(المعاملات الحرارية للمعادن اللاحديدية)

تقسم هذه المواد الهندسية إلى مجاميع إستنادا إلى التشابه في خواصها العملية ذات الأهمية بالنسبة للصناعات الهندسية ، وبالإمكان تصنيف هذه المواد إستنادا إلى كثافتها إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

1 . مجموعة المعادن الخفيفة .

2 . مجموعة المعادن الثقيلة .

وتقسم هذه المجاميع إلى مجاميع ثانوية إستنادا إلى درجة حرارة الإنصهار ، فيما إذا كانت واطئة أو عالية جدا .

في حين تصنف المعادن النادرة في مجموعة مستقلة خاصة بها .

إن للفلزات الغير حديدية وسبائكها مكانتها الهامة في مجال الإنشاءات الهندسية ، إذ إن لها مدى واسع من الخواص التي تتميز عن سبائك الحديد حيث يمكن استخدامها في الأغراض التي لا يمكن فيها استخدام سبائك الحديد .

وكقاعدة عامة تكون السبائك الغير حديدية أعلى سعرا من أي بديل لها من الحديد أو الفولاذ ، إلا إنها تحتفظ بمكانتها في الصناعة وذلك لأنها تفي بمتطلبات خاصة ، ومعظم هذه السبائك مصنوعة من اثنين أو أكثر من الفلزات التالية : الألمنيوم ، النحاس ، الرصاص ، القصدير ، والخارصين وغالبا ما تضاف فلزات أخرى إلى سبائك هذه المجموعة .

سوف نأخذ عنصر النحاس كمثال للمواد المعدنية الغير حديدية ونتعرف على خواصه وصفاته كما سنتناول بتجربة عملية مختبرية المعاملات الحرارية الخاصة بهذا العنصر .

التجربة رقم (6)

أ ـ إسم التجربة :

(التلدين (التخمير الكلي) للنحاس)

(Full Annealing of Copper)

ب ـ الغرض من التجربة :

1 . التعرف على عنصر النحاس ومميزاته وانتشاره في الطبيعة .
2 . معرفة خواصه الفيزيائية والكيميائية .
3 . التعرف على سبائك النحاس من حيث التركيب والخواص والاستعمالات .
4 . إجراء معاملة حرارية للنحاس (التلدين أو التخمير الكلي) عمليا من خلال تجربة مختبرية .

جـ ـوصف الجهاز :

في عملية التلدين (التخمير الكلي) للنحاس 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 نحاسية اجري لها عمليات تشكيل على البارد .

شكل رقم (1) : جهاز اختبار الصلادة .

شكل رقم (2) : الفرن الكهربائي .

د- خطوات العمل:

تتضمن طريقة العمل عدة مراحل تتلخص بما يلي :

1 . تحضير عينات نحاسية مشكلة على البارد .
2 . قياس صلادة هذه العينات بواسطة جهاز اختبار الصلادة قبل إجراء عملية التلدين عليها .
3 . وضع العينات داخل الفرن ويتم التسخين لغاية (300 م°) .
4 . ترك العينات داخل الفرن لمدة نصف ساعة .
5 . رفع درجة حرارة الفرن إلى (500 م°) وإبقاء جزء من العينات في هذه الدرجة لمدة نصف ساعة .
6 . تبريد العينات في الهواء .
7 . قياس الصلادة للعينات مرة ثانية .

• النحــاس (copper) :

يعتبر النحاس من أول المعادن التي استخدمها واستعملها الإنسان وثاني المعادن من حيث تعدد المنافع بعد الحديد وقد تم اكتشافه منذ أكثر من عشرة آلاف عام قبل الميلاد . وهو عبارة عن فلز محمر اللون يتغير لونه وخصائصه عندما يتحد مع عناصر أخرى مشكلاً مركبات مختلفة ، ويرجع اسم أو اشتقاق النحاس إلى الأصول من الإسم اللاتيني لجزيرة قبرص (Cyprus) وسمى الخام (Cyprium) ثم حرف على مدى السنين إلى (Cyprum). يتواجد في الطبيعة في عدة صور إما منفردة أو متحدة منها على سبيل المثال أكاسيد النحاس .

يتم الحصول على جزءه النقي بواسطة الكهرلة أو التحليل الكهربائي ، والنحاس مادة لينة قابلة للطرق تتفاعل كيميائيا أو فيزيائيا مع المصدر الخارجي وهو الجو مكونة الصدأ الذي يعرف بأكسيد النحاس الذي يتميز أيضا بلونه الأخضر إضافة إلى المادة السامة . كما إن من ميزاته انه بطيء التفاعل مع الأحماض المخففة .

تنتشر خامات فلز النحاس بصورة واسعة عبر القشرة الأرضية وتنتج قارة أمريكا الشمالية حوالي (25 %) من نحاس العالم . وفي شيلي موارد نحاس واسعة استغلت منذ سنوات طويلة ، ويوجد في الكونغو البلجيكي

واحد من أضخم المستودعات في العالم وبسبب رخص الأيدي العاملة هناك أصبح الكونغو مصدرا رئيسيا لخام النحاس . وفي الولايات المتحدة فإن ترسبات النحاس الرئيسية هي الخامات الكبريتية ذات النوعية المنخفضة والتي تعدن في يوتا (Utah) وهناك أيضا ترسبات الكبريتيدات والكربونات في أريزونا كما توجد خامات الكبريتيدات في موناتا وخام النحاس الحر (المنفرد) في منطقة أعالي البحيرات .

إن للكبريتيدات ذات النوعية المنخفضة تحمل من (1- 2 %) فقط من النحاس ، ومعظم خامات النحاس تُركَز لتعطي ناتج أغنى ثم بعد ذلك تُصهر .

في الكثير من المناجم في غربي الولايات المتحدة توجد خامات النحاس مع خامات الفضة والرصاص والذهب ويسترجع النحاس كناتج ثانوي . إن ما يقارب ثلث جميع النحاس المستخدم في الولايات المتحدة يسترجع من خردة النحاس الأصفر (البراس) والأنواع الأخرى من النحاس العتيق السابق استخدامه ، وتعتبر خامات النحاس الكبريتيدية من أهم صور خامات النحاس ومن أهمها ما يسمى الجا لكويا برايت (Chalcopyrite) (CuFs2) ويحتوي هذا الخام على (34,5 %) نحاس أما خام الجالكوسايت (Cu2S) فإنه يحتوي على (79,8 %) نحاس .وهذه الخامات تكون فقيرة إلى الدرجة التي تتطلب تركيزها ثم تؤخذ المركزات بعد ذلك إلى المصاهر .

إن الإستعمال الواسع للنحاس وسبائكه يعود إلى قابلية توصيلهما الممتازة للكهربائية والحرارة ومقاومتهما الجيدة للتآكل ، وإمكانية تشغيلها وتسبيكها إضافة إلى سهولة لحامها بالقصدير والنحاس الأصفر .

إلا إنها لا تستطيع منافسة الفولاذ أو سبائك الألمنيوم عندما تكون نسبة المقاومة الميكانيكية إلى الوزن أو المقاومة الميكانيكية إلى الكلفة هي العامل الحرج وعندئذ تستبدل بمواد رخيصة مثل سبائك الألومنيوم أو اللدائن في بعض التطبيقات .

● الخواص الكيميائية للنحــاس :

- الرمز الكيميائي : (Cu)

- يقع النحاس في المجموعة الحادية عشر والدورة الرابعة في الجدول الدوري للعناصر.

- رقمه الذري هو : (29)

- ووزنه الذري : (63,5)

- البنية البلورية مكعب مركزي الوجه .

- صلادة فيكرز : (369) ميكـا باسكال MPa .

صلادة برنيل : (874) ميكـا باسكال MPa .

- الكثافة (عند درجة حرارة الغرفة) : (8,94) غم / سم3

- درجة الغليان : (2567 م°)

- درجة الانصهار : (1083,4 م°)

● الخواص الفيزيائية للنحــاس :

- يعتبر مادة موصلة جيدة للكهرباء والحرارة .

- تصنع منه المبادلات الحرارية وأسلاك التوصيل الكهربائي .

- يستعمل في صنع البطاريات والعتاد الكهربائي كالوشيعة الكهربائية .

- سهل في كل من عملية الطرق والسحب .

- يتأثر بالهواء .

- يتغطى سطحه بغشاء لونه أخضر مع مرور الوقت يعطيه قيمة جمالية وتاريخية .

- يعتبر أشد المعادن توصيلاً للكهرباء بعد الفضة .

• سبائك النحاس (Copper Alloys) :

إن العناصر الأساسية التي تضاف لإنتاج النحاس هي الخارصين والقصدير والألمنيوم والنيكل ، أما العناصر الأخرى التي تستعمل بمديات أقل فتتضمن البريليوم والكروم .

تقوى سبائك النحاس عادة بالتصليد بالمحلول الجامد وبالتصليد الإنفعالي ، إلا إن بعض السبائك يمكن أن تصلد بالترسيب (كمثل سبائك النحاس / البريليوم) .

يمكن أن تصنف أهم السبائك ذات الأساس النحاسي كما يلي :

النحاس / الخارصين (النحاس الأصفر Brasses) .

النحاس / القصدير (برونزيات القصدير Tin bronzes) .

النحاس / الألمنيوم (برونزيات الألمنيوم Aluminum bronze) .

النحاس / النيكل (Cupro – nickels) .

النحاس / بريليوم (Beryllium bronzes) .

إن الأنظمة الثنائية المناسبة للسبائك أنفة الذكر تتضمن بالأحرى مخططات توازن معقدة ، مع ذوبانية (solubility) أولية مناسبة في الحالة الصلبة تتبعها أطوار وسطية . إن المحلول الصلب الأولي ألفا (α) الغني بالنحاس له بنية المكعب المتمركز الوجه (F.C.C.) وتكون هذه السبائك لينة (soft) ومطيليه (ductile) وملائمة للتشكيل على البارد (cold – working) . وعندما يتم تجاوز حد الذوبانية في الحالة الصلبة يظهر الطور بيتا (β) والذي له بنية المكعب المتمركز الجسم (B.C.C.) وهذا الطور يزيد المقاومة (strength) إلا انه يخفض المطيلية . والسبائك التي تحتوي على الطور (β) لا يمكن أن تشكل على البارد بسهولة إلا إنها ملائمة للتشكيل على الساخن وهي تستعمل أيضا كمسبوكة .

أما الزيادة الإضافية لعنصر السبك فينتج عنه الطورين كاما (γ) و دلتا (δ) وهما صلدان جدا إلا أنهما هشان .

• المعاملات الحرارية للنحاس (التلدين Annealing) :

إن عمليات التشكيل على البارد تكون سببا في حدوث التشوه في الشبكة البلورية للمعدن المشكل ، وهذا يسبب تغيرا في خواص المعدن الميكانيكية حيث إن التشكيل يؤدي إلى زيادة بعض الخواص للمعدن كالصلادة والمتانة ويقلل صفات أخرى أهمها المطيلية . وهذا يؤدي إلى أن يكون المعدن ذا فعالية قليلة ويسبب الفشل فيه .

ولإستعادة الصفات الأولية للمعدن قبل إجراء عمليات التشكيل تُجرى للمعدن معاملات حرارية تساعد على إرجاع جزء أو معظم هذه الصفات ، وأهم هذه المعاملات هي عمليات التلدين (التخمير Annealing) .

إن النحاس المطلوب تشكيله لأسلاك التوصيل الكهربائي تجرى عليه عمليات التلدين بصورة متكررة بهدف زيادة مطيليته ، حيث يصعب تشكيله بشكل إضافي ما لم تُجرى عليه عمليات التلدين (التخمير) لأن المعدن المصلد إنفعاليا سوف يتقطع ويفشل عند تعرضه لتشكيل إضافي ومتكرر .

يسخن المعدن إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة إعادة التبلور (T_r) ومن ثم يُبرد ، و أثناء التسخين تحدث مجموعة من المتغيرات للمعدن منها :

1 . التخلص من الإجهادات الداخلية (التي تكونت نتيجة لعملية التشكيل) .

2 . حدوث إعادة تبلور وتكون بلورات صغيرة جديدة بدل من البلورات القديمة المشوهة .

3 . نمو البلورات الصغيرة إلى بلورات أكبر حجما واقل عددا .

ويجب أن نلاحظ إن أنماط التبريد ليس لها تأثير على حجم البلورات المتكونة بعد التلدين حيث يعتمد الحجم أساسا على نسبة التشكيل وعلى أعلى درجة حرارية يسخن إليها المعدن أثناء التلدين وبهذه الطريقة يمكن إزالة جميع الإجهادات المتكونة أثناء التشكيل و إرجاع الخواص الأصلية للمعدن .

نموذج القراءات :

يتم أخذ ثلاث عينات نحاسية أجري عليها عمليات التشكيل على البارد وقياس الصلادة لها قبل وبعد إجراء عملية التلدين (Annealing) عليها .

	العينة الأولى		العينة الثانية		العينة الثالثة	
	قياس صلادة العينة النحاسية قبل عملية التلدين	**قياس صلادة العينة النحاسية بعد عملية التلدين**	**قياس صلادة العينة النحاسية قبل عملية التلدين**	**قياس صلادة العينة النحاسية بعد عملية التلدين**	**قياس صلادة العينة النحاسية قبل عملية التلدين**	**قياس صلادة العينة النحاسية بعد عملية التلدين**
1						
2						
3						

هـ . الحسابات :

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