المعالجات الحرارية
Heat Treatment

لماذا تجرى عمليات المعالجة الحرارية؟

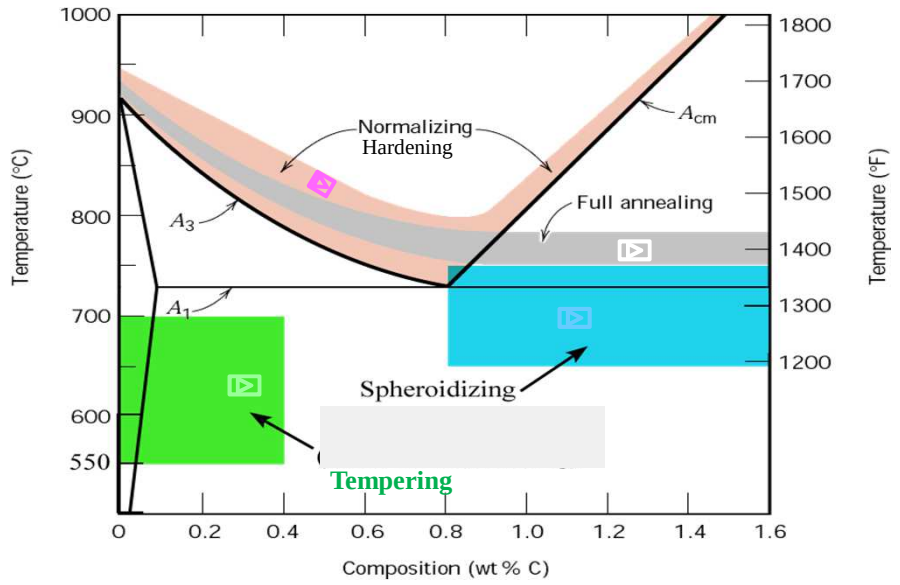
تجرى عمليات المعاجة الحرارية لتغيير خواص المعدن ولتحقيق مجموعة من الأهداف أهمها:

- ✓ زيادة المطيلية والمتانة.
- ✓ زيادة الصلادة ورفع المقاومة الميكانيكية.
- ✓ زيادة قابلية المعدن لعمليات التشكيل أو التشغيل.
- ✓ إزالة الإجهادات الداخلية الناتجة من عمليات التشغيل بالآلات والتخلص من أثارها.
- ✓ إزالة الإستطالة في الحبيبات الناتجة من عمليات التشكيل على البارد، وذلك للحصول على حجم وشكل حبيبي منتظم.

1) التخمير Annealing

- ✓ عندما تُسخن المعادن أو تُطرق أو تُحنى أو تُفتل أو تُلحم أو تُشكل على الآلات، يصبح المعدن أقسى (اكثرصلادة) من حالته الطبيعية. ويسمى ذلك **التصلد الإنفعالي**.
- ✓ تعمل عملية التخمير على تطرية المعدن وذلك بتسخينه إلى ما بين 30°م و 50°م فوق درجة درجة حرارة إعادة التبلور بحيث يحدث تحول طوري ويتكون **الأوستنايت**، ثم إبقاؤه عند درجة الحرارة هذه لفترة زمنية، ومن ثم يتم تبريده ببطء وذلك بتركه داخل الفرن بعد إطفائه. وهذا يتم على ثلاثة مراحل:

1) **التخلص من الإجهادات الداخلية.**
2) **إعادة التبلور.**
3) **نمو الحبيبات.**



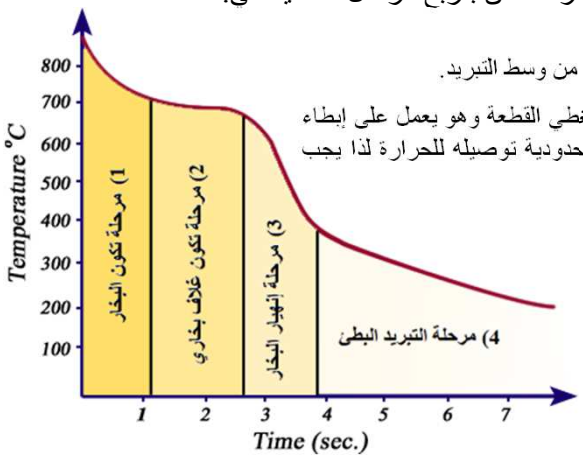
2) التطبيع (المعادلة) Normalizing

الهدف	عند تشكيل الصلب على البارد فإن حبيباته تتعرض لإختلاف في أشكالها وأحجامها وتكون مستطيلة مشوهة. ولهذا يجرى لها عملية التطبيع بهدف: ▪ تحسين الخواص التشغيلية للصلب. ▪ إعادة إستدقاق البنية إثر عوامل التضخم الحبيبي للبنية. ▪ توحيد الحجم الحبيبي في البنية. ▪ الحصول على مقاومة للشد وصلادة أعلى مع خواص تشغيلية أفضل عن تلك التي يتم الحصول عليها في حالة التخمير التام.
الطريقة	تتم برفع درجة حرارة الصلب أعلى من درجة الحرارة الحرجة العليا بمقدار 40°م ومن ثم يتم التبريد إلى درجة حرارة الغرفة بالهواء الساكن.
ملاحظات	▪ يلاحظ أن عملية التطبيع تجعل حبيبات المعدن أكثر صغراً وتزيد من صلادته وقوته وتجعله أكثر قصافة مقارنةً بعملية التخمير. ▪ عملية التطبيع لا تجعل الصلب أكثر مطيلية.

3) التصليد (التقسية) Hardening

- ✓ هي عملية تسخين الصلب ثم تبريده سريعاً وذلك لرفع صلادته. وتسمى عملية التبريد هذه بالتسقية (Quenching).
- ✓ إذا بردنا قطعة الصلب من طور الأوستنايت ببطءٍ شديد فإن ذرات **الكربون** تتمركز بين ذرات **الفرايت** مكونة معه **البرليت**.
- ✓ أما إذا بردنا القطعة بسرعة فجائية فإن الكربون لا يكون لديه الوقت الكافي للإنتشار بين ذرات الحديد فيبقى محجوزاً، وينتج عن ذلك تشوه في البنية الداخلية، ويسبب إجهادات وقساوة في البنية الداخلية. وتكون البنية النهائية هي بنية المارتنسيت Martrnsite، الذي هو عبارة عن تجمع على شكل إبري لذرات الكربون ضمن الفريت. أي أن المارتنسيت هو عبارة عن فريت مفرط الإشباع بذرات الكربون.
- ✓ يتم تسخين الصلب إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة إعادة التبلور العليا، أي حتى يتكون طور الأوستنايت، ثم يبرد المعدن بسرعة بإستخدام وسط تبريد كالماء أو الزيت أو الهواء، حيث يحدد نوع الوسط المستخدم في التسقية التركيب الكيميائي للصلب وبالتحديد العناصر السبائكية.

- ✓ خلال عملية التسقية يمر المعدن بأربع مراحل أساسية هي:



1) تكون البخار الذي ينتج من وسط التبريد.
2) تكون غلاف بخاري يغطي القطعة وهو يعمل على إبطاء عملية التبريد نظراً لمحدودية توصيله للحرارة لذا يجب التخلص منه بسرعة.
3) إنهيار البخار مسبباً نوعٌ من الإنفجارات ومحدثاً إنخفاض كبير في درجة حرارة القطعة.
4) التبريد البطئ حتى تصل درجة حرارة القطعة لحرارة الغرفة.

أوساط التسقية Quenching medium

وسط التبريد	معدل التبريد	الصلادة والصلابة	تكون الإجهادات الداخلية
الماء الملحي	6 نقاط	6 نقاط	6 نقاط
المـــــاء	5 نقاط		
الزيت	4 نقاط	4 نقاط	4 نقاط
الهواء	3 نقطة	3 نقطة	3 نقطة

إن إختيار وسط التبريد يعتمد على الإجابة عن السؤالين التالين:

1) هل من المهم جداً أن تكون قطعة العمل عالية الصلادة والصلابة؟
فإذا كان كذلك فيجب إختيار الماء أو الماء الملحي.

2) هل من المهم جداً ان تكون قطعة العمل خالية من الإجهادات الداخلية والتشوهات؟
فإذا كانت الإجابة بنعم فيجب إختيار الهواء كوسيط تبريد.

4) المراجعة Tempering

الهدف	بعد تصليد الفولاذ تتشكل بنية مارتنسيتية هشة قابلة للكسر بسبب الإجهادات الداخلية فيعمد إلى إجراء عملية المراجعة حيث يتحول المارتنسيت إلى برليت وتكون النتيجة: ✓ التخلص من الإجهادات الداخلية الناتجة من عمليات التصليد. ✓ إكساب الصلب المصلد مطولية ومتانة (مقاومة للكسر).
الطريقة	تتم بتسخين الصلب تحت درجة الحرارة إعادة التبلور السفلى ثم تبريده في الهواء.
ملاحظات	✓ تجرى هذه العملية بعد إجراء عملية تصليد الفولاذ. ✓ عملية المراجعة لا يصاحبها تحول طوري.