(مقدمة تعريفية عن المعاملات الحرارية وأنوعها)

(المعاملات الحرارية للحديد والفولاذ)

المقدمة :

تعود الأهمية الصناعية للحديد وسبائكه إلى العوامل التالية :

1 . توفر خامات الحديد بشكل وافر وسهولة إستخلاص الحديد من خاماته .
2 . إمكانية السيطرة على الخواص الفيزياوية والكيمياوية في سبائك الحديد وذلك بإضافة عنصر السبك إليها .
3 . القابلية الجيدة على التشكيل والتشغيل والسباكة .
4 . إمكانية السيطرة على الخواص الميكانيكية بصورة خاصة وذلك بواسطة المعاملات الحرارية .

- **تقسم المعادن والسبائك الحديدية إلى ثلاثة مجاميع رئيسية هي :**

1 . الحديد النقي .
2 . الفولاذ .
3 . الحديد الزهر .

يحتوي الحديد النقي على كميات قليلة من الشوائب والمواد التي تدخل في تركيبه خلال عملية الاستخلاص من الخامات ، مثل الكبريت والفسفور والسيلكون .

الفولاذ عبارة عن سبيكة من الحديد والكربون بنسبة كربون لا تتجاوز (2%) وتسمى السبائك التي تتجاوز فيها نسبة الكربون هذه النسبة أي (2%) بالحديد الزهر .
يمتاز الفولاذ عن حديد الزهر بقابليته الجيدة على التشغيل والتشكيل ، في حين إن الحديد الزهر يمتاز بقابليته الجيدة على السباكة .

ويقسم الفولاذ والحديد الزهر إلى مجاميع ثانوية ، وذلك إستنادا إلى خواصه ومجالات إستعماله وبنيته المجهرية وتركيبه الكيمياوي ، فهنالك على سبيل المثال الفولاذ الكربوني والفولاذ السبائكي والتي تقسم بدورها إلى أنواع ثانوية أخرى على سبيل المثال فولاذ الإنشاءات والفولاذ المقاوم للصدأ والمقاوم للبلي أو السوفان وما إليها .

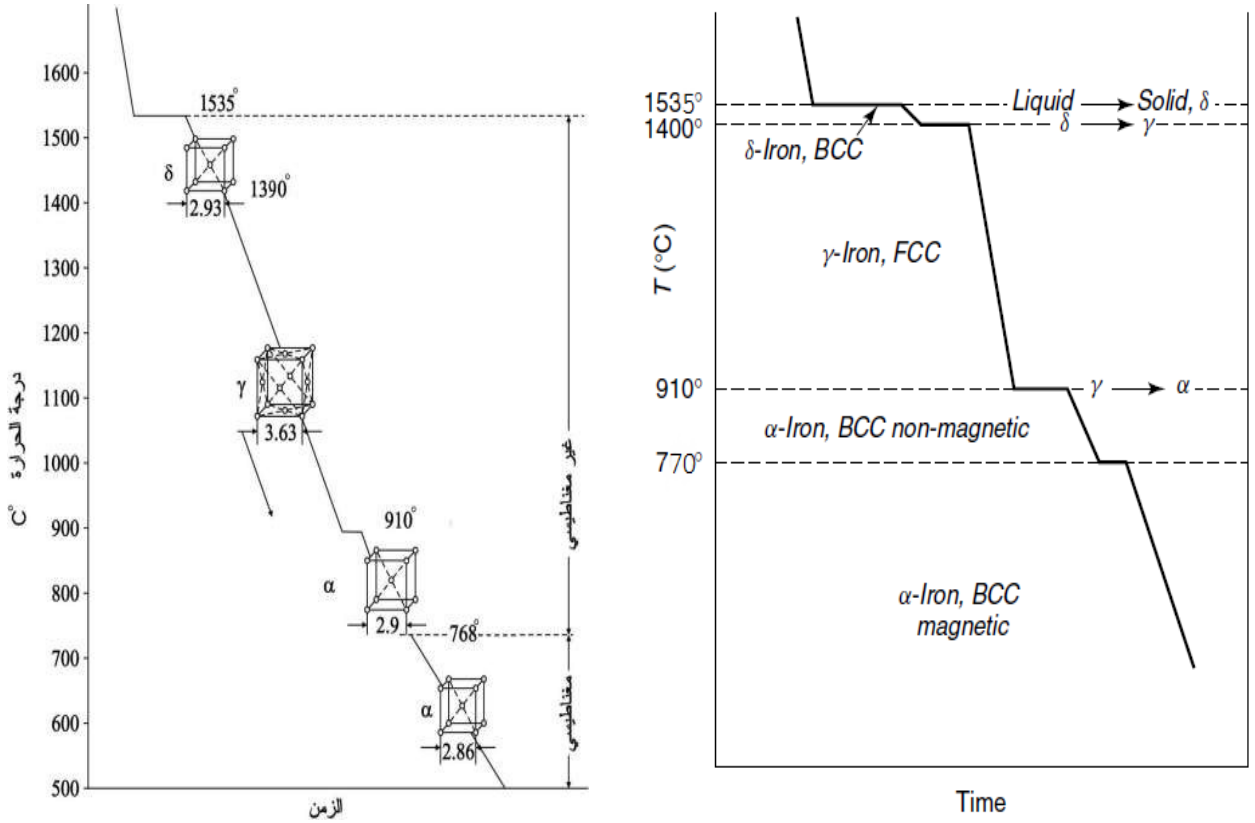
● الحديد النقي :

يعتبر الحديد النقي المادة الهندسية الأساس لكافة السبائك الحديدية . بالإمكان إنتاج الحديد النقي العالي النقاوة بالتحليل الكهربائي أو الحراري لأملاح الحديد أو لبعض مركبات الحديد مع الأوكسجين والكربون ، أو بالتسخين الطويل المدى للحديد في تيار من غاز الهيدروجين في درجة حرارية تتراوح بين (1000-1400) درجة مئوية .

يحتوي الحديد النقي ، كما أسلفنا ، على شوائب من الكربون والمنغنيز والسيلكون والفسفور والكبريت والنحاس بنسبة تتراوح بين (0,001 – 0,1) لكل عنصر .

ويعتبر الحديد الحاوي على (99,9 %) من عنصر الحديد حديدا عالي النقاوة . ويمتاز الحديد النقي بليونة عالية ، حيث لا تتجاوز صلادته (60) صلادة برينيل ، وهو ذو مقاومة خضوع وشد منخفضين وتبلغان حوالي (100 و 200 نيوتن / ملم²) على التوالي . في حين إن له مطيليه ومتانة عاليتين تبلغان حوالي (50 %) و (25 كغم - متر) على التوالي .

لدى صهر الحديد وتحويله إلى الحالة السائلة ومن ثم تبريده إلى درجة حرارة الغرفة ، فأن منحنيات التسخين والتبريد تظهران عددا من نقاط التوقف ، كما يتضح من الشكل أدناه :



شكل رقم (1) : منحنى تبريد وتسخين الحديد النقي .

* تظهر نقطة التوقف الأولى في درجة (1535 م°) وهي تمثل درجة إنصهار الحديد ، أي إن الحديد النقي سوف يجمد بصورة كاملة لدى تبريده تحت هذه الدرجة .

* وتظهر نقطة التوقف الثانية في درجة (1400 م°) وهي تمثل تحولا في الشبكة الحيزية من المكعبة المتمركزة الجسم (حديد دلتا) إلى المتمركزة الأوجه (حديد جاما) .

* هنالك نقطة توقف ثالثة في درجة (900 م°) وتمثل أيضا تحولا في الشبكة الحيزية ، ولكن من المكعبة المتمركزة الأوجه إلى المتمركزة الجسم (حديد ألفا) .

* نقطة التوقف الرابعة والتي تحدث في درجة (770 م°) تكون ذات أهمية أقل وتمثل تحولا في الخواص المغناطيسية للحديد حيث انه يفقد المغناطيسية فوق هذه الدرجة والتي تسمى بنقطة كوري (Curie Point) .

* * تظهر نقاط التوقف هذه أيضا في حالة التسخين من درجة حرارة الغرفة إلى الحالة السائلة وفي نفس الدرجات المذكورة أعلاه ، باستثناء نقطة التوقف في (900 م°) حيث إنها تظهر في درجة (910 م°) .

● سبائك الحديد – الكربون ومخطط الحديد الكربون :

تستوجب دراسة المعاملات الحرارية الخاصة بسبائك الحديد – الكربون الإلمام الكامل بمخطط أطوار الحديد – الكربون أو الحديد – كربيد الحديد مع أدراك جيد لكافة التفاعلات الفيزياوية والتحولات التي تجري فيه .

كما سبق وان ذكرنا فأن الحديد النقي يمتلك بنية ذات شبكة حيزيه مكعبة متمركزة الجسم تحت درجة (910م°) ولدى تسخينه فوق هذه الدرجة فأن هذه البنية تتحول إلى شبكة حيزيه مكعبة متمركزة الأوجه ، وتنعكس الآلية لدى التبريد حيث تتكون مرة أخرى البنية ذات الشبكة المكعبة المتمركزة الجسم .
إن أهمية هذا التحول المتعاكس تبرز في إمكانية إذابة نسبة (2%) من الكربون في الحديد ذو الشبكة المتمركزة الأوجه والتي تؤدي إلى تكوين المحلول الجامد في حين إن الحديد ذو الشبكة المتمركزة الجسم لا يستطيع إذابة أكثر من (0,025 %) من الكربون لدى تكوين المحلول الجامد .
إن المحلول الجامد الناتج في كلتا الحالتين هو ما يسمى عادة بالفولاذ

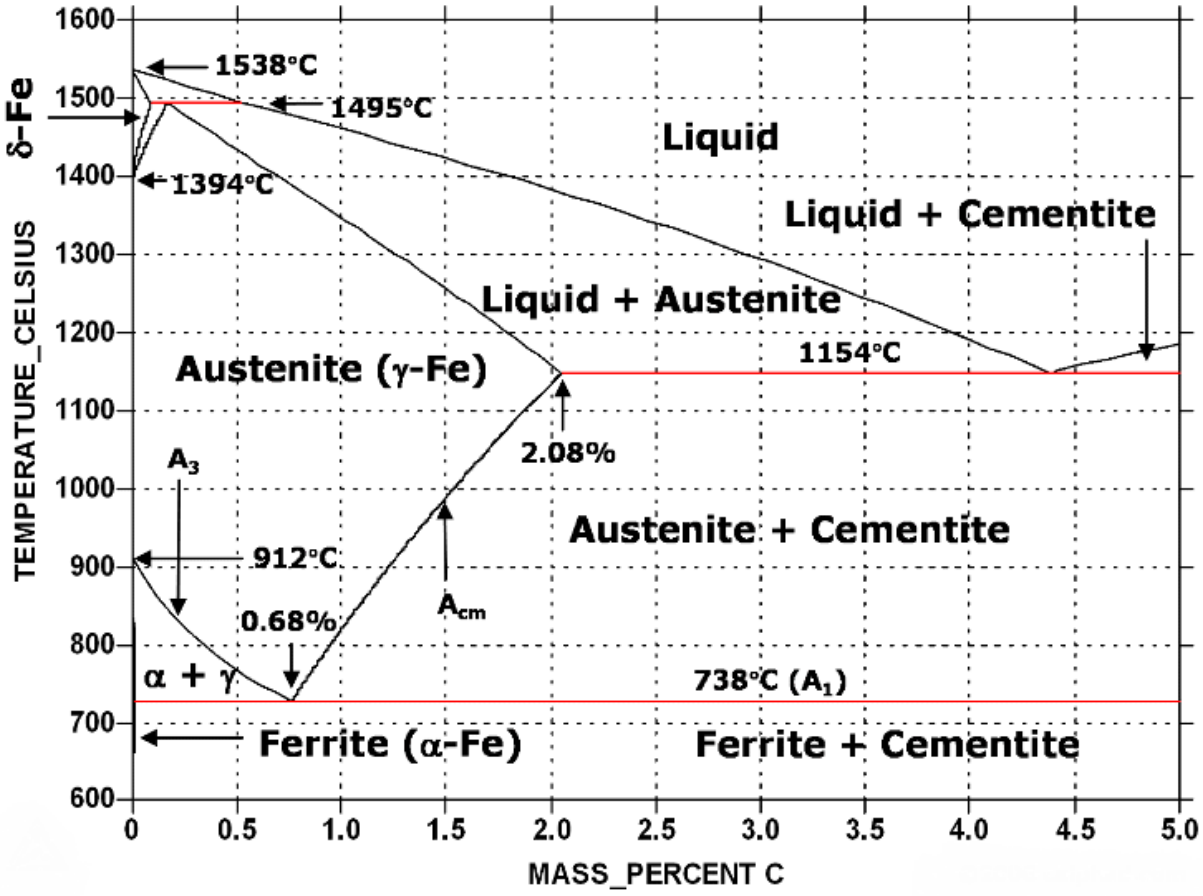
لدى تبريد الفولاذ ذو الشبكة الحيزية المتمركزة الأوجه تبريدا بطيئا وتحوله إلى الشبكة المتمركزة الجسم ، فأن أية نسبة من الكربون تتجاوز (0,025 %) سوف تنفصل أو تترسب في حين إنه لو كان التبريد سريعا ، بالإخماد بالماء على سبيل المثال ، فأن هذا الترسيب لن يحصل
تعتبر هذه الظاهرة هي الأساس الذي تعتمد عليه المعاملات الحرارية للفولاذ ، وهي من أهم أسباب احتلال الفولاذ مكانته المتميزة بين كافة المواد الهندسية .

* يسمى الفولاذ ذو الشبكة المتمركزة الأوجه الأوستنايت ، وهو محلول جامد يحوي أقصى كمية من الكربون يمكن إذابتها في الحديد .

* ويسمى الفولاذ ذو الشبكة المتمركزة الجسم بالفرايت ، وهو محلول جامد يحوي أدنى كمية من الكربون .

* ويستعمل للتعبير عن الأول عادة الرمز (γ) أي جاما ، وعن الثاني الرمز (α) أي ألفا .

لا يكون الكربون المترسب من الأوستنايت عند تبريده على شكل الكربون الحر أو الجرافيت وإنما يكون متحدا مع الحديد على شكل كربيد الحديد (Fe_3C) والذي يسمى عادة بالسمنتايت وكما هي الحال مع الكربيدات المعدنية الأخرى فأن هذا الكربيد يكون صلدا جدا وقصفا لذى فلدى إرتفاع نسبة الكربون في الفولاذ ، بمعنى آخر إرتفاع نسبة السمنتايت فيه فأن صلادته سوف تزداد .
وكما موضح أدناه في الشكل رقم (2) .



الشكل رقم (2) : يبين مخطط الأطوار الكامل للحديد – الكربون .

(المعاملات الحرارية للصلب الكربوني)

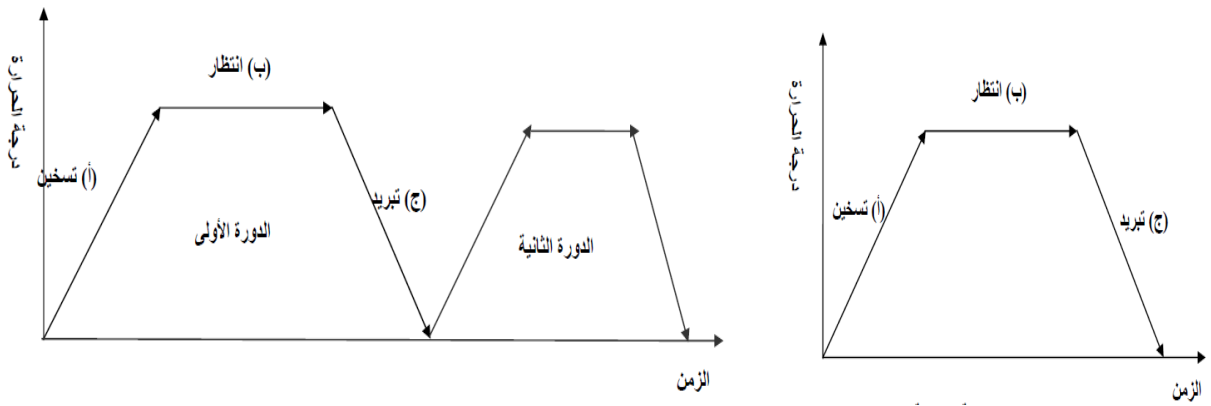
تجري عمليات المعالجة الحرارية لتغيير خواص المعدن ومنها :

1 . زيادة الصلادة للمعدن .
2 . زيادة المطيلية والمتانة .
3 . زيادة قابلية المعدن لعمليات التشكيل والتشغيل .
4 . إزالة الإجهادات الداخلية الناتجة عن عمليات التشغيل .
5 . إزالة تأثيرات عمليات التشكيل على البارد .

تعرف المعاملة الحرارية بأنها عملية مزدوجة تشمل دورة تسخين تعقبها دورة تبريد خلال فترات زمنية محددة ، وتطبق على المعادن والسبائك في الحالة الجامدة بأسلوب يضمن تحسين خواصها بصورة عامة .
إن دورة المعاملة الحرارية تتضمن ثلاث مراحل رئيسية كما مبين في الشكل رقم (3) :

1 . التسخين عند معدل مناسب .
2 . التثبيت عند درجة حرارة مناسبة ولزمن معين .
3 . التبريد عند معدل ملائم .

وقد يلاحظ في طرق المعاملة الحرارية الصناعية تباين كبير في المراحل الأساسية ، ولربما تشتمل على أكثر من دورة حرارية واحدة في الطريقة المتكاملة وكما مبين في الشكل رقم (4) .



(دورة المعالجة الحرارية) (المعالجة الحرارية في دورتين)

الشكل رقم (4)

إن من المرغوب فيه ولأسباب اقتصادية - عادة - أن يكون معدل التسخين (Heating Rate) سريعا ، ولكن إذا كان سريعا للغاية فلربما يكون التمدد المتباين (Inequalities Expansion) مسؤولا عن تشوه أو تشقق قطعة المنتوج . إن درجة حرارة التثبيت (الإبقاء) مهمة لأنها تحدد نوع البنية التي يمكن إنتاجها والمعدل الذي تتم به التغيرات في البنية . وزمن التثبيت (زمن الإبقاء) مهم لتحديده المدى الذي تتم به تغيرات البنية باتجاه بلوغ التوازن . بالإضافة إلى ذلك نحتاج من الناحية الاقتصادية أن يكون زمن التثبيت أقصر ما يمكن ، والى التحكم بمعدل التبريد لتأثيره على البنية النهائية .وقد يكون معدل التبريد البطيء جدا ضروريا للحصول على حالة توازن تامة مع إن معدل التبريد السريع جدا قد يستعمل للإبقاء على الطور العالي عند درجة حرارة المحيط (Ambient Temperature) ، وقد ينتج معدل التبريد المتوسط بنية وسطية شبه مستقرة .

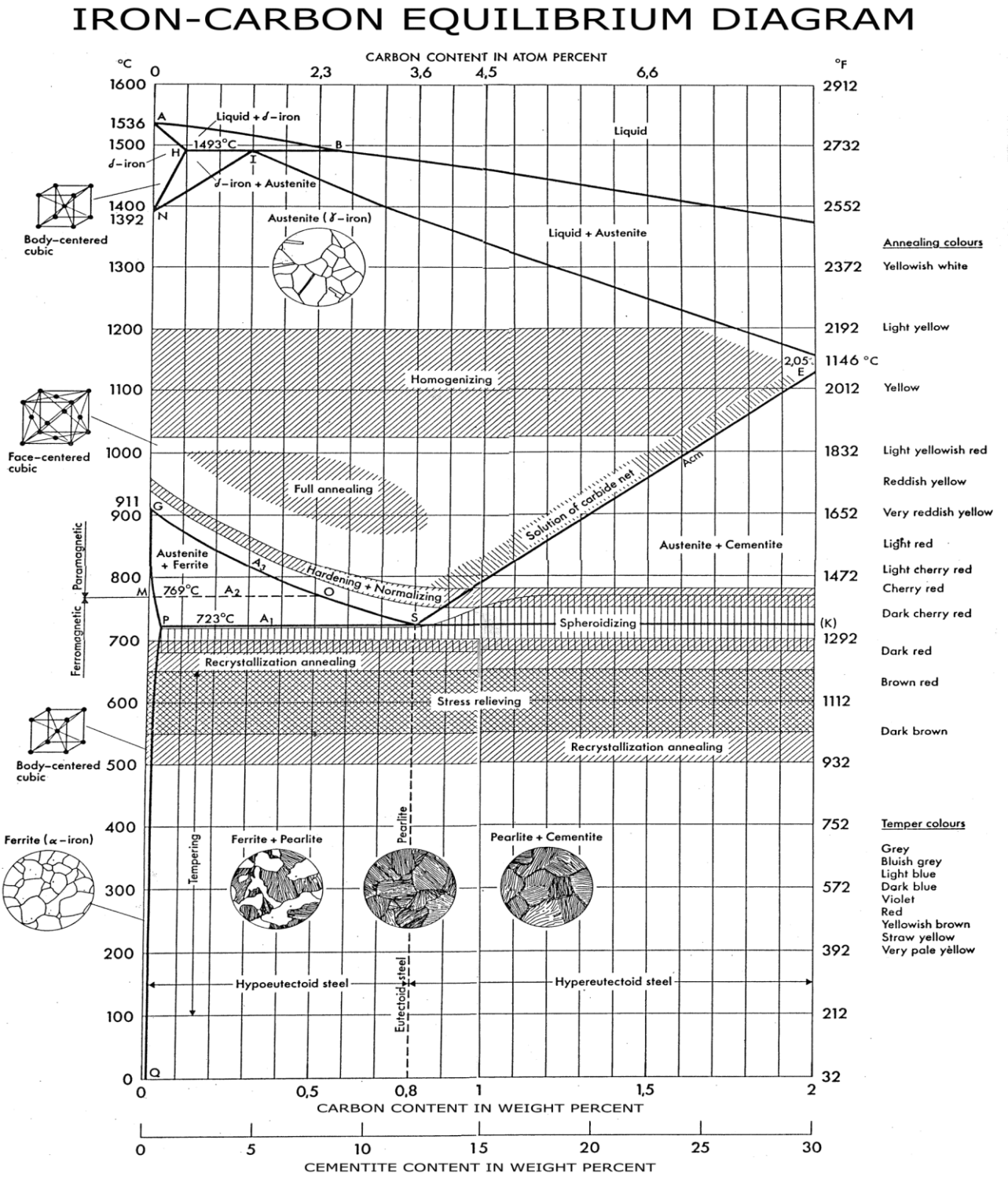
وطريقة التحكم ضرورية للغاية ، وتتم من خلال المعالم الآتية :

1 . درجة الحرارة .
2 . الزمن .
3 . جو الفرن .

إن أنواع المعاملات الحرارية التي تجري لغرض تغيير الخواص الميكانيكية للصلب هي :

- التلدين (Annealing) .
- المعادلة (Normalizing) .
- التصليد أو التقسية (Hardening) .
- المراجعة أو التطبيع (Tempering) .

الشكل رقم (5) يبين مخطط التوازن الطوري للحديد – كربون (الجزء الخاص بالصلب) .



الشكل رقم (5) : يبين مخطط التوازن الطوري للحديد – كربون (الجزء الخاص بالصلب) .