التجربة رقم (3)

أ ـ إسم التجربة :

(عملية المعادلة Normalizing)

ب ـ الغرض من التجربة :

1 . زيادة مقاومة الشد والمطيلية والمقاومة الصدمية في الصلب .
2 . تحسين قابلية الصلب للتشغيل .
3 . الحصول على لدونة جيدة دون الإضرار بصلادة ومقاومة العينة .
4 . تصغير الحجم الحبيبي للفولاذ وإزالة البنية الشجيرية .
5 . مجانسة البنية المجهرية وإزالة الإنعزال البلوري .

جـ ـوصف الجهاز :

في عملية المعادلة للصلب نستخدم عدد من الأجهزة كما مبين أدناه :

1 . جهاز اختبار الصلادة ، كما مبين في الشكل رقم (1) .
2 . فرن تسخين كهربائي خاص للعينات المعدنية ، كما مبين في الشكل رقم (2) .
3 . عينات معدنية تعرضت إلى عمليات تشكيل .

شكل رقم (1) : جهاز اختبار الصلادة .

شكل رقم (2) : الفرن الكهربائي .

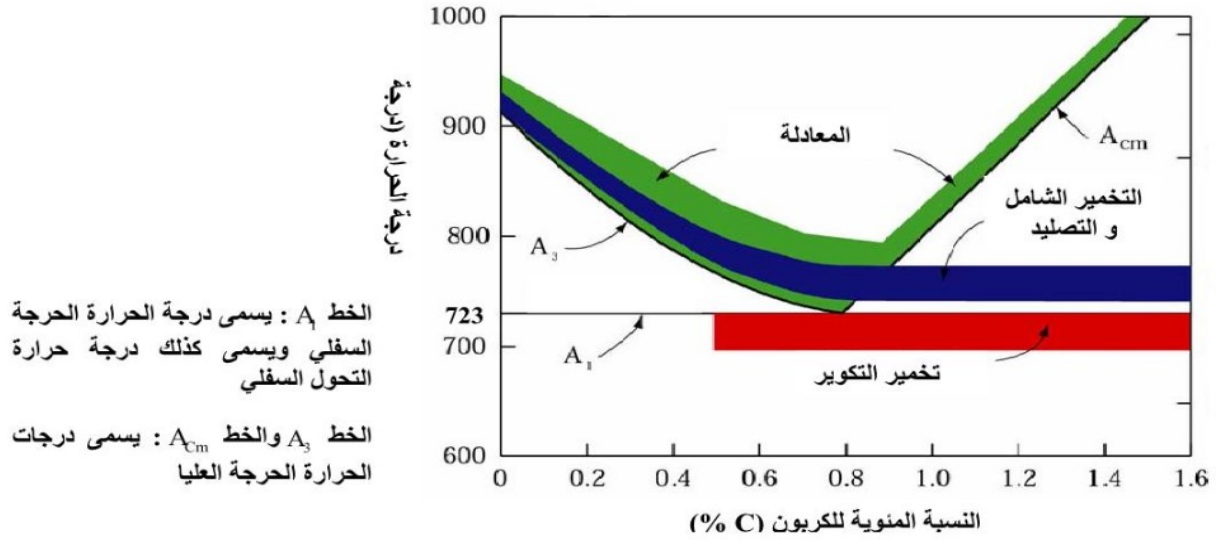
د- خطوات العمل:

تتضمن طريقة العمل عدة مراحل تتلخص بما يلي :

1 . نختار عينات معدنية لغرض إجراء عملية المعادلة عليها .
2 . نقوم بقياس الصلادة للعينات بواسطة جهاز قياس الصلادة قبل إجراء المعاملة الحرارية .
3 . نضع العينات داخل الفرن ويتم التسخين لغاية (800 م°) .
4 . إبقاء العينات داخل الفرن لمدة نصف ساعة .
5 . إخراج العينات من الفرن وتبريدها في الهواء الساكن .
6 . نقوم بقياس الصلادة للعينات مرة ثانية .

● عملية المعادلة (Normalizing) :

هي عملية تسخين المعدن إلى درجة حرارة أعلى من درجة (Ac_3) بنحو (30 – 50 م°) ثم التبريد في الهواء الساكن الأمر الذي يؤدي إلى تغيير شكله البلوري الداخلي . وتتم للمعادن التي قد تم طرقها أو كبسها لتحسين الخواص وإزالة الإجهادات الناشئة .
الشكل رقم (3) يوضح درجات الحرارة للمعاملات الحرارية ومن ضمنها عملية المعادلة .



شكل رقم (3) : جزء من مخطط الاتزان الحراري للحديد والكربون الخاص بالمعالجات الحرارية ومن ضمنها المعادلة .

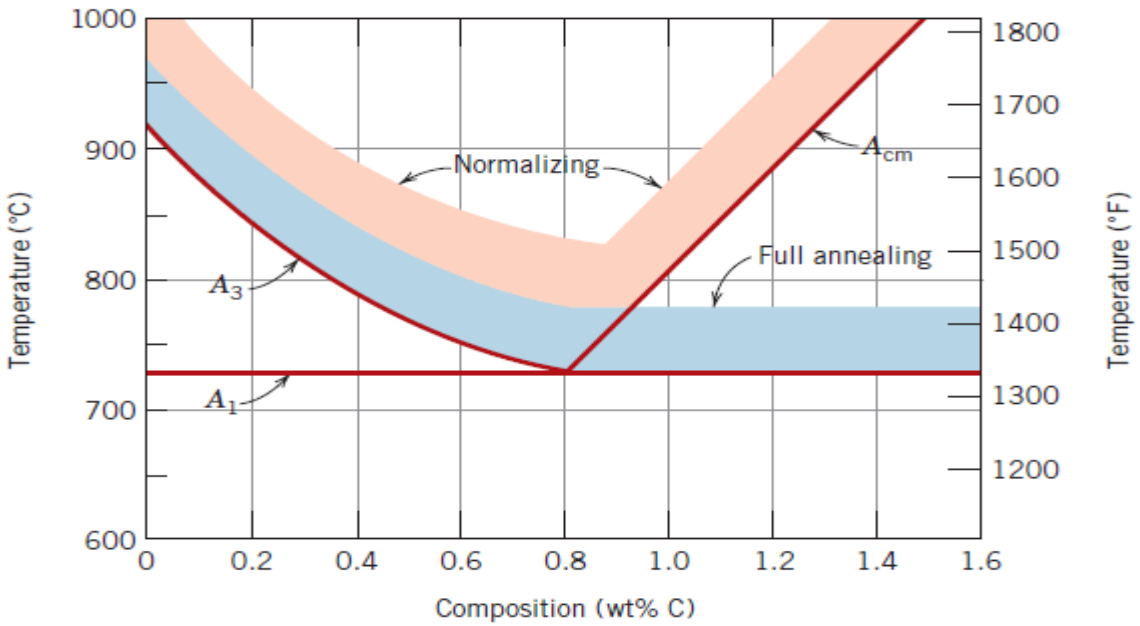
● نظرية المعادلة (Normalizing) :

تجري معاملة التطبيع أو المعادلة (Normalizing) بتسخين الفولاذ ما قبل اليوتكتويد إلى ما فوق الدرجة الحرجة العليا (A_3) والفولاذ ما بعد اليوتكتويد إلى ما فوق الدرجة (A_{cem}) بمقدار (50 م°) .
أي إن الفولاذ في كلتا الحالتين يجب أن يتحول كليا إلى الاوستنايت .
وعليه فإن الفولاذ اليوتكتويدي يكفي تسخينه إلى ما فوق درجة (A_1) بمقدار (50 م°) لكي يتحول كليا إلى الاوستنايت . في كافة الأحوال يتم التبريد اللاحق بعد عملية المعادلة في الهواء الساكن .

◄ يتجسد الهدف الأساسي من معاملة التطبيع في إنتاج فولاذ ذو صلادة ومقاومة شد أفضل مما هي عليه الحال في معاملة التخمير التام . كذلك فأنه لابد من تسخين الفولاذ ما بعد اليوتكتويد إلى ما فوق درجة (A_{cem}) بحيث يصبح بالإمكان إذابة حلقة السمنتايت المحيطة بالبرلايت في هذا الفولاذ ، والتي هي السبب ليس فقط في إرتفاع صلادته ولكن أيضا في انخفاض مقاومته للشد .

◄ تستعمل معاملة التطبيع أيضا في تصغير الحجم الحبيبي ومجانسة البنية المجهرية .

◄ تختلف التغيرات الناتجة في البنية المجهرية وبالتالي في الخواص الميكانيكية للفولاذ في معاملة التطبيع عنها في معاملة التخمير التام ، وذلك بسبب إختلاف سرعة التبريد في الحالتين . ولنفس السبب فإن هذه التغيرات لا تتطابق مع ما يمكن تخمينه إستنادا إلى مخطط الأطوار .كما مبين في الشكل رقم (4) .



الشكل رقم (4) : يبين الفرق بين عملية المعادلة وعملية التخمير التام .

● **التغيرات الأساسية الناتجة في أنواع الفولاذ الكربوني نتيجة معاملة التطبيع (Normalizing) :**

1 . الفولاذ ما قبل اليوتكتويد (نسبة الكربون أقل من 0,8%) :

نظرا لإرتفاع سرعة التبريد نسبيا في هذه المعاملة ، فأن الوقت المتوفر لتكوين حلقة الفرايت في الفولاذ ما قبل اليوتكتويد سوف يكون قصيرا ، وبالتالي فان هذه الحلقة سوف تكون رقيقة مقارنة مع سمك الحلقة المتكونة في حالة التخمير التام .إضافة إلى ذلك ولنفس السبب فأن طبقات الفرايت والسمنتايت ضمن البرلايت تكون أيضا رقيقة ، كل ذلك يؤدي إلى زيادة صلادة ومقاومة شد الفولاذ ما قبل اليوتكتويد وخفض مطيليته .

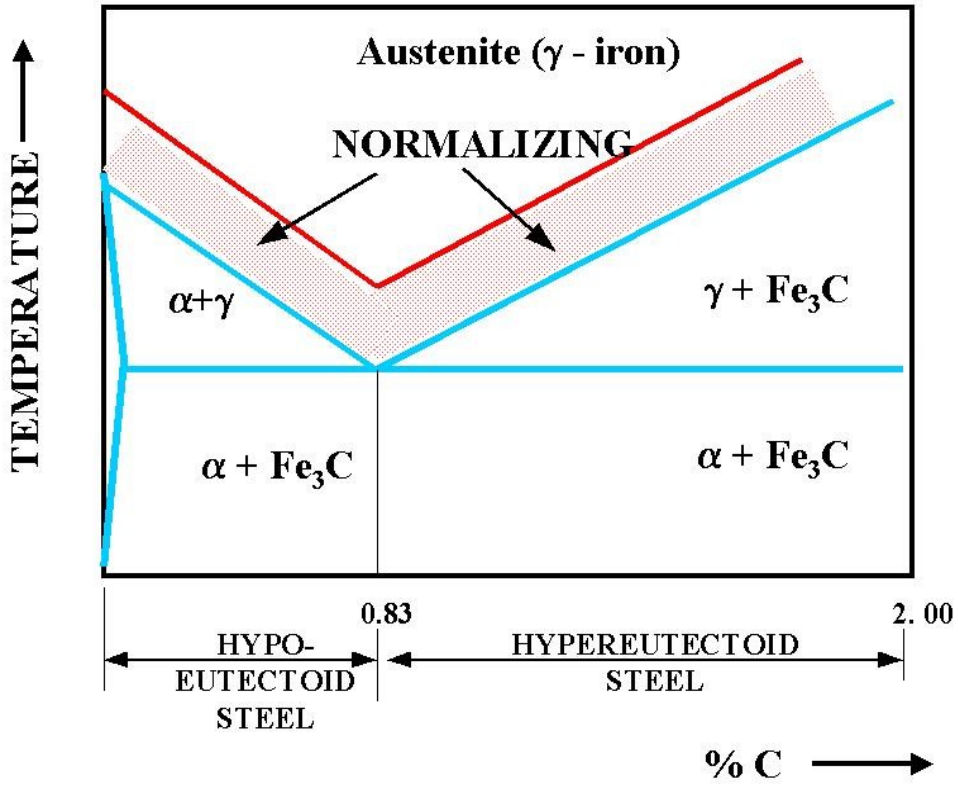
2 . الفولاذ ما بعد اليوتكتويد (نسبة الكربون أعلى من 0,8%) :

إن التبريد السريع نسبيا والذي يعقب معاملة التطبيع سوف يقلل من سمك حلقة السمنتايت المحيطة بالبرلايت في هذا النوع من الفولاذ . وتكون هذه الحلقة عادة غير متكاملة أو غير مستمرة وذلك بسبب تكورها أو تقطعها نتيجة الشد السطحي العالي للسمنايت ، وقد تختفي هذه الحلقة كليا تحت ظروف معينة .
ونظرا لان هذه الحلقة كانت السبب الأساس في إرتفاع صلادة هذا الفولاذ وأيضا في انخفاض مقاومته للشد نتيجة التقصف الناتج من هذه الصلادة العالية ، لذا فأن عدم استمرارية هذه الحلقة وتكورها نتيجة معاملة التطبيع سوف يزيد من مقاومة الشد ، إضافة إلى التغير في كافة الخواص الميكانيكية الأخرى مثل المطيلية ومقاومة الخضوع .
وتنتج زيادة إضافية في مقاومة الشد نتيجة كون طبقات الفرايت والسمنتايت ضمن البرلايت رقيقة ، كما سبق ذكره .

3 . الفولاذ اليوتكتويدي (نسبة الكربون تساوي 0,8%) :

تكون طبقات الفرايت والسمنتايت المتكونة في هذا الفولاذ نتيجة معاملة التطبيع رقيقة لنفس الأسباب المذكورة في الفقرتين السابقتين ، وهذا يفسر الزيادة الحاصلة في مقاومة الشد والصلادة مع الانخفاض في المطيلية .

الشكل رقم (5) يبين نطاق درجات الحرارة لمعاملة التطبيع لأنواع الفولاذ الثلاثة .



الشكل رقم (5) : يبين نطاق درجات الحرارة لمعاملة التطبيع لأنواع الفولاذ الثلاثة .

● ومن الملاحظات الجديرة بالاهتمام بخصوص معاملة التطبيع أو المعادلة (Normalizing) هي ضرورة تفادي التسخين في درجات الحرارة الأعلى من المذكورة والمحددة وتفادي المكوث الطويل في درجات حرارة معاملة التطبيع ، حيث إن ذلك يسبب نموا مفرطا في حجم حبيبات الاوستنايت والذي يؤثر بدوره سلبيا على الخواص الناتجة بعد المعاملة .

نموذج القراءات :

يتم أخذ ثلاث عينات وقياس الصلادة لها قبل وبعد إجراء عملية التطبيع أو المعادلة عليها .

	العينة الأولى		العينة الثانية		العينة الثالثة	
	قياس الصلادة قبل المعادلة	قياس الصلادة بعد المعادلة	قياس الصلادة قبل المعادلة	قياس الصلادة بعد المعادلة	قياس الصلادة قبل المعادلة	قياس الصلادة بعد المعادلة
1						
2						
3						

هـ . الحسابات :

يتم مناقشة النتائج المستحصل عليها من العينات التي أجريت عليها المعاملة الحرارية وتقديمها في تقرير مفصل .