التجربة رقم (5)

أ ـ إسم التجربة :

(عملية المراجعة Tempering)

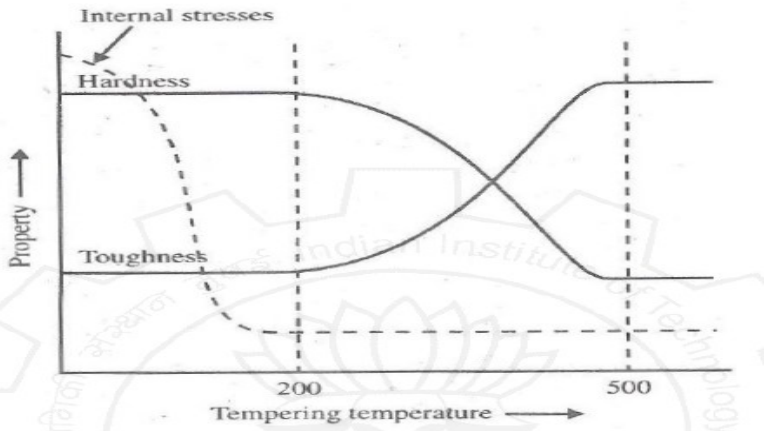
ب ـ الغرض من التجربة :

إن الغرض من عملية المراجعة (Tempering) هو إزالة أو تقليل المساوئ التي نتجت من معاملة الإصلاد بالإخماد في الماء .

حيث إن المارتنسايت الناتج من معاملة الإصلاد (Hardening) يمتاز بصلادة ومقاومة شد عاليتين جدا ، في حين إنه يفتقر إلى خواص ميكانيكية هامة أخرى مثل المطيلية و المقاومة الصدمية (المتانة) .

ولذلك وبصورة عامة يمكن القول إن الغرض من إجراء عملية المراجعة هو إزالة عيوب المارتنسايت التي يمكن تلخيصها بالاتي :

1 . الصلادة العالية جدا والتي تبلغ حد التقصف .
2 . وجود الأوستنايت المتبقي إلى جانب المارتنسايت وخاصة في أنواع الفولاذ العالية الكربون (أعلى من 0,6 %) .
3 . إفتقاره إلى المطيلية والمتانة .
4 . إحتوائه على الجهود الحرارية والبنيوية الناتجة أثناء تحول الاوستنايت إلى مارتنسايت .
5 . إحتمال تعرض القطع المصلدة بالإخماد إلى ما يسمى بتشققات الإخماد (Quench Cracks) نتيجة الجهود العالية الناتجة خلال المعاملة ، إضافة إلى حدوث تشوه في أبعاد القطع المعاملة .



الشكل رقم (1) : التغير في صفات المادة المصلدة بعد أجراء عملية المراجعة (Tempering) عليها .

جـ -وصف الجهاز :

في عملية المراجعة (Tempering) نستخدم عدد من الأجهزة كما مبين أدناه :

1 . جهاز اختبار الصلادة ، كما مبين في الشكل رقم (2) .
2 . فرن تسخين كهربائي خاص للعينات المعدنية ، كما مبين في الشكل رقم (3) .
3 . عينات معدنية أجري عليها عملية الإصلاد .

شكل رقم (2) : جهاز اختبار الصلادة .

شكل رقم (3) : الفرن الكهربائي .

د- خطوات العمل:

تتضمن طريقة العمل عدة مراحل تتلخص بما يلي :

1 . تحضير عينات معدنية أجري عليها عملية الإصلاد سابقا.
2 . قياس صلادة العينات بواسطة جهاز اختبار الصلادة قبل إجراء عملية المراجعة عليها .
3 . وضع العينات داخل الفرن ويتم التسخين لغاية (250 م°) .
4 . ترك العينات داخل الفرن لمدة نصف ساعة .
5 . تبريد العينات في الهواء .
6 . قياس الصلادة للعينات مرة ثانية .

● المراجعة (Tempering) :

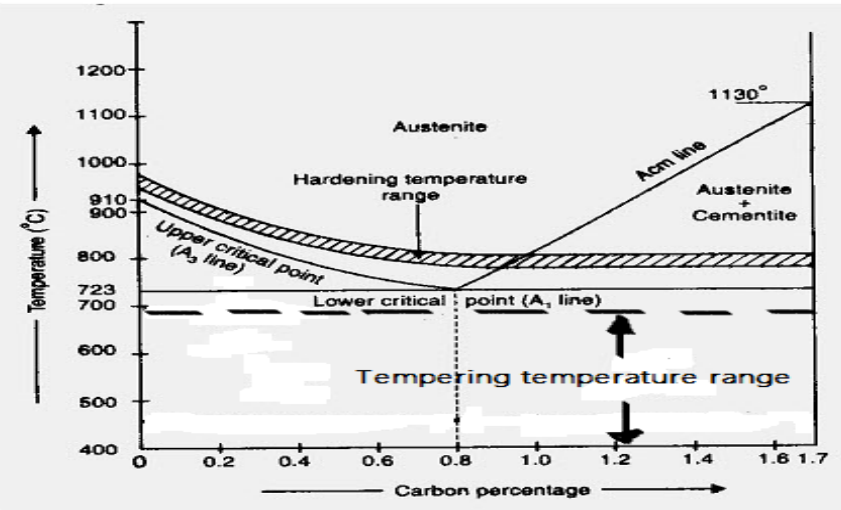
إن الفولاذ المصلد بالإخماد لا يصلح للكثير من الإستعمالات الصناعية بإستثناء الإستعمالات التي تتطلب صلادة عالية جدا .

ولغرض إزالة العيوب المذكورة أو التخفيف من تأثيرها السلبي على خواص الفولاذ المصلد فإن هذا الفولاذ يعامل حراريا بالمعاملة المسماة بالمراجعة أو إعادة التسخين بعد الإصلاد بالإخماد مباشرة ، ونظرا لكون بنية المارتنسايت غير مستقرة فإنها سوف تتحلل عند التسخين إلى درجات حرارة عالية نسبيا إلى بنية مستقرة تتكون من الفرايت والسمنتايت .

تجري معاملة المراجعة عادة بتسخين الفولاذ المصلد في درجات الحرارة تحت الدرجة الحرجة السفلى (A_1) ، وتتراوح بين (450 – 700 م°) كما مبين في الشكل رقم (4) . ويمكن أن تجري هذه المعاملة في درجات حرارة أوطأ لا تتجاوز (100 – 300 م°) إلا إنها في هذه الحالة لا تحقق كافة الأهداف المرجوة منها بكاملها وتؤدي فقط إلى إزالة الجهود وإزالة الاوستنايت المتبقي .

على كل حال فإن المراجعة تجري عادة على عدة مراحل من درجات الحرارة ، ويعتمد التغير الحاصل خلالها في البنية المجهرية والخواص الميكانيكية على درجة الحرارة المختارة والفترة الزمنية للمكوث في هذه الدرجات .

وتسمى هذه المراحل بالمراجعة في درجات الحرارة الواطئة والمتوسطة والعالية والأعلى (فوق العالية) ، علما بأن هذه المراحل قد تتداخل مع بعضها البعض .



شكل رقم (4) : نطاق درجات الحرارة لإصلاد أنواع الفولاذ الكربوني ولمراجعة الفولاذ المصلد .

● مراحل عملية المراجعة (Tempering) :

◄ المرحلة الأولى أو المراجعة في درجات الحرارة الواطئة :

تجري هذه المرحلة عادة بالتسخين في درجات حرارة بين (100 – 200 م°) ، يتحول المارتنسايت المشبع بالكربون وذو الشبكة الرباعية إلى المارتنسايت ذو الشبكة الحيزية المكعبة المتمركزة الجسم مع ترسب شيء قليل جدا من كربيد الحديد على حساب انخفاض نسبة الكربون في المارتنسايت .

تكون جسيمات هذا الكربيد صغيرة ودقيقة إلى درجة لا يمكن الكشف عنها إلا بواسطة المجهر الإلكتروني في حين إن الاوستنايت المتبقي يبقى كما هو دون أن يتحول ما تحت درجة (200 م°) .

◄ المرحلة الثانية أو المراجعة في درجات الحرارة المتوسطة :

تتم هذه المرحلة بالتسخين في درجات حوالي (100 – 300 م°) ، حيث يتحلل الاوستنايت المتبقي إلى كربيد الحديد والمارتنسايت ذو الشبكة الحيزية المكعبة ، ويتكون شيء قليل من السمنتايت (Fe_3C) .

إن تحول الاوستنايت المتبقي كليا هام جدا ، حيث انه بخلاف ذلك يتحول إلى المارتنسايت لدى تعرض القطع الحاوية عليه أثناء الخدمة إلى جهود ميكانيكية مما يؤدي إلى تغيير في الأبعاد بما يتعلق بذلك من تشوهات .

◄ المرحلة الثالثة أو المراجعة في درجات الحرارة العالية :

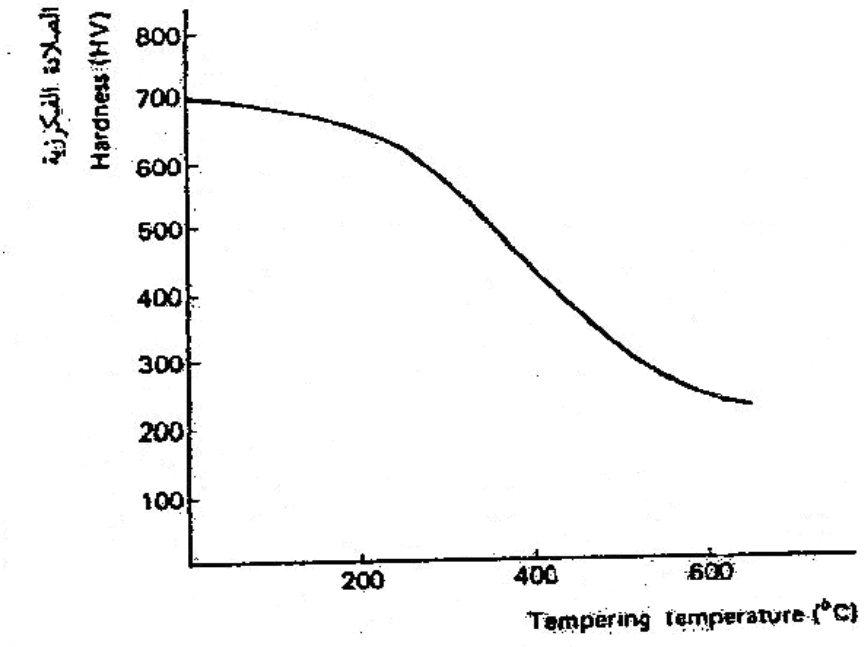
وتتم بالتسخين إلى درجات الحرارة بين (280 – 430 م°) ، حيث يبدأ الكربيد بالتحول إلى السمنتايت وتنخفض نسبة الكربون في المارتنسايت ذو الشبكة الحيزية المكعبة إلى حد كبير بحيث إنها تبلغ نسبته في الفرايت . يؤدي ذلك إلى انخفاض كبير نسبيا في صلادة الفولاذ مع تحسن كبير في المطيلية والمتانة وقابلية التشكل ، فالفولاذ الذي يراد له أن يكون ذو قابلية جيدة للتشكل ومتانة عالية مع مقاومة جيدة للشد يجب أن تتم مراجعته في درجات بين (370 – 480 م°) ، إن السمنتايت المتكون في هذه المرحلة يكون رقيقا وطبقيا يتحول تدريجيا إلى الشكل الكروي .

خلال التسخين لغاية المرحلة الثالثة فإن تقصف الفولاذ لا ينخفض بشكل متجانس ، بل قد يزداد في بعض درجات الحرارة . تسمى هذه الظاهرة بتقصف المراجعة وهي ذات أهمية عملية .

◄ المرحلة الرابعة أو المراجعة في درجات الحرارة الأعلى (فوق العالية) :

تجري هذه المرحلة بالتسخين فوق درجة (450 م°) ، حيث تتكون البنية المجهرية من جسيمات السمنتايت المغمورة في أساس من الفرايت والتي تسمى عادة بالمارتنسايت المراجع .

تنمو هذه الجسيمات بإرتفاع درجة حرارة المراجعة وإزدياد فترتها الزمنية ، بحيث إن البنية الناتجة تكون مشابهة لبنية الفولاذ المكور السمنتايت .



شكل رقم (5) : تأثير المراجعة على فولاذ ذي نسبة كربون (0,4 %) تم اخمادة بالماء من درجة حرارة (850)درجة مئوية .

نموذج القراءات :

يتم أخذ ثلاث عينات مصلدة (تم إجراء عملية الإصلاد لها) وقياس الصلادة لها قبل وبعد إجراء عملية المراجعة (Tempering) عليها .

	العينة الأولى		العينة الثانية		العينة الثالثة	
	قياس صلادة العينة المصلدة قبل عملية المراجعة	قياس صلادة العينة المصلدة بعد عملية المراجعة	قياس صلادة العينة المصلدة قبل عملية المراجعة	قياس صلادة العينة المصلدة بعد عملية المراجعة	قياس صلادة العينة المصلدة قبل عملية المراجعة	قياس صلادة العينة المصلدة بعد عملية المراجعة
1						
2						
3						

هـ . الحسابات :

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