التجربة رقم (1)

أ ـ إسم التجربة :

(التلدين (التخمير الكلي) Full Annealing)

ب ـ الغرض من التجربة :

1 . إزالة الإجهادات الناتجة من عمليات التشكيل السابقة سواء كانت قد أجريت بشكل ساخن مثل الحدادة أو بشكل بارد مثل عمليات السحب .
2 . زيادة المطيلية أو المتانة والمحافظة عليها .
3 . تقليل صلادة المعدن .
4 . تحسين البنية الداخلية للمعدن عن طريق جعله أكثر تجانسا للحصول على حبيبات صغيرة تزيد من قابليته على التشغيل .

جـ ـوصف الجهاز :

في عملية التلدين (التخمير الكلي) 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 من الصلب أما على شكل صفائح بسمك اكبر من (1ملم) أو قضبان ذات قطر اكبر من (1سم) .

شكل رقم (1) : جهاز اختبار الصلادة الرقمي .

شكل رقم (2) : الفرن الكهربائي .

د- خطوات العمل:

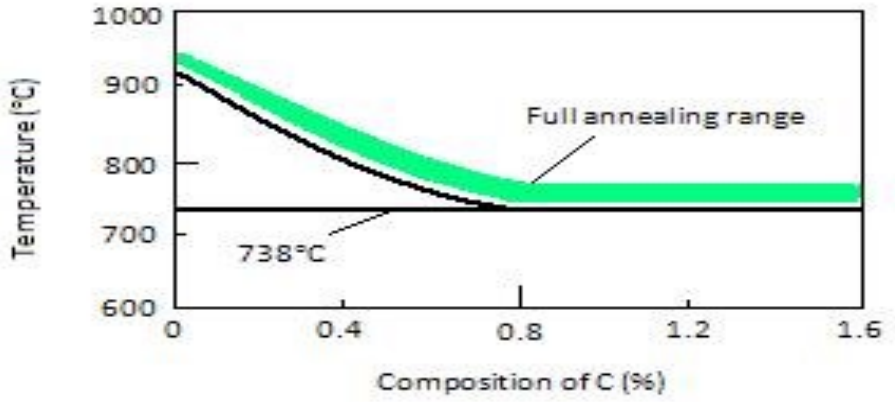
تتضمن طريقة العمل عدة مراحل تتلخص بما يلي :

1 . نختار عينات من الصلب قبل اليوتكتويد (Hypo-eutectoid steel) .
2 . نقوم بقياس الصلادة للعينات بواسطة جهاز قياس الصلادة الرقمي قبل إجراء المعاملة الحرارية .
3 . نضع العينات في الفرن ويتم تسخين الفرن إلى درجة حرارة (850 م°) للعينات التي تكون صلادتها قليلة نسبيا (لان نسبة الكربون في الصلب منخفضة) ، أما بالنسبة للعينات التي تكون صلادتها عالية فيتم التسخين إلى درجة حرارة (800 م°) .
4 . نبقي العينات في الفرن بعد الوصول إلى درجة حرارة التلدين لمدة نصف ساعة .
5 . تبريد العينات داخل الفرن حتى تصل درجة حرارة الفرن إلى (400 م°) ثم نقوم بإخراجها من الفرن لتصل إلى درجة حرارة الغرفة .
6 . نقوم بقياس الصلادة للعينات مرة ثانية .

● نظرية التخمير التام (Full Annealing) :

هي معالجة حرارية ينتج عنها إنشاء بنية داخلية جديدة متجانسة ذات خصائص ميكانيكية جديدة . لإجراء التخمير الكلي ، يتم تسخين المعدن إلى درجات حرارة أعلى بحوالي (50 م°) من درجات الحرارة التي يكتمل فيها تحول المعدن إلى اوستنايت ، وتركه لفترة كافية للسماح للمعدن بالتحول الكامل إلى بنية داخلية تتكون من حبيبات الاوستنايت أو الاوستنايت مع السمنتايت ويعتمد ذلك على نوع الصلب هل هو فوق أو تحت الخط اليوتكتيدي ، ثم يتم السماح للمعدن بأن يبرد ببطء حتى يصل لنقطة الاتزان .
تزيد هذه العملية من مطيليه المعدن وتقلل من قيمة إجهاد الخضوع وإجهاد الشد .

الشكل أدناه يمثل المدى الحراري للتخمير الكلي .

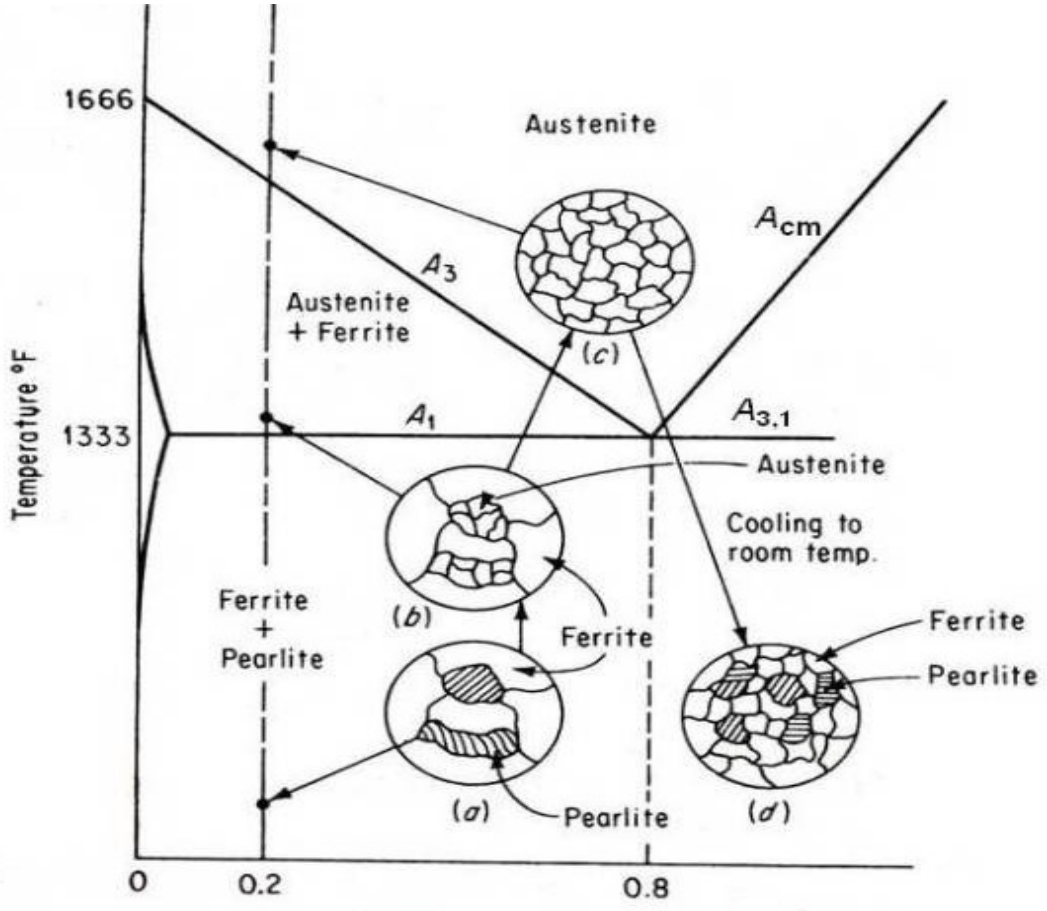


شكل رقم (3) : المدى الحراري للتخمير التام .

- يتم إجراء هذه العملية للصلب ما تحت اليوتكتويد (Hypo-eutectoid steel) والذي تقل نسبة الكربون فيه عن (0,8% C) يتم تسخينه إلى ما فوق درجة (A_3) أي درجة الحرارة الحرجة العليا (Upper Critical Temperature) بمقدار (30 – 50 م°) ثم تركه في هذه الدرجة لفترات زمنية كافية لتحقيق التحول إلى الاوستنايت ، ويعقب ذلك تبريده ببطء (داخل الفرن اعتياديا) .

- أما الصلب ما بعد اليوتكتويد (Hyper-eutectoid steel) والذي تزيد نسبة الكربون فيه عن (0,8% C) فيتم تسخينه إلى ما فوق درجة (A_1) أي درجة الحرارة الحرجة السفلى (Lower Critical Temperature) بمقدار (50 م°) مع إتباع نفس طريقة التبريد السابقة .

والشكل أدناه يوضح مراحل التخمير التام .



شكل رقم (4) : خطوات التخمير التام .

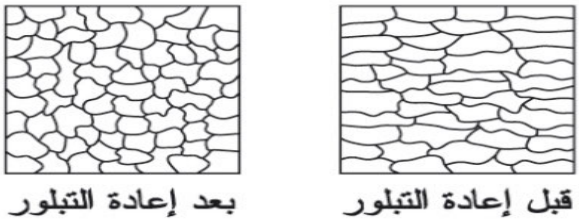
● مراحل التخمير :

تتم عملية التخمير على ثلاثة مراحل :

أولا / التخلص من الإجهادات الداخلية : من المعروف إن عملية التشكيل على البارد تترك إجهادات داخلية مخزونة في المعدن وتختلف هذه الإجهادات ، فمنها إجهادات ضغط في بعض المناطق ومنها إجهادات شد في مناطق أخرى ، وهذه الإجهادات غير مرغوبة في أكثر الأحيان ويتم التخلص منها في المراحل الأولى من عملية التخمير التي تتم عند درجات حرارة واطئة نسبيا تكفي لإعطاء المعدن طاقة حرارية بحيث تتمكن ذراته من التحرك قليلا إلى مواضع أكثر استقرارا في الشبكة البلورية ، إن هذه الحركــة البسيطة للذرات تقلل من الإجهادات الداخلية بينما لا يترتب عليها أي هبوط يذكر في الصلادة أو المتانة للمعدن .

ثانيا / إعادة التبلور : في بعض الأحيان تجري عملية التخمير في درجات الحرارة الواطئة لإزالة الإجهادات فقط ولكن في الغالب فإن عملية التخمير يصاحبها حدوث تغير في شكل وحجم البلورات للمعدن .
فإذا ما سخن المعدن إلى درجة حرارة معينة تبدأ عندها الحبيبات الجديدة في التكون حتى تغطي هذه الحبيبات الجديدة جميع حبيبات المعدن المشوهة المتولدة نتيجة التشكيل على البارد .
إن كل درجة حرارة يمكن أن يحدث عندها إعادة التبلور للمعدن تسمى بدرجة حرارة إعادة التبلور ، وقد وجد بأنها تساوي (0,4) من درجة حرارة انصهار المعدن النقي ، وتعتمد على عدة عوامل أهمها درجة التشكيل ونسبة العناصر المضافة إلى المعدن .

ثالثا / مرحلة النمو الحبيبي : إذا ارتفعت درجة حرارة المعدن فوق درجة حرارة إعادة التبلور فإن الحبيبات الجديدة المتكونة سوف تستمر بالنمو على حساب الحبيبات الصغيرة الأخرى حتى تصبح كبيرة الحجم ، وذلك لأن حدود الحبيبات ستعتبر مناطق ذات طاقة حرة عالية ، ولكي يخفض المعدن من طاقته الحرة يجب أن يخفي جزء من هذه الحدود بتقليل عدد حبيباته في الوقت الذي يزيد من حجمها .



شكل رقم (5) : يبين شكل الحبيبات قبل وبعد عملية إعادة التبلور .

نموذج القراءات :

يتم أخذ ثلاث عينات وقياس الصلادة لها قبل وبعد إجراء عملية التخمير عليها .

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

هـ . الحسابات :

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