ISSN:1813 – 1662

دراسة الخصائص التركيبية لسبيكة ($Cu_{50}Ni_{50}$) المحضرة بتقانة المساحيق

إسماعيل خليل جاسم ، خلف إبراهيم خليل ، رشا حامد أحمد

قسم الفيزياء ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

(تاريخ الاستلام: 11 / 6 / 2013 ---- تاريخ القبول: 7 / 7 / 2013)

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تحضير السبيكة ذات النظام الثنائي النحاس – النيكل وبنسبة ($Cu_{50}Ni_{50}$) بطريقة تكنولوجيا المساحيق. تم في هذا البحث أخذ مسحوقي النحاس والنيكل عالي النقاوة بطريقة النسب الوزنية وبعدها تمت عمليات الطحن والمزج والكبس تحت ضغط 8Ton ولمدة دقيقة واحدة . أجريت المعاملة الحرارية للنموذج بدرجة حرارة (800°C) ولمدة ساعة واحدة في جو من الهواء وبردت السبيكة بطريقتين : الأولى التبريد البطيء داخل الفرن والثانية التبريد السريع وتم دراسة تأثير التلبيد وطريقة التبريد على الخصائص التركيبية للسبيكة . أوضحت الصور المجهرية وفحص حيود الأشعة السينية تحسين الخواص التركيبية بعد المعاملة الحرارية لهذه السبيكة خصوصاً عند التبريد البطيء .

الكلمات المرشدة : سبائك النحاس– النيكل ، ميتالورجيا المساحيق، المواد المؤلفة ، علم المواد .

المقدمة

تمتلك المعادن النقية خواص فيزيائية لاتتاسب في أغلب الأحيان التطبيقات الهندسية ، لذا فإن التركيبة من خليط من مواد مختلفة سواء كانت معدنية أو غير معدنية يعطيها خصائص فيزيائية وتركيبية وميكانيكية عالية تؤهلها للعمل في كثير من التطبيقات الصناعية [1] . يمثل النحاس وسبائكه مركزاً رئيساً ومهماً في كثير من التطبيقات الصناعية والكهربائية وذلك لما تمتاز به من خواص ميكانيكية جيدة [2] . تمتاز جميع سبائك النحاس– النيكل بمطلية جيدة وتكون ملائمة لأغلب طرائق التصنيع وبالإمكان تشكيلها بالدرفلة (Rolling) على الساخن أوالبارد . [3]

إن النحاس والنيكل يمتلكان وحدة خلية مكعبية متمركزة الأوجه (F.C.C) لذا فإن سبيكة النحاس– النيكل من السبائك التي تذوب في بعضها تماماً في الحالة السائلة والصلبة ، إذ تعتمد درجة الذوبان على عوامل رئيسة منها التركيب البلوري وبتشابه التركيب البلوري للنحاس والنيكل تزداد ذوبانيتهما بصورة أكثر فعالية، وأيضاً حجم الذرات إذ كلما قل الاختلاف في نصف القطر الذري زادت الذوبانية [5,4] . إما في مجال تأثير المعاملات الحرارية (Heat Treatment) فإن سبائك النحاس–النيكل من أهم السبائك القابلة للمعالجة الحرارية، إذ تُحضر النماذج بعدة تقنيات وعادةً تستعمل المعاملات الحرارية المناسبة لزيادة الترابط والتجانس بين المساحيق المحضرة وبالتالي تُحسن الخصائص الفيزيائية والميكانيكية [8,7,6] . الدراسة الحالية تهدف إلى تحضير سبيكة النحاس– النيكل بنسبة $Cu_{50}Ni_{50}$ بطريقة تكنولوجيا المساحيق ودراسة تأثير التلبيد على الخواص التركيبية للسبيكة المحضرة.

الجزء العملي

يتضمن الجزء العملي المراحل الآتية :

1. تحضير المساحيق

أ- المواد الأولية

أخذ مسحوق النحاس بدرجة نقاوة (99.5%) وبحجم جسيمي (≥25μm) مع مسحوق النيكل بدرجة نقاوة (99.98%) وبحجم جسيمي (≥25μm) وبنسبة ($Cu_{50}Ni_{50}$) واستعملت المناخل لمعرفة الحجم الجسيمي للمساحيق ووزنت المساحيق بميزان كهربائي حساس نوع (Scaltac) وبدقة (±0,0001gm) . ثم أجريت عملية الطحن والمزج بوساطة طاحونة يدوية من العقيق ولمدة 45min وبإضافة كحول أثيلي بنقاوة 96% لضمان تجانس خليط المساحيق .

ب-كبس المساحيق

تمت عملية الكبس بمكبس هيدروليكي نوع (Hoytom) أقصى حمل يصل إليه Ton (20)وباستعمال قالب كبس اسطواني وكُبست المساحيق باستعمال طريقة الكبس على البارد باتجاه واحد للكبس وبقوة ضغط مقدارها Ton (8) ولمدة min (1) لضمان تماسك المكبوسة .

ت-تلبيد المكبوسات

أُجريت عملية التلبيد بوضع المكبوسات داخل فرن كهربائي ذي قارئ رقمي والشكل (1) يبين خطوات عملية التلبيد ، إذ لبدت النماذج عند درجة حرارة (800°C) ولمدة min (60)بعد ذلك بُرد الأنموذج الأول بإبقائه داخل الفرن لمدة hr (24)أي تبريداً بطيئاًوالأنموذج الثاني بُرد تبريداً سريعاً بوضعه بالماء البارد .

2. الفحوصات

أ- فحص البنية المجهرية

أُجريت عملية فحص البنية المجهرية للنماذج بعد الكبس وقبل إجراء عملية التلبيد وذلك بوساطة تقنيات المجهر الضوئي والمجهر الألكتروني الماسح . وبعد إجراء عملية التلبيد هُيئت النماذج بإجراء عملية التنعيم والصقل ، إذ أُجري التنعيم باستعمال أوراق من كاربيد السليكون بمراحل خشونة (1200,1000,600,400) مايكروميتر ، أما الصقل فتم بإضافة (Al_2O_3) أوكسيد الألمنيوم (الألومينا) على القماش أثناء الصقل. بعدها غُمرت النماذج بمحلول ($FeCl_3$ 1gm , H_2O 100 ml, HCl 50ml) لإتمام عملية الإظهار ولمدة (10)sec وغُسلت النماذج بالكحول وجففت .

عندها أُجريت عملية تصوير النماذج بوساطة المجهر الضوئي نوع (Olympus) وبقوة تكبير (200X) والمجهر الألكتروني الماسح نوع (VEGA11 SBHMS12) وبقوة تكبير (500X) .

ISSN:1813 – 1662

ب- فحص حيود الأشعة السينية

أُجري فحص حيود الأشعة السينية بجهاز نوع (SHIMADZU) والموجود في وزارة العلوم والتكنولوجيا/ دائرة بحوث المواد . إن الهدف المستعمل (Target) في أنبوبة الأشعة السينية هو النحاس **Cu Kα** وطوله الموجي **1.54060 A°** .

النتائج والمناقشة

1- نتائج فحص البنية المجهرية

أ- المجهر الضوئي

الشكل (2) يوضح صورة البنية المجهرية للأنموذج إذ حُصل على هذه البنية المجهرية بدون استعمال محلول إظهار لنقاوة مسحوقي النحاس والنيكل العالية وتقارب حجومها الحبيبية وبقوة تكبير (200x) .ويلاحظ من الصورة المجهرية للنماذج بأن عملية الانتشار واضحة وبصورة متجانسة في الحالة الصلبة وان هناك ترابطاً جيداً بين العنصرين النحاس والنيكل .

أما الشكل (3) فيوضح البنية المجهرية لأنموذج بعد إجراء عملية التلبيد عند درجة حرارة (800°C) ولمدة (60min) وعند التبريد البطيء والتي حُصل عليها باستعمال محلول الإظهار وهو كلوريد الحديد الكحولي ومكوناته ($FeCl_3$ 1gm , H_2O 100 ml , HCl 50ml) وبقوة تكبير (200x) ، إذ يلاحظ من هذا الشكل التوزيع المنتظم والمتجانس للأطوار وهناك ترابط بين الحبيبات وكذلك بدأت مرحلة شبيهة بإعادة التبلور للحبيبات ، مما يدل على أن التوزيع المنتظم والتجانس قد ازداد مع إجراء عملية التلبيد .

ويلاحظ أيضاً من الشكل (4) عند التبريد السريع حدوث انفصال للحبيبات وتجمعها في مناطق منفصلة نتيجة انتشار الذرات المفاجئ بسبب التبريد السريع مع ظهور بعض العيوب الداخلية الأخرى مثل الفجوات والمسامات .

ب- المجهر الألكتروني الماسح

من ملاحظة الصور المجهرية (SEM) للأنموذج يلاحظ ما هو آت : في الشكل (5) قبل عملية التلبيد يلاحظ بأن الترابط غير متجانس وعشوائي بعض الشيء بين مكونات العناصر مع انتشار بعض العيوب السطحية نوعاً ما مع المسامات في البنية المجهرية . كما يلاحظ أيضاً وجود مناطق قليلة الكثافة وأخرى عالية الكثافة أدى إلى تباعد العناصر عن بعضها وعدم تجانسها . أما الشكل (6) بعد إجراء عملية التلبيد والتبريد البطيء فيلاحظ من البنية المجهرية بأنها أكثر تجانساً مع ترابط أقوى وأكبر مقارنةً مع الأنموذج قبل التلبيد وأن هناك تداخلاً بين الحبيبات لكلا العنصرين إذ تبدو وكأنها صغيرة ومتساوية في الحجم ، كما يلاحظ عدم وجود تشققات أو انقسامات وهذا يدلل على أن المعاملة الحرارية المناسبة لها تأثير ايجابي على تقارب العناصر وتداخلها بتراص جيد وتداخل واضح بين الحدود الحبيبية نتيجة هذا الترابط والتجانس القوي بين مكونات العناصر. أما الشكل (7) بعد إجراء عملية التبريد السريع للأنموذج الذي أُجريت المعاملة الحرارية له فقد لوحظ تكون انقسامات وتشققات بفعل التبريد السريع الذي أدى إلى إضعاف الحدود الحبيبية مما سبب ضعفاً في قوة التلاصق والتداخل بين العناصر مؤدياً إلى حدوث الانفصال والانقسام . لقد لوحظ أيضاً من الأشكال (7,6,5) للتركيب المجهري للأنموذج قبل إجراء عملية التلبيد وبعدها بأن شكل عدد كبير من الحبيبات هو كروي وبأقطار مختلفة صغيرة وكبيرة ، الا أنها تبدو بأقطار صغيرة ومنتظمة ومتجانسة ومتداخلة بعد إجراء المعاملة الحرارية والتبريد البطيء .

2- نتائج فحص حيود الأشعة السينية

أما نتائج حيود الأشعة السينية فإن الشكل (8) يوضح طيف حيود الأشعة السينية للأنموذج المحضر ($Cu50Ni_{50}$) قبل إجراء عملية التلبيد ، إذ يتضح من الشكل بأن الأنموذج يمتلك بنية مكعبة متمركزة الأوجه (F.C.C) وذلك عن طريق مقارنة قيم (d) عند قيم الزوايا(2θ) العائدة لقمم الحيود (Peaks) مع الجداول القياسية لبطاقة (ASTM) . إذ يلاحظ من قمم الحيود بأن معاملات ميلر (hkl) هي إما أن تكون فردية (odd) وإما أن تكون زوجية (even) أي أن :

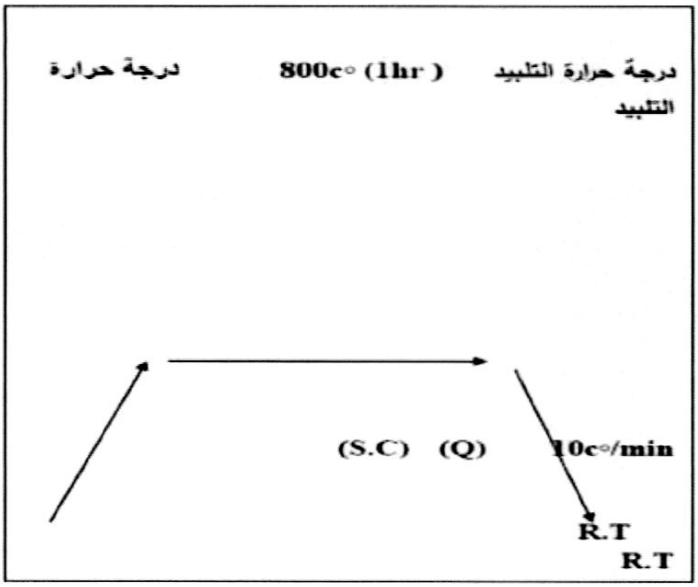
$h^2+k^2+l^2=3,4,8,11,...$

وهذا يعني أن قيم معاملات ميلر ستكون ضمن البناء البلوري (F.C.C) هي :

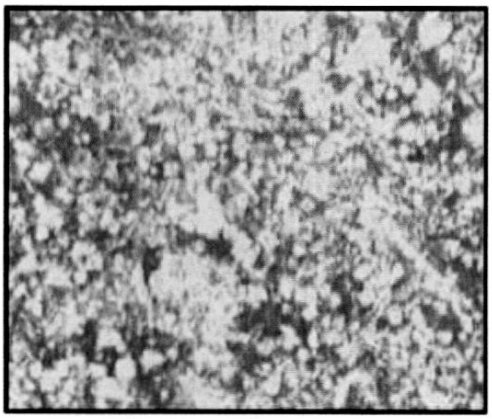
(111),(200),(220),(311).....

ويلاحظ من الشكل السابق أيضاً بأن شدة القمم قليلة وأن هناك استقرارية في مواقعها الزاوية دلالة على تجانس البنية البلورية لعناصر هذه السبيكة وهذا ما يتفق مع نتائج البنية المجهرية . أما بعد إجراء عملية التلبيد عند درجة (800C°) ولمدة (60min) فقد لوحظ ومن الشكل (9) بأن هناك تحسناً واضحاً في زيادة شدة قمم الحيود مع تغير أيضاً في عرض القمم مما يدل على النمو البلوري وتجانس البنية البلورية وتحسن جميع الصفات الفيزيائية وهذا ماينطبق تماماً مع نتائج فحوص البنية المجهرية، إذ لوحظ بعد عملية التلبيد التماسك القوي لحبيبات النيكل مع النحاس وظهورها كقطعة واحدة . إن نتائج حيود الأشعة السينيةأوضحت أيضاً التوزيع المنتظم والمتجانس للحبيبات بعد إجراء عملية التلبيد . إن النتائج المستحصلة تؤكد بأن المعاملة الحرارية عند (800C°) لمدة (60min) هي مناسبة للنماذج المدروسة وهذا ما أكدته نتائج حيود الأشعة السينية والتي لوحظ فيها انتظام قمم الحيود نتيجة لحصول النمو الحبيبي وغياب الإجهادات الحرارية مما يسمح بتكوين بنية مجهرية متجانسة يمكن الاعتماد عليها عند دراسة الخواص الفيزيائية للأنموذج . ويلاحظ من الشكل (9) الارتفاع الملحوظ لشدة حيود الذروة عند موقع الزاوية (2θ =43.27) الذي قد يعود إلى تكون طور جديد هو (Cu3.8Ni) حيث تم التأكد منه مع المواصفات القياسية لبطاقة (ASTM) عند موقع هذه الزاوية. أما عند إجراء عملية التبريد السريع فقد تبين تأثير عملية التبريد على البناء البلوري إذ يلاحظ من الشكل (10) انفصال وإزاحة قمم الحيود لمواقع مختلفة (2θ) مما يدلل على تحول مواقع العناصر إلى اتجاهات بلورية مختلفة محدثة خواص لااتجاهية (Anisotropy) [9]

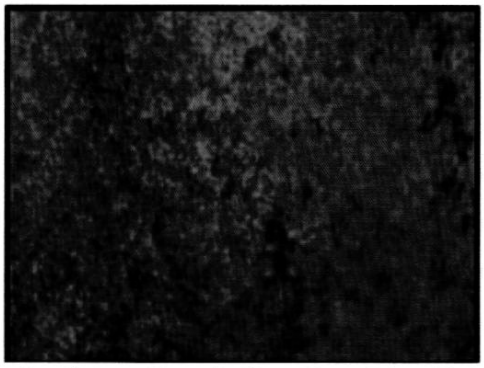
كما أن الإجهادات الحرارية الداخلية (Internal Thermal Stress) نتيجة التبريد السريع هي الأخرى تلعب دوراً على حركة الأطوار المترسبة وا ,عطاء بنية مجهرية غير متجانسة نتيجة احتمالية عدم توجه للحبيبات ونموها نتيجة التبريد السريع .



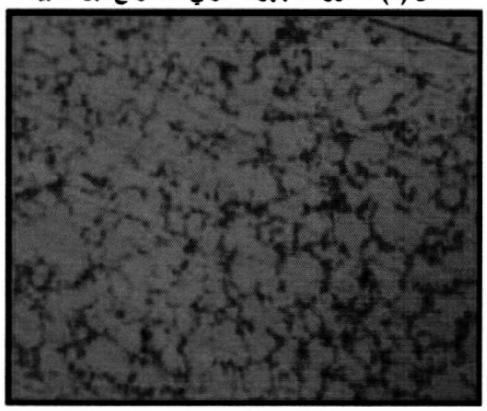
الشكل(1) يمثل يوضح عملية التلبيد التي تشمل التسخين والتبريد في الهواء



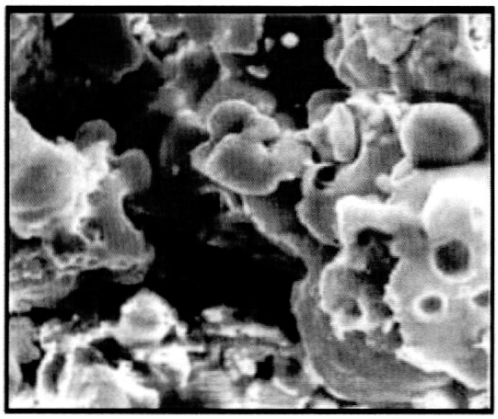
الشكل (2) الصورة المجهر الضوئي للأنموذج قبل التلبيد



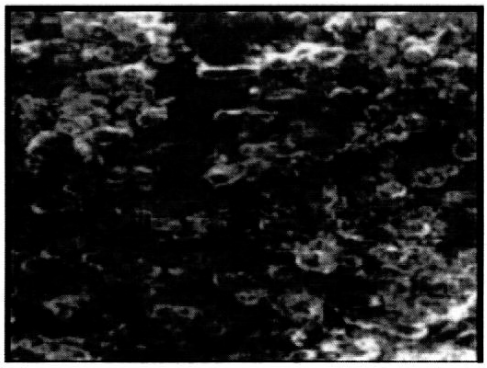
الشكل (4) صورة المجهر الضوئي للأنموذج بعد التلبيد وعند التبريد السريع



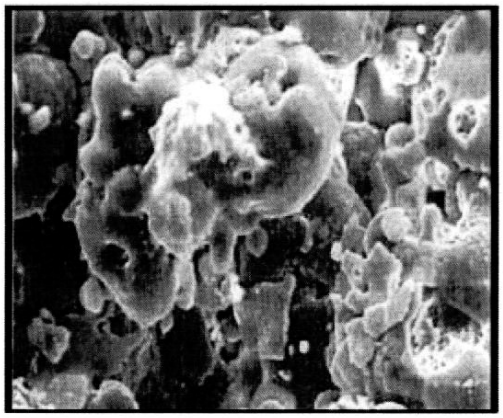
الشكل (3) صورة المجهر الضوئي للأنموذج بعد التلبيد وعند التبريد البطيء



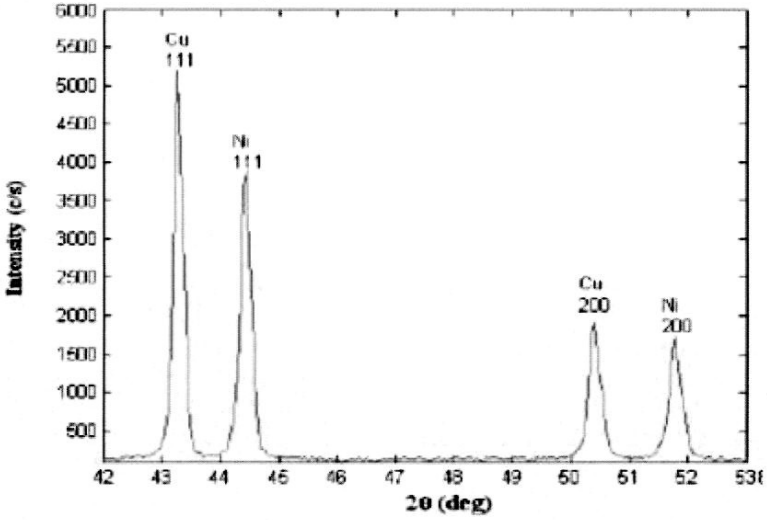
الشكل (5) صورة المجهر الماسح قبل التلبيد



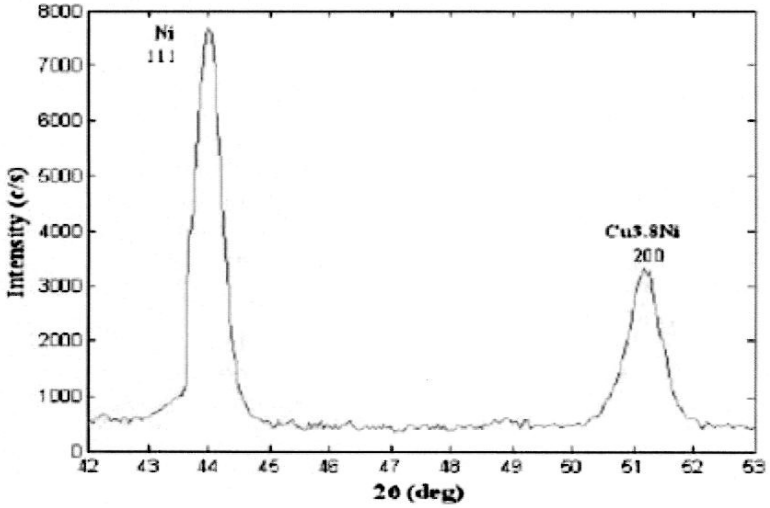
الشكل (6) صورة المجهر الماسح بعد التلبيد وعند التبريد البطيء



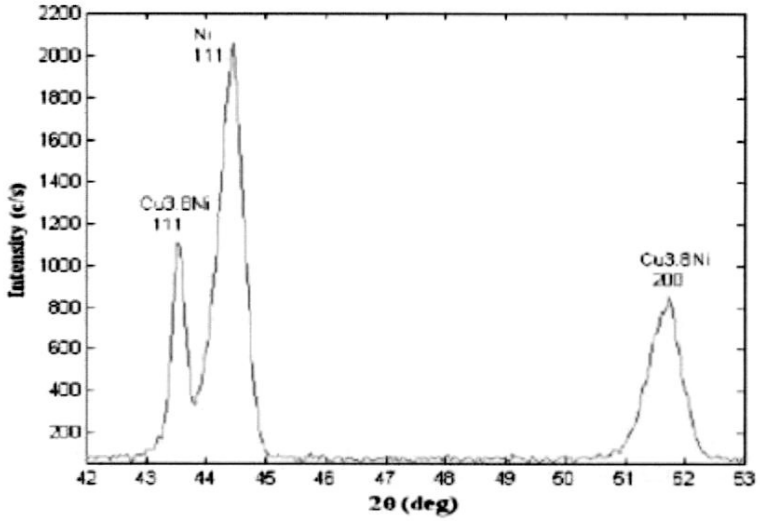
الشكل (7) صورة المجهر الماسح بعد التلبيد وعند التبريد السريع



الشكل (8) يوضح نتائج حيود الأشعة السينية للأنموذج قبل التلبيد



الشكل (9) يوضح نتائج حيود الأشعة السينية للأنموذج بعد التلبيد وعند التبريد البطيء



الشكل (10) يوضح نتائج حيود الأشعة السينية للأنموذج بعد التلبيد وعند التبريد السريع

المصادر

1- د. نوري صابر "ميكانيكا المواد الهندسية" كلية الهندسة . جامعة الخرطوم ، مطبعة جامعة الخرطوم ، دار جامعة الخرطوم للنشر، 1994 .

2-حامد صالح إبراهيم " المعاملات الحرارية لمصبوبات سبائك النحاس-نيكل كروم" ، رسالة ماجستير، قسم هندسة الإنتاج والمعادن ، الجامعة التكنولوجية ، 2006 .

3- أسيل أحمد أموري " تأثير إضافة عنصر النيكل إلى سبيكة AL-4% Cu-1.5% Mg" ، رسالة ماجستير ، قسم هندسة الإنتاج والمعادن ، الجامعة التكنولوجية ، 2008 .

4- عمر فاضل عبد الله " توظيف أشعة أكس لدراسة تأثير الحجم الحبيبي للنحاس بعض سبائكه على معاملات التوهين " رسالة ماجستير ، كلية التربية ، جامعة تكريت ، 2010 .

5- عقيل علي ناظم ومهدي مطر حنون " تأثير إضافة مسحوق كاربيد السليكون على خواص مكبوسات النيكل- النحاس المنتجة بطريقة تكنولوجيا المساحيق" ، مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، مجلد 29 ، العدد 11، 2011، ص497-507 .

6- S.B. Yusoff "Effect of Milling Time on Mechanical and Physical Behavior of ALMMC Reinforced with Al_2O_3"Faculty of Mechanical Mechanical Engineering ,University Malaysia Pahang , 2008 .

7- M. Cunha "Compounding and Processing of a Water Soluble Binder for Powder Injection Moulding "Universidade do Minho , 2008 .

8- A. Kucuk "Development of Porous Ceramics for Air Diffuser Applications"Thesis Master Izmir Institute of Technology , 2009 .

9- Hethering , M.G, "Microstructure and Domain Studies in Fe-Ni alloys" Journal of Applied Physics, vol 57, 2003, p12 .

Study structural properties for (Cuso Niso) alloy prepared by powder technique

I.K. Jassim , K.I. Khalil , R.H. Ahmed

Dp.of physics , college of education , University of Tikrit , Tikrit , Iraq

(Received: 11 / 6 / 2013 ---- Accepted: 7 / 7 / 2013)

Abstract

The idea of this search is prepared the binary system Cu-Ni at the rate (Cu_{50} Ni_{50}) by using powder technology method. Pure copper and Nickel was used by weight method then grinding ,mixing and pressing at pressure 8 ton for 1 min . Heat treatment for sample have been done at (800)° C for (1) at air then two methods were used for cooling alloy one was slow cooling and the other was quenching , The effect of heat treatment and cooling method have been study related with structural properties . The results of microstructure and X-ray diffraction proved good results after heat treatment for alloy especially after slow cooling .

Keywords : Cu-Ni alloys, composite materials, powder metallurgy, materials science .