه العمليات في الجدول التالي:

نوع المعالجة	طريقة التبريد	البنية البلورية	الاستعمالات
تصليد	سريع ومفاجئ باستخدام الماء أو الزيت	مارتنسيت (طور واحد قصف وصلد جدا) شكل (٣-١١)	رفع الصلادة
تطبيع	تسخين من ٢٠٠-٧٠٠ م ثم تبريد بطيء وتستخدم بعد التصليد	فريت و سمنتيت و مارتنسيت	خفض القصف رفع اللدونة
تخمير تام	بطيء داخل الفرن	حسب نسبة الكربون برليت+فريت برليت+سمنتيت	خفض الصلادة رفع المطيلية إزالة الاجهادات
تخمير تحت الحرج	تسخين تحت A_1 ثم التبريد داخل الفرن	لا تتغير	إزالة الاجهادات الداخلية
معادلة	الهواء	باينيت (عبارة عن فريت به سمنتيت على شكل إيري) أو برليت دقيق ومارتنسيت	إزالة تأثير التشكيل على البارد تنظيم شكل الحبيبات



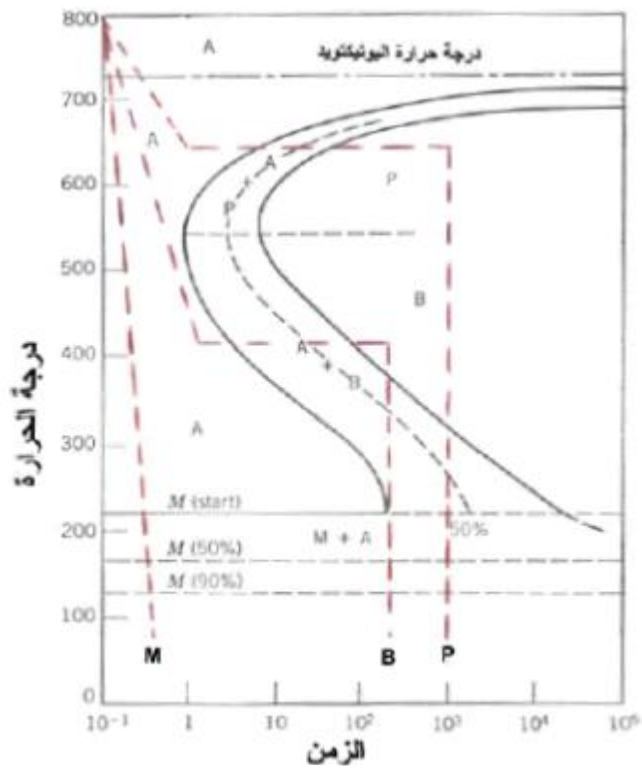
شكل (٣-١١) صورة مجهرية للمارتنستيت

والآن بعد التعرف على عمليات التبريد المختلفة للصلب وما ينتج عنها من أطوار وخواص ميكانيكية مختلفة يمكن أن نسأل: هل يمكننا التحكم في الخواص الميكانيكية للصلب؟ أو بمعنى آخر هل نستطيع الوصول إلى خواص معينة و محددة باستخدام المعالجات الحرارية؟
 الجواب: نعم وذلك باستخدام مسارات تبريد محدد على مخطط التحول بالوقت ودرجة الحرارة (Time-Temperature-Transformation diagram) ويطلق عليه في كثير من الأحيان مخطط TTT. شكل (٤-١١) يوضح مخطط TTT للتركيب اليوتكتويدي للصلب.



شكل (٤-١١)

- هذا المخطط يوضح تغير الأطوار مع الوقت ودرجة الحرارة ويمكن ملاحظة التالي:
- ١- عند درجة حرارة أعلى من اليوتكتويد يوجد طور واحد مستقر هو الاستونيت.
 - ٢- يبدأ الاستونيت في التحول مع الزمن وانخفاض درجة الحرارة (خط بداية التحول) وحينها يكون الاستونيت غير مستقر و ينتهي التحول بتجاوز خط نهاية التحول.
 - ٣- عند درجات الحرارة العليا يكون التحول إلى برليت P وهو على نوعين إما برليت غليظ (Coarse pearlite) أو برليت دقيق (Fine pearlite) وكلما أصبح البرليت دقيقا زادت الصلادة وقلت اللدونة.
 - ٤- يكون التغير إلى باينيت (B Bainite) عند درجات حرارة أقل من درجة حرارة الأنف (F Nose) والتي تفصل بين البرليت والباينيت.
 - ٥- إذا كان التبريد سريعا نحصل على طور المارتنسيت (M Martensite) وهو صلد وقصف جدا.



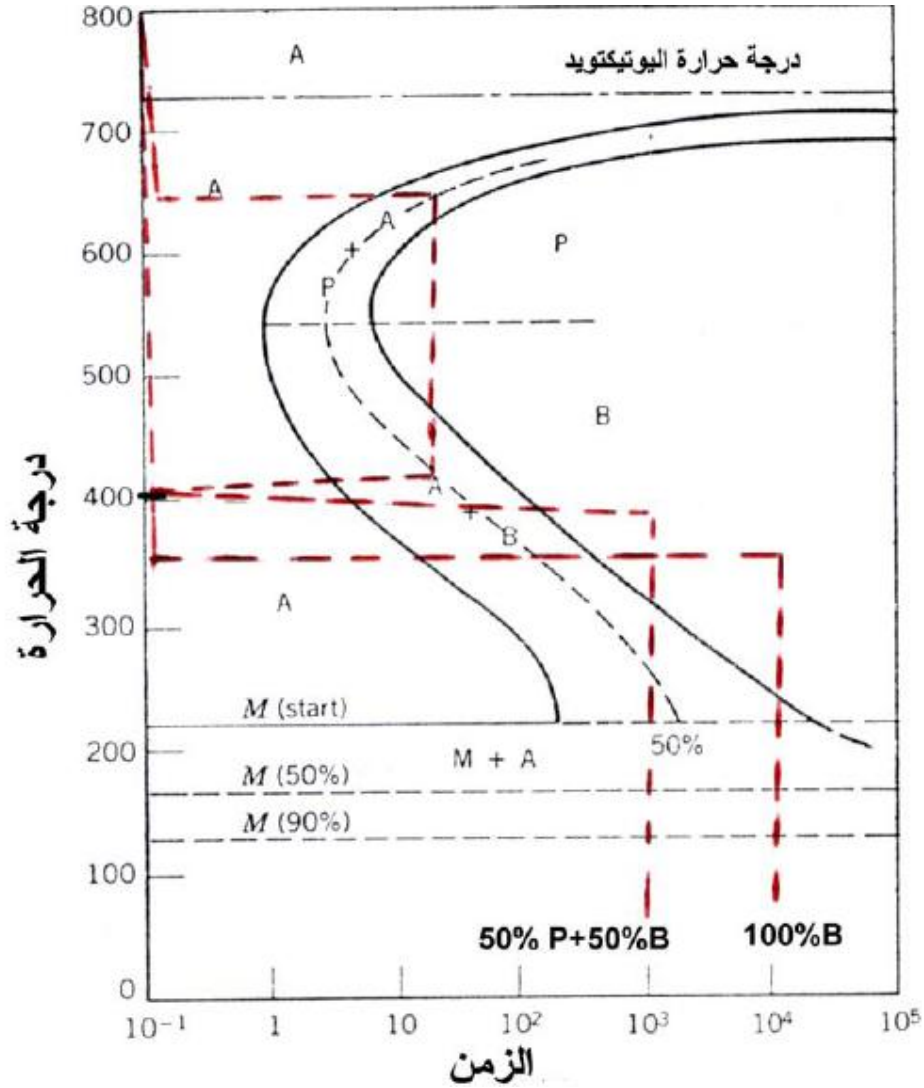
شكل (١١-٥) مسارات التبريد للحصول على البرليت والباينيت والمارتنسيت

التطبيق الأول:

صلب ذو تركيب يوتكتويدي تم تبريده من طور الاستونيت عند 800°C ، اوجد التركيب النهائي له إذا كان مسار التبريد كالآتي:

- 1- تبريد فجائي إلى درجة حرارة 350°C والثبات 10^4 ثانية ثم تبريد فجائي لدرجة حرارة الغرفة.
- 2- تبريد فجائي لدرجة 650°C والثبات 20 ثانية ثم التبريد الفجائي لدرجة 400°C والثبات 10^3 ثانية ثم التبريد الفجائي لدرجة حرارة الغرفة.

الحل:



شكل (٦-١١) مسارات التبريد للتطبيق الأول

شكل (٦-١١) يوضح مسارات التبريد ونسنتج منها

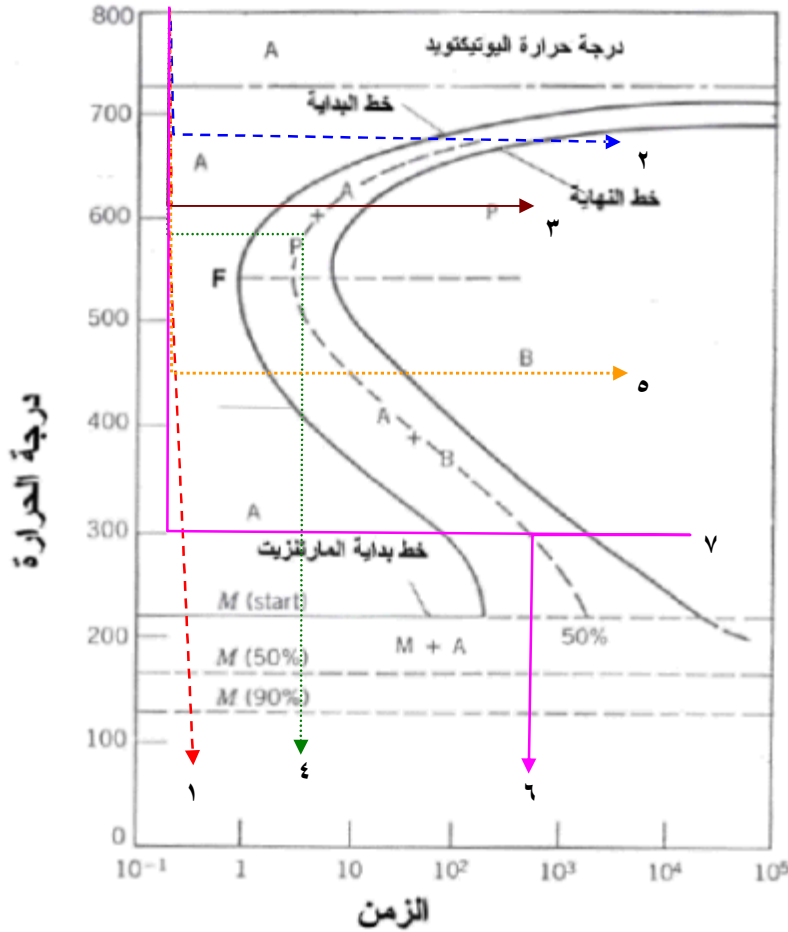
- 1- يتحول الاستونيت إلى 100% باينيت.
- 2- يتحول الاستونيت إلى 50% باينيت و 50% برليت.

التطبيق الثاني:

عينات من صلب ذو تركيب يوتكتويدي تم تسخينها إلى طور الاستونيت 850°C لمدة ساعة ثم كان التبريد وفق مسارات محددة كما هو موضح أسفل . اوجد التركيب النهائي لكل عينة مستخدما مخطط TTT؟

- 1- تبريد مفاجئ لدرجة حرارة الغرفة؟
- 2- تبريد مفاجئ لدرجة 690°C والثبات ساعتين ثم التبريد المفاجئ لحرارة الغرفة؟
- 3- تبريد مفاجئ لدرجة 610°C والثبات 3 دقائق ثم التبريد المفاجئ لحرارة الغرفة؟
- 4- تبريد مفاجئ لدرجة 580°C والثبات ثانيتين ثم التبريد المفاجئ لحرارة الغرفة؟
- 5- تبريد مفاجئ لدرجة 450°C والثبات ساعة ثم التبريد المفاجئ لحرارة الغرفة؟
- 6- تبريد مفاجئ لدرجة 300°C والثبات 7 دقائق ثم التبريد المفاجئ لحرارة الغرفة؟
- 7- تبريد مفاجئ لدرجة 300°C والثبات 5 ساعات ثم التبريد المفاجئ لحرارة الغرفة؟

الحل:



- 1- مارتنسيت
- 2- برليت غليظ
- 3- برليت دقيق
- 4- 50% برليت و 50% مارتنسيت
- 5- باينيت
- 6- 50% باينيت و 50% مارتنسيت
- 7- باينيت