دراسة الخواص الفيزيائية لطبقات الطلاء (المنيوم – نيكل) المحضرة بطريقة الرش الحراري باللهب

لطفي علي محمود ، عبد الكريم دهش علي ، محمد عجمي عبد

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

(تاريخ الاستلام: ٢٧ / ٦ / ٢٠١١ ---- **تاريخ القبول:** ٢٦ / ١٠ / ٢٠١١)

الملخص

تم إجراء عملية آلرش ألحراري بطريقة أللهب لمسحوق ألطلاء (ألمنيوم – نيكل) على قاعدة من ألفولاذ (L 316) ، بعد أن تم تقطيعها بشكل أقراص بقطر (20 mm) وسمك (3mm). تم تخشينها بطريقة ألتسنين ومن ثم تنظيفها بواسطة كحول ألإيثانول. تم دراسة تأثيير مسافة ألرش بإعتبارها أهم معلمات ألرش على ألخواص ألميكانيكية ألمتمثلة بألمسامية ،ألصلادة وألتركيب ألمجهري ، حيث أجريت عملية ألطلاء عند مسافات رش مختلفة (10,15,20,25,30) cm . لقد قمنا بدراسة هذه ألخواص للطلاء بعد ألرش وبعد ألمعاملة ألحرارية عند (700 C°) لمدة ساعة واحدة في فرن غير مفرغ ، أكدت ألنتائج بأن أفضل ألمتغيرات لعملية ألرش بأللهب تعطي خواص جيدة عند مسافة ألرش (15cm) ، كما أن هناك تحسناً في أنخفاض نسبة ألمسامية مع أرتفاع قيم ألصلادة بعد ألمعاملة ألحرارية.

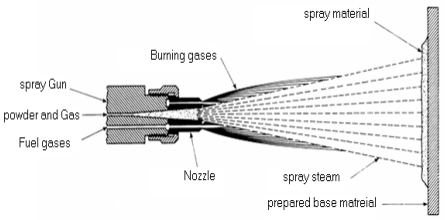
1 – ألمقدمة :

أحدثت التطورات الكبيرة في تكنلوجيا هندسة السطوح تطبيقات عملية لحماية الأجزاء المعرضة للتلف وإعادتها إلى الخدمة وتقليل الكلفة وتحسين الأداء عن طريق عمليات الرش الحراري لكي تعطي غطاءا حاميا بسمك يتراوح من (50µm - 2mm) من مواد الطلاء [١] . العديد من المواد يمكن أن تستخدم لتنتج طلاءات الرش الحراري وبذلك تعطي حلول لمسائل التآكل ألمختلفة وهي مواد تتضمن (المعادن – ألسيراميك – البوليمرات – المواد المتراكبة) وهي مواد يمكن أن تكون بشكل أسلاك أو مساحيق صغيرة الحجم الحبيبي [٢،٣] . لقد إحتلت تقنيات الرش الحرا ي مكانة متقدمة في عمليات الطلاء ، إذ تسمح بإستخدام مدى واسع من المواد إبتداءاً من المواد ذات درجات الإنصهار الواطئة إلى المواد ذات درجات الإنصهار العالية ، كما تعد هذه ألتقنيات واحدة من أهم الوسائل المستخدمةً صناعيا في عمليات الإكساء السطحي للمتطلبات الصناعية خاصة في طلاء القطع الكبيرة وبكفاءة جيدة ومعدلات ترسيب عالية [١] . تختلف عملية الرش الحراري باللهب عن باقي عمليات الرش الأخرى ، حيث يمكن أن تستخدم في حالة الرش للمسحوق أو الأسلاك وهي مصممة للرش الحراري للسبائك المعدنية وغير المعدنية [٤] .إن سبيكة نيكل – ألمنيوم تعد من السبائك المهمة حيث تستخدم في درجات الحرارة العالية والواطئة وهي سبيكة مقاومة للتآكل ، والسبب يعود إلى قدرة السبيكة على تكوين طبقة أوكسيدية حامية ذات كثافة وقوة تلاصق جيدة المعروفة بأوكسيد الألمنيوم [٥] . كما أن للسبيكة أطوار مهمة مثل الطور (Ni3Al) المعروف بالطور (γphase) ولها أهمية غير محدودة بسبب إستخدامها الواسع في ألتكنلوجيا الصناعية ، وخاصة السبائك الفائقة (super alloy) والمستخدمة في تركيب الأجزاء المعرضة إلى درجات الحرارة العالية للمحركات النفاثة وكذلك التطبيقات الفضائية [٦] .

2- ألجانب ألعملي :

أستخدم في هذا البحث قواعد للطلاء من الفولاذ (L 316) ، حيث تم تقطيعها على شكل أقراص بقطر (20 mm) وسمك (3 mm) .

أما بالنسبة لمادة الطلاء فقد كانت خليط من مسحوق (ألمنيوم– نيكل) بنسب (50% نيكل و% 50 ألمنيوم) وبمعدل حجم حبيبي يتراوح من µm(١٠٠ – ٧٥) . تم تحضير أسطح القواعد لعملية الرش من خلال تخشينها بطريقة التسنين وذلك لزيادة التلاصق بين طبقة الطلاء والقاعدة ، وبعدها تم إجراء تنظيف كيميائي للعينات بكحول الإيثانول للتخلص من الملوثات التي تعيق عملية التلاصق مثل الدهون، واالأكاسيد.تم إجراء عملية الرش الحراري باللهب (Flame thermal spraying) والشكل (1) يوضح عملية الرش الحراري باللهب بأستخدام المساحيق [٢] .



شكل (١) يوضح عملية الرش الحراري باللهب [٢].

الجدول (١) يوضح أهم معلمات الرش التي تم الأعتماد عليها في عملية الرش . تم أجراء المعاملة الحرارية للعينات بأستخدام فرن غير مفرغ عند درجة حرارة C° 700 وذلك لملاحظة تأثيرها على طبقة الطلاء . تم إجراء فحص المسامية بأستخدام قاعدة الغمر لأرخميدس (Immersion method) وفق ألمواصفة ألقياسية (ASTM - C830) [٧] . أماقياس الصلادة فقد تم إجرائها بأستخدام صلادة فيكرز(Vickers Hardness) بإستخدام جهاز (THV-501E) نوع MeTKON فرنسي المنشأ بأستخدام حمل مقداره 100gm. كما أجري الفحص المجهري للعينات باستخدام المجهر الضوئي نوع ( ) H200 - Xgb. أخيراً فالأطوار المتكونة بعد عملية الرش فقد تم التعرف عليها من خلال حيود ألأشعة ألسينية (XRD) والفحوص المجهرية .

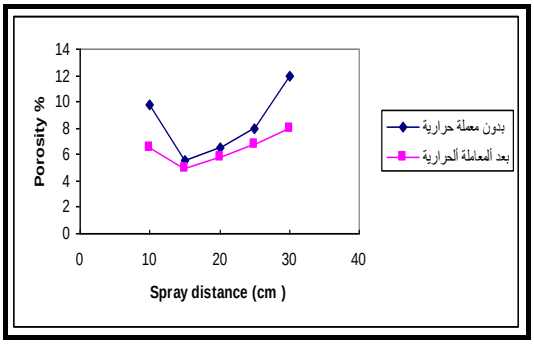
ISSN:1813 –

جدول (1) يوضح معلمات عملية الرش

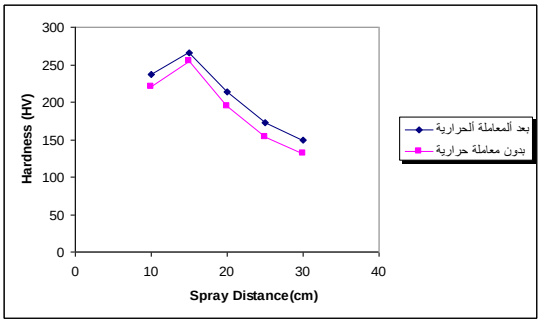
نسبة خلط أوكسي – أستيلين	1:3
مسافات الرش	(10,15,20,25,30)cm
درجة حرارة الشعلة	(3000 – 3025)
الحجم الحبيبي للمسحوق	(75 – 100) µM
سمك الطلاء	1.3 mm

3- ألنتائج وألمناقشة :

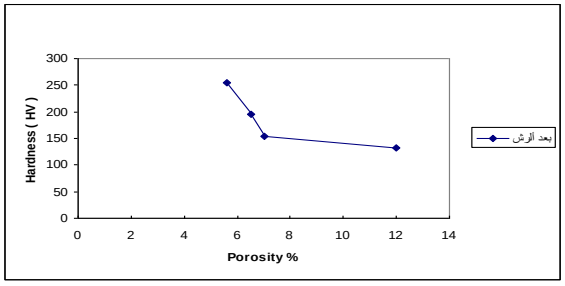
من خلال الإختبارات التي أجريت على دراسة تأثير مسافة الرش على خواص الطلاء ، فقد تم الحصول على أفضل خواص مثالية حينما تكون مسافة الرش (15cm) . تم الحصول على أقل قيمة للمسامية عند مسافة الرش (15cm) حيث كانت نسبة ألمسامية (5.6%) ، أما عند المسافة القريبة للرش فإن المسامية عالية ، وذلك لكون قطرات المادة المنصهرة تمتلك حرارة عالية مما يؤدي إلى أن تمتلك ذراتها طاقة حركية عالية وعند إصطدامها بالقاعدة يحدث لها تشتت بإتجاهات مختلفة وبالتالي تكون المسامية عالية. وبأزدياد مسافة الرش فإن قيم المسامية تبدأ بالزيادة كما في الشكل (٢) . إن سبب إرتفاع قيم المسامية عند مسافات الرش البعيدة هو حدوث تجمد جزئي للدقائق قبل الإصطدام مباشرة أي عدم إنصهارها بشكل كامل وحصول عملية التأكسد للجسيمات قبل وصولها قاعدة الطلاء وبهذا تزداد قيمة المسامية [٨] إن إختبار الصلادة يوضح يوضح مقاومة طبقة الطلاء للإختراق . إن نتائج ألعلاقة بين مسافة الرش والصلادة نلاحظها من الشكل (٣) ، حيث كانت أفضل مايمكن عند مسافة الرش (15cm) وبقيمة صلادة بحدود (254.9 HV) . إن زيادة مسافة الرش تؤدي إلى التقليل من قيمة الصلادة بسبب العيوب السطحية المتمثلة بالمسامية وعمليات التأكسد للدقائق حيث تكون طبقة الطلاء الناتجة أقل مقاومة للإختراق . عند إجراء المعاملة الحراريةC 700 نلاحظ تحسن في طبقة الطلاء حيث إنخفضت المسامية إلى (4.9 %) عند المسافة المثالية للرش (15cm) كما في الشكل (٢) . إن السبب في ذلك يعزى إلى حدوث عمليات التلبيد والإنتشار وزيادة الترابط بين مكونات الطلاء ، وبين مكونات الطلاء ألقاعدة.أما قيمة الصلادة فقد إزدادت أيضاً كما في الشكل (٣) حيث أصبحت (266 HV) عند نفس المسافة ، والسبب في ذلك هوأن إنخفاض المسامية أدى إلى زيادة كثافة طبقة الطلاء وزيادة الترابط بين مكوناتها ، وبالتالي تزداد مقاومة طبقة الطلاء للإختراق والتشوه . الشكل (٤) يوضح العلاقة بين المسامية والصلادة بأستثناء مسافة الرش المثالية ، حيث لوحظ بأنخفاض قيم المسامية يؤدي إلى زيادة قيم الصلادة . الفحص المجهري يوضح أن أفضل مسافة للرش هي (15cm) ، حيث يلاحظ بأن طبقة الطلاء الناتجة متجانسة وأكثر إنتضاماً عن غيرها من مسافات الرش الأخرى التي نلاحظ فيها عدم الإنتضام وعدم التجانس ، ووجود دقائق منجمدة جزئياً بالإضافة إلى التشققات ، الشكل (٥) يوضح البنية المجهرية لطبقة الطلاء قبل المعاملة الحرارية. أماعند إجراء المعاملة الحرارية فقد لوحظ حدوث إنتشاروترابط بين مكونات الطلاء كما في الشكل (٦). نتائج حيود الأشعة السينية لطبقة الطلاء بعد الرش تم التعرف عليها من خلال مقارنة نتائج قيم المسافات البينية بين المستويات المحادة مع جداول قياسية طبقاً إلى المواصفات الأمريكية (ASTM) وكانت الأطوار المتكونة هي (Ni3Al) والطور (Al3Ni) ويعدان الطوران الأكثر إنتشاراً في سبيكة (Ni-Al) التي تمتاز بالصلادة العالية ، التوصيلية الحراريةالجيدة ، درجة إنصهارها عالية ، كما أنها مقاومة للتاكسد [٩،٥] . شكل (٧) يوضح مخطط حيود ألأشعة ألسينية لطبقة الطلاء بعد عملية الرش .



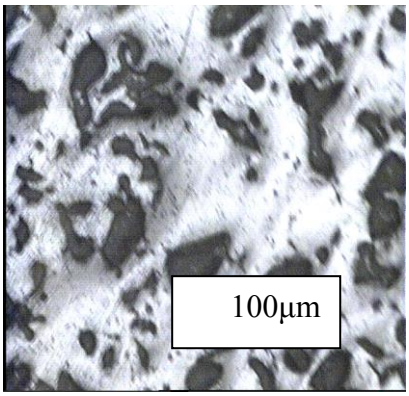
شكل (٢) علاقة المسامية مع الرش قبل وبعد المعاملة الحرارية .



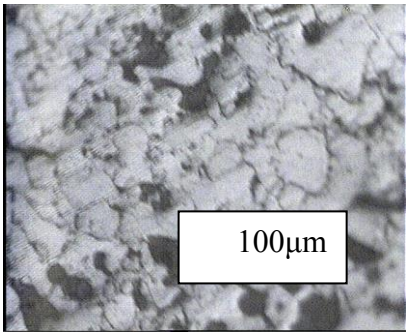
شكل (٣) علاقة الصلادة مع مسافة الرش قبل وبعد المعاملة الحرارية



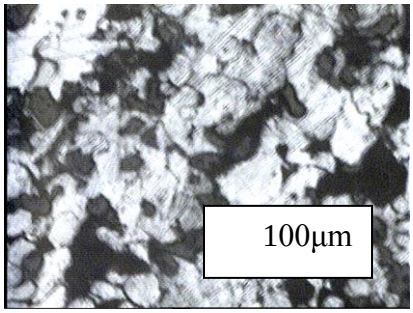
شكل (٤) يوضح علاقة المسامية مع الصلادة



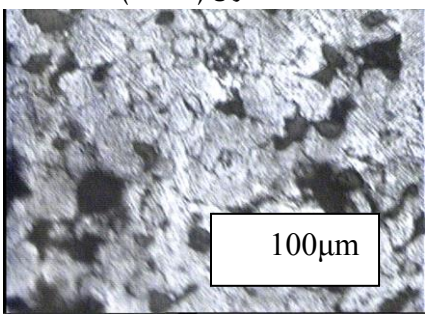
مسافة الرش(10 cm)



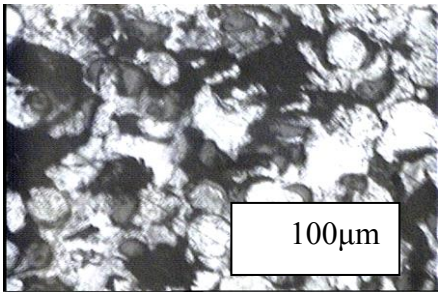
مسافة الرش (15 cm)



مسافة الرش (20 cm)

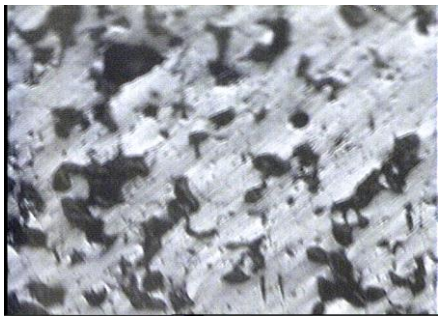


مسافة الرش (25 cm)

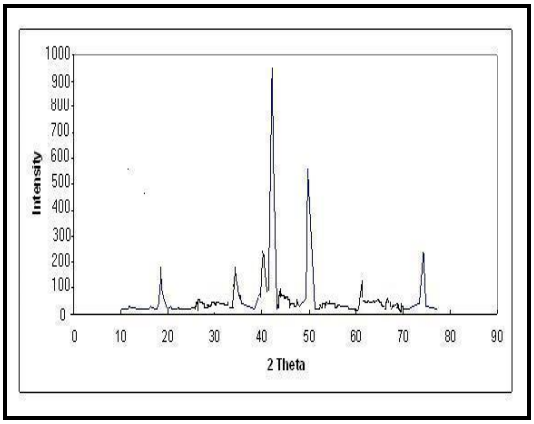


مسافة الرش (30cm)

شكل (٥) البنية المجهرية لطبقات الطلاء عند مسافات الرش المختلفة.



شكل (٦) البنية المجهرية لطبقة الطلاء عند مسافة الرش (15cm) بعد المعاملة الحرارية



شكل (٧) مخطط حيود الأشعة السينية لطبقة الطلاء بعدالرش عند مسافة الرشcm ١٥.

4- ألإستنتاجات:

إن من أهم الإستنتاجات في هذا البحث بإستخدام عملية الرش الحراري باللهب هي :

1- تعتمد خواص طبقة الطلاء على مسافة الرش بإعتبارها أهم معالم عمليات الرش الحراري ، لقد وجد بأن أفضل الخواص لإنتاج طبقة طلاء متجانسة وخالية من العيوب السطحية عندما تكون مسافة الرش (15cm) .

2- إن خواص طبقة الطلاء تتحسن بعد إجراء المعاملة الحرارية حيث تقل نسبة المسامية وإزدادت قيمة الصلادة .

3- العلاقة بين الصلادة والمسامية هي علاقة عكسية ، حيث كلما إنخفضت قيمة المسامية إزدادت قيمة الصلادة وبالعكس .

5- ألمصادر :

١- أسماعيل خليل جاسم ، دراسة بعض العوامل المؤثرة في كفاءة إكساء سطوح الريش التوربينية بطريقة الرش الحراري ، مجلة إبن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية ، المجلد (19) ، العدد(4) ، 2006 .

2- L.Martia , L. Berndt and C.Berndt , Thermal spray coatings, Name ⁄ bam- asmint - 105545⁄ 6494 – 04d4- mp3 , 2003

3- A.kukuk , R.S. Lima and C.C Berndt , composite coating of Si**3**N**4** soda Lime silica produced by thermal spray process, Journal of materials and performance ,Vol (9), pp.(603 – 608), 2000 . 4-Y.A AL- shehri , Mechanical and Metallurigical properties of two –layered Diamalloy 4010 and HVOF coating, master of Engeneering, Dublin City University, 2011.

5-M.A Marques, Nickel and Nickel Aluminide (Ni**3**Al , Al**3**Ni) , Journal of Engineering materials production Reviews , Vol.(2) , pp.(20 -26), 2007.

6- H.Choe, D.C. Dunald ,Synthesis Structure and Mechanical properties of Ni – Al and Ni – Al – Cr Super alloy famoas , Acta materialia Vol. (52) , pp.(1238 – 1295) , 2003 .

7- Annual Book (ASTM) standards, American society for Testing and material, U.S.A, C830, 1989

8-Evaluation of surface preparation and Application parameters for Arc- sprayed metal coatings, A. bietelman and W. Corbett, U.S Army corps of engineering ,Washington , DC 20314 – 1000 , Under Hpm and S work Unit 33116 , 2001 .

9- J.colin, S. Serna, B.Campillo, O.Florez and J.G. Gonzalez, Corrosion performance of aRapidly solidified Ni Al Inter metallic macro allolled with Fe in 0.5M H2 SO4, International Journal of Electrochemical Science, Vol.(2), pp. (947 – 957) , 2007.

Study of physical properties of (Al – Ni) coating layers Prepared by thermal spray process by Flame

Lutfi. A Mahmood , Abdul Kareem. D Ali , Mohammed .A Ab

Physics Department , College of Education , Tikrit University , Tikrit , Iraq

(**Received:** 27 / 6 / 2011 ---- **Accepted:** 26 / 10 / 2011)

Abstract

Flame thermal spray process have been used of (Ni – Al) powders on stainless steel (316L) with diameter 20mm and thickeness 3mm after roughing by threading method.These samples are then cleaned by eathanol Then we studied the effect of spray distance , which considered to be the importance parameters spray on mechanical properties like porosity, hardness and the microstructure .Flame spraying process has been done with different distances (10,15,20,25,30)cm . we studied the properties after spraying and after heat treatment . Heat treatment have been done at Tembereture 700 C^{o} for one hour at Furance with out vacuum . The results show that the best parameters in the thermal spray process by flame gave us good properties achieved successfully if the distance spray was (15cm). After heat treatment the porosity is decreased and the hardness is increased