

Effect of Laser Surface Treatment on the Properties of Composite Material Produced by Powder Technology

Khansaa Dawood Selman

Electromechanical Engineering Department, University of Technology / Baghdad

Enaam Obeid Hassoun

Electromechanical Engineering Department, University of Technology / Baghdad

Dunia Hermez Esckndar

Electromechanical Engineering Department, University of Technology / Baghdad

E-mail:dunia060708@yahoo.com

Ameer Saadi Shajar

Electromechanical Engineering Department, University of Technology / Baghdad

Received on: 30/5/2012 & Accepted on: 7/3/2013

ABSTRACT

In this investigation we obtained composite material by the powder technology process of metallic matrix which posses particle size (20 μ m) with changing the percentage of additive ceramic material which posses particle size (53 μ m) which is widely used in aerospace vehicle ,medical and engineering applications. Macro hardness and physical properties (density ,porosity), also microstructure which were produced from laser surface treatment of the composite material were done into two stages:

1- To study the first stage: study the effect of the changing in the percentage of the additive ceramic material SiC (%5 ,%10 ,%15 ,%20) on hardness and physical properties of composite material before and after sintering of the specimens.

2-The second stage :The study the effect of laser surface treatment on hardness and physical properties with different percentages.

Pluse Nd:YAG laser was used with frequency (3Hz),wave length (1064nm), laser energy (1J) and pluse width (100 nm) and study the effect of one pluse and two pluses on hardness after sintering of the specimens.

The results which were obtained experimentally reveals the impovment in the structure and hardness and also the physical properties (density ,porosity) for the specimens treated by laser with two pluses and additive percentage (%20) .

تأثير المعاملة الحرارية السطحية بالليزر على خواص المادة متراكبة منتجة بطريقة تكنولوجيا المساحيق

الخلاصة

في هذا البحث تم الحصول على مادة متراكبة بطريقة تكنولوجيا المساحيق ذات اساس معدني (Al) بحجم حبيبي (20 μ m) مع تغير نسبة المادة السيراميكية المضافة (SiC) بحجم حبيبي (53 μ m) ذات التطبيقات الواسعة في السفن الفضائية ,وكذلك التطبيقات الطبية والهندسية . وقد

تمت دراسة الخواص الميكانيكية (الصلادة المايكروية) والخواص الفيزيائية (الكثافة ،المسامية) ، وكذلك البنية المجهرية للمادة المنتجة على مرحلتين :
1-المرحلة الاولى : دراسة تأثير التغير في نسبة المادة السيراميكية المضافة (5% , 10% , 15% , 20%) على الخواص الميكانيكية والفيزيائية للمادة المنتجة قبل وبعد تلييد العينات.
2-المرحلة الثانية : دراسة تأثير التصليد السطحي بالليزر على الخواص الميكانيكية والفيزيائية للمادة المنتجة عند نسبة اضافة متغيرة . تم استخدام ليزر نيديميوم - ياك من النوع النبضي Pulse Nd:YAG with out (SHG) بتردد 3Hz وطول موجي (1064 nm) وطاقة (E=1J) ومقدار عرض النبضة (with of pluse 100nm) ودراسة تأثير نبضة واحدة او نبضتين على الخواص الميكانيكية وذلك بعد تلييد العينات.
أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها عمليا تحسن البنية المجهرية وكذلك تحسن واضح في الخواص الميكانيكية (الصلادة المايكروية) والخواص الفيزيائية (الكثافة ،المسامية) وخاصة للعينات المعاملة بالليزر (2 pluse of laser) ونسبة الاضافة (20%).

المقدمة

في الاونة الاخيرة ازداد الاهتمام بالمواد المتراكبة المصنعة بطريقة تكنولوجيا المساحيق مثل المادة المتراكبة المتكونه من ارضية من الالمنيوم المقواة بمادة كاربيد السليكون والتي ينتج عنها تحسن في الخواص الميكانيكية (المقاومة) وكذلك تحسن في الخواص الفيزيائية (الموصلية الحرارية) [1]. تعتبر المواد المتراكبة المنتجة بطريقة تكنولوجيا المساحيق (Powder Technology) المتقدمة ذات خواص مهمة تناسب العديد من التطبيقات الصناعية لانها تجمع بين خواص مادتين او أكثر وذلك من خلال التحكم بنوع ونسب المواد الاولية او طرق تصنيعها. أن المواد المتراكبة المصنعة بطريقة تكنولوجيا المساحيق ذات تطبيقات واسعة منها صناعة عدد القطع ،محامل ذاتية التزيت ،التروس [2,3]. أن المادة المتراكبة (Composite Material) ناتجة عن ارتباط مادتين او اكثر مع بعضها ارتباطا فيزيائيا وعدم تفاعلها كيميائيا وتتنصرف على اساس المادة ككتلة واحدة بحيث تمتلك خواص افضل مقارنة بخواص مكوناته ويحددها قانون الخلط (Rule of mixture) وتعتبر من المواد الهندسية ذات الخواص الميكانيكية العالية لانها تمتلك مقاومة ومثانة (Stiffness) عاليتين.

ان اهم العوامل التي جعلت المواد المتراكبة تتفوق على المواد التقليدية الاعتيادية هي: انخفاض الكلفة، الانتاج الواسع ، تحمل الأجهادات لفترة طويلة مع كثافة واطئة نسبياً وكذلك المقاومة والمثانة العاليتين اذ أن نسبة المثانة الى الوزن عالية ،وتتصف المواد المتراكبة الى تصنيفات مختلفة منها مايعتمد على المادة الاساس المستعملة والتي بدورها تصنف الى مادة متراكبة ذات أساس معدني (MMC) ومادة متراكبة ذات أساس سيراميكي (CMC) ومادة متراكبة ذات أساس بوليمري (PMC) أما تصنيفها اعتمادا على نوع مادة التقوية فتتضمن التقوية بالدقائق ،التقوية بالالياف والتقوية بالطبقات [4,5].

ان المواد المتراكبة ذات الاساس المعدني تمتلك خواص مميزة وذلك لتطبيقاتها الواسعة في صناعة هياكل الطائرات والسفن الفضائية وصناعة اجزاء السيارات والصناعات الالكترونية [6,7]. والسبب الرئيسي لاستعمالها في مجالات علمية دقيقة انها تمتلك ترابطاً قوياً ما بين المادة الاساس ومادة التقوية وامكانية حدوث انتشار فيما بينهما [8]. ركزت الابحاث العلمية في السنوات الاخيرة على الاهتمام بالسيطرة على المحددات المرافقة لتصنيع المواد المتراكبة المعدنية من خلال الاهتمام بالسيطرة على معامل التمدد الحراري والتوصيلية الحرارية والاحتكاك ومقاومة البليان ، وذلك من اجل زيادة امكانية استعمال هذه المواد في مختلف التطبيقات [6,9,10].
يمتلك الالمنيوم خواص مهمة مثل الكثافة المنخفضة وكذلك زيادة في نسبة المقاومة / الوزن تجعله مناسباً لعدة تطبيقات هندسية. ان المواد المتراكبة ذات الاساس من الالمنيوم والمقواة بدقائق من كاربيد السليكون هي الاكثر استخداماً لان هذه المواد تعطي مقاومة بلى وتاكل جيدة [11,12].

تعتبر الكاربيدات وأكاسيد المعادن من أكثر أنواع المواد السيراميكية التي تستخدم كمادة مضافة للحصول على المواد المترابكة ومنها كاربيد السليكون [13]. أن تقنية تكنولوجيا المساحيق (Powder Technology) أدت الى تطوير الكاربيدات الملبدة والمواد المترابكة مع إمكانية إنتاج مواد غير قابلة للالتحام مع بعضها مثل تصنيع أجزاء معقدة وكراسي التحميل والمكثفات [14]. ان عملية خلط دقائق SiC في الارضية يقلل من عدد المسامات مما يجعل عملية توزيع دقائق SiC في الارضية أكثر انتظاماً وبالتالي يزيد من الترابط عند السطوح الفاصلة ما بين دقائق Al و SiC وتجانس المنتج النهائي , فضلاً عن ان الخلط يؤثر في عملية تلييد المساحيق المكبوسة مما يؤدي الى زيادة التلاحم ما بين الدقائق وكذلك زيادة سرعة عمليات الانتشار [15, 16].

الجانب العملي

تم استخدام مسحوق الالمنيوم ذو حجم دقائق (20 μm) والمصنع بواسطة شركة (South Bay Technology (SBT)) الامريكية كمادة اساس معدنية للمادة المترابكة المستخدمة في البحث . أما المادة المضافة فقد تم استخدام مسحوق كاربيدالسليكون SiC ذو حجم دقائق (53μm) وقد تمت أضافته بنسب مئوية وزنية مقدارها (5% , 10% , 15% , 20%) الى مسحوق الالمنيوم والجدول رقم (1) يبين بعض خواص الالمنيوم أما الجدول رقم (2) فيبين الخواص الميكانيكية والفيزيائية لعدد من المواد السيراميكية.

جدول رقم (1) بعض خواص الالمنيوم [11] .

Physical Properties	
Density	2.7 g/cm ³
Mechanical Properties	
Hardness Vickers	15 HV
Modulus of Elasticity	68 GPa
Shear Modulus	25 MPa
Electrical Properties	
Electrical Resistivity	2.7*10 ⁻⁶ ohm-cm
Thermal Properties	
Melting Point	660.37 °C
Specific Heat Capacity	0.9 J/kg-°C
Thermal Conductivity	210 W/m-K
Heat of Fusion	386.9*10 ³ J/kg

جدول رقم (2) خواص كاربيد السليكون [12].

Property	Value
Density	3.21 g/cm ³
Specific Heat	0.66 J/kg ° c
Flexural Strength	450 MPa
Fracture Toughness	2.94 MPa m ^{1/2}
Hardness	2800 HV

تصنيع المادة التراكبية :

تهيئة المزيج الاساس

تم تهيئة المزيج وذلك باضافة كاربيد السليكون بالنسب (5% , 10% , 15% , 20%) الى مسحوق الالمنيوم وذلك لدراسة تأثير النسب الوزنية لكاربيد السليكون المضافة الى مسحوق الالمنيوم .

الخط

تم خلط كاربيد السليكون بالنسب المذكورة سابقا مع مسحوق الالمنيوم داخل وعاء زجاجي، تم المزج لمدة (15min) وذلك للحصول على التوزيع المنتظم والمتجانس لدقائق كاربيد السليكون مع الالمنيوم، وتم وزن النسب المئوية الوزنية بأستعمال ميزان الكتروني حديث ذو حساسية عالية (0.0001).

الكبس (التدميج)

في هذه المرحلة يتم تشكيل العينات وذلك من خلال اتباع تقنية الكبس باتجاه واحد (Uniaxial) بأستخدام قالب من الفولاذ مصلد حراريا بضغط مقداره (2 ton) بواسطة مكبس هيدروليكي لمدة (1 min) .

التلييد

تم اجراء التلييد للمكبوسات من خلال وضعها داخل الفرن حيث تم استعمال جو مكربن لمنع حصول التاكسد للعينات ولتقليل التلوث الناتج عن الهواء الجوي وكما يلي:
الجو المكربن الهدف منه هو حماية العينات من التاكسد ويتم بوضع العينات في حاوية سيراميكية ومن ثم وضع بودقه صغيرة من مادة الالومينا تشبه فنجان القهوة فوق كل عينة ومن ثم احاطة البوداق الموضوعه بشكل مقلوب فوق كل عينة بالفحم الذي يعطي الجو المكربن عند التسخين بالفرن.

الأسناد

الاسناد على البارد وكما هو معروف يتم باستخدام مادة الاسناد (مسحوق الاسناد + مادة مصلدة) بعد خلط المادتين توضع العينة في قالب بلاستيكي وتترك لمدة ٢٤ ساعة ثم يقطع الجزء السفلي من القالب وتزال المادة الزائدة وبذلك تظهر العينة عند وجهين العلوي والسفلي .
اجريت عملية الاسناد على البارد وذلك لتجنب الحصول على اطوار غير مرغوب فيها وتمهيدا لعملية التنعيم والصفل للحصول على سطح افقي .

التنعيم والصفل

للحصول على سطح افقي ناعم و صقيل ومستو خالي من العيوب .اجريت عملية التنعيم باستخدام ورق تنعيم (500,1000,1200 μm) اما عملية الصفل فقد تمت باستخدام قماش صقل خاص مع اضافة مادة الالومينا (1 μm) اثناء اجراء العملية للحصول على صور مجهرية دقيقة وواضحة للعينات بأستخدام المجهر الضوئي .

المعاملة السطحية بالليزر

بعد اجراء عملية اسناد العينات الملبدة تمت المعاملة الحرارية السطحية بالليزر للعينات وذلك بمعاملة أحد أسطح العينات المصقولة بنبضة ليزر واحدة (one pulse) والسطح الآخر بنبضتان (two pulses) وذلك بأستخدام ليزر من نوع (Pulse Nd:YAG laser without (SHG)) بتردد (3Hz) وطول موجي (1064 nm) وطاقة (E=1J) ومقدار عرض النبضة (width of pulse 100 nm) .

الاختبارات والفحوصات

اختبار الكثافة

A - الكثافة الرطبة

الكثافة الرطبة هي الكثافة الناتجة بعد كبس المسحوق وقبل تلييده.اذ تم حساب الكثافة الرطبة للنماذج من خلال وزن العينة وقياس ابعاد العينة بعد الكبس مباشرة بالمعادلة :

$$\rho_g = M_g / V_g \quad \text{حيث} \quad \text{..(1)}$$

ان :-

ρ_g : الكثافة الرطبة (g/cm^3).

M_g : كتلة الأنموذج بعد الكبس (g).

V_g : حجم الأنموذج (cm^3).

B - الكثافة بعد التلييد

$$\rho = M / V \quad \text{.... (2)}$$

وهي كثافة النماذج بعد عملية الحرق بالفرن و تم حسابها بالمعادلة :

حيث ان :-

ρ : الكثافة بعد التلييد (g/cm^3).

M : كتلة الأنموذج بعد التلييد (g).

V : حجم الأنموذج بعد التلييد (cm^3).

اختبار الصلادة

الصلادة المايكروية

اجري اختبار الصلادة المايكروية السطحية باستخدام جهاز (Hensddt Wetzlar No.23298) بتسليط حمل مقداره 500g. تم قياس الصلادة الدقيقة بتطبيق المعادلة التالية :

$$H.V = 1.8544 * F / d^2_{(ave)} \quad (kgf/mm^2) \quad \text{....(3)}$$

حيث ان :

F : الحمل المسلط (kgf).

d : قطر الاثر (mm).

البنية المجهرية

تم تحديد البنية المجهرية بتصوير العينات باستخدام مجهر ضوئي بقوة تكبير (250X) لمعرفة مدى تجانس توزيع دقائق كاربيد السيلكون بالالمنيوم ولمعرفة مدى نجاح عملية الخلط وكذلك بقوة تكبير (500X) وبمساعدة الكمبيوتر لمعرفة التغير الحاصل في العينة والنتائج عن تغير نسبة المادة المضافة .

المسامية

تم حساب المسامية من العلاقة ما بين الكثافة قبل و بعد التلييد مع الكثافة النظرية وكما في المعادلة التالية :

حيث ان :

P : المسامية للنماذج (%).

$$P = 1 - (\rho/\rho_c) \quad 100 \quad \text{.....(4)}$$

ρ : الكثافة للنماذج (g/cm^3).

ρ_c : الكثافة النظرية للخليط (g/cm^3).

الكثافة النظرية

تم حساب قيمة الكثافة النظرية من خلال معرفة النسب المئوية الوزنية للمساحيق وكثافتها وكما في المعادلة التالية والتي تسمى بقانون الخلانط :
حيث ان :

$$\rho_c : \text{الكثافة النظرية للمزيج (g/cm}^3\text{)}.$$
$$\rho_1 : \text{كثافة الالمنيوم (g/cm}^3\text{)}.$$

$$\rho_c = 100 * \rho_1 \rho_2 / X_1 \rho_2 + X_2 \rho \quad \dots (5)$$

ρ_2 : كثافة كاربيد السيليكون (g/cm³).
X1, X2 : النسبة الوزنية لمسحوق الالمنيوم و كاربيد السيليكون على التوالي.

النتائج والمناقشة

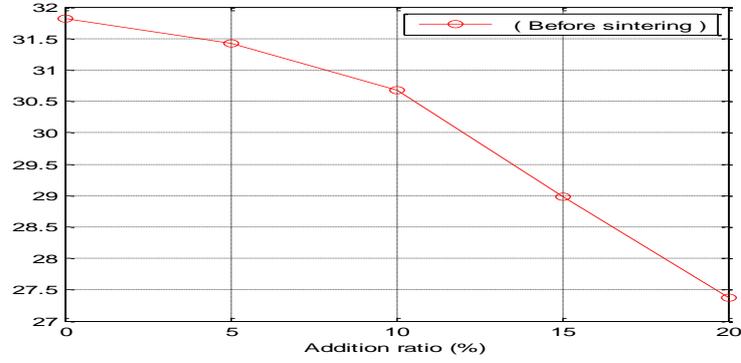
مناقشة نتائج المسامية

من خلال الشكل رقم (1) نجد ان قيمة المسامية قد انخفضت بزيادة نسبة كاربيد السليكون المضافة، وانخفضت بنسبة اكبر بعد عملية التلييد عما هي عليه قبل التلييد. وان زيادة المسامية يؤدي الى ظاهرة التبيثر (هشاشية وتفتت العينة)، لذلك فان عمليتي زيادة نسبة اضافة مادة التقوية والتلييد له الأثر الأكبر والواضح في تقليل نسبة المسامية وتحسين الخواص الميكانيكية والفيزيائية.

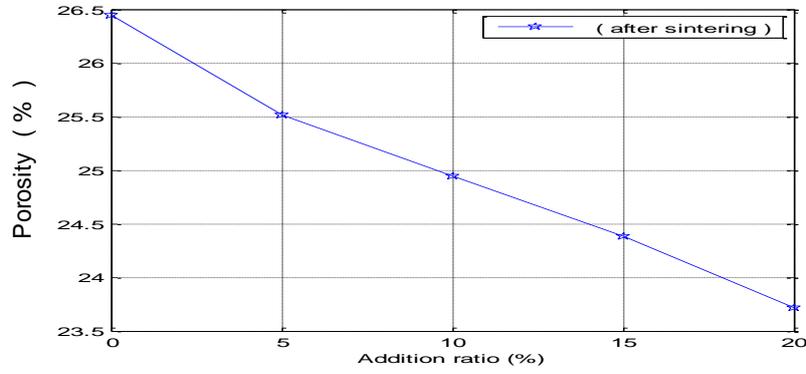
ان سبب انخفاض المسامية هو ان الغازات المتواجدة (الفراغات) ما بين دقائق المسحوق سوف تتلاشى جزئياً خلال عملية التلييد وذلك بأخذ المسامات شكل كروي عند التلييد وانفصال المسامات عن بعضها البعض واغلاق جزء من المسامات ويبقى الجزء الآخر محصوراً ما بين الدقائق، والجدول رقم (3) يوضح تغير المسامية بتغير نسبة الأضافة قبل وبعد التلييد.

جدول رقم (3) تغير المسامية بتغير نسب الأضافة للعينات قبل وبعد التلييد.

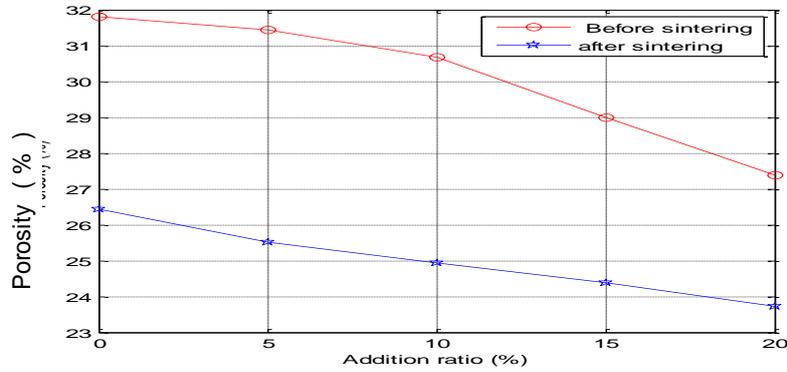
المسامية بعد التلييد %	المسامية قبل التلييد %	نسبة اضافة % (SiC)
25.513	31.422	5
24.945	30.671	10
24.384	28.979	15
23.718	27.377	20



[a]



[b]



[c]

شكل رقم (1) : تغير المسامية بتغير نسب الأضافة للعينات.

[a] قبل التلبيد.

[b] بعد التلبيد.

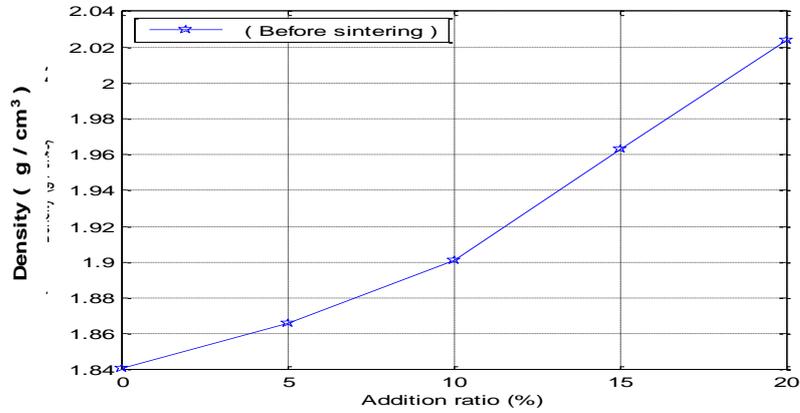
[c] المقارنة بين الاشكال قبل وبعد التلبيد.

مناقشة نتائج الكثافة للعينات قبل التلبيد وبعد التلبيد والكثافة النظرية.
من خلال الشكل رقم (2) نلاحظ ان زيادة نسبة المادة السيراميكية المضافة

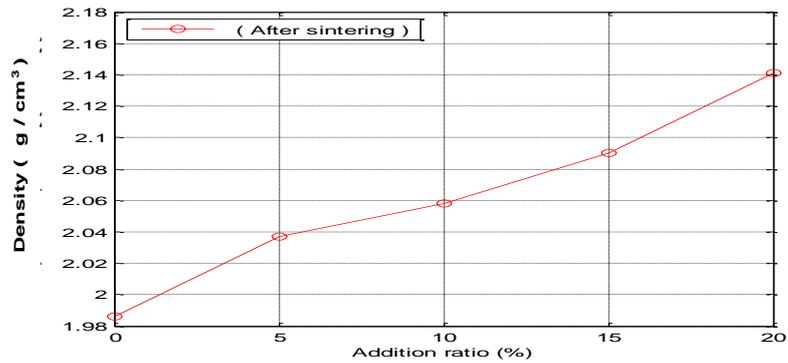
للمادة الأساس أدت الى تقليل المسامات وبالتالي زيادة كلاً من الكثافة بعد الكبس وكذلك بعد التلييد للعينات، فعند كبس المسحوق تنتشوة جسيمات المسحوق وتضغط مع بعضها البعض بحيث تصبح أكثر تماسكاً، وبذلك تكبر نقاط التلامس البدائية لتصبح مساحات تلامس، و بزيادة مساحات التماس بين الدقائق فإن قوى الترابط الذرية سوف تزداد وبالتالي تزداد الكثافة الخضراء. اما بعد التلييد فتزداد الكثافة نتيجة للحرارة العالية المسلطة في عملية التلييد والبالغة (500°C) حيث تقل نسبة المسامات بارتفاع درجات الحرارة مسببة طرد الغازات المحصورة في المسامات الى الخارج ويزداد الترابط بين دقائق المادة الأساس ومادة التقوية المضافة لألتحام الاعناق ما بين الدقائق وأخذ المسامات شكل كروي عند التلييد والأنفصال عن بعضها ويكون ذلك مصحوب بتقلص حجمي [17]. والجدول رقم (4) يوضح تغير الكثافة بتغير نسب الأضافة قبل وبعد التلييد.

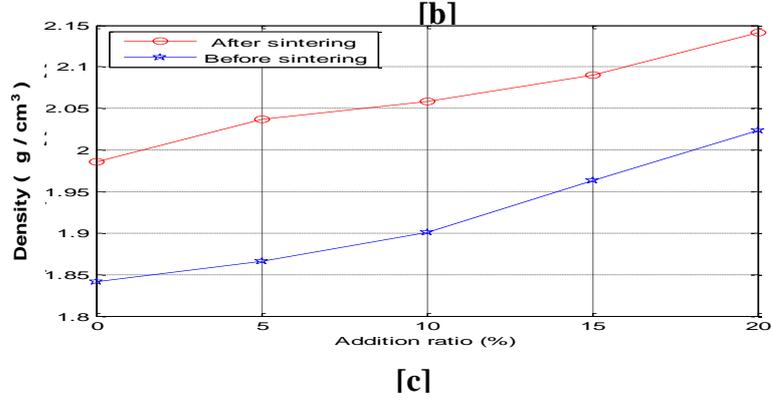
جدول رقم (4) تغير الكثافة بتغير نسب الأضافة للعينات قبل وبعد التلييد.

الكثافة بعد التلييد (g/cm^3)	الكثافة قبل التلييد (g/cm^3)	الكثافة النظرية (g/cm^3)	نسبة اضافة كاربيد السليكون % (SiC)
2.037	1.866	2.721	5
2.058	1.901	2.742	10
2.090	1.963	2.764	15
2.141	2.024	2.787	20



[a]





شكل رقم (2) تغير الكثافة بتغير نسب الأضافة للعينات. [a] قبل التلييد. [b] بعد التلييد. [c] المقارنة بين الاشكال قبل وبعد التلييد.

أما قيم الكثافة النظرية فنلاحظ ان الكثافة النظرية تزداد بزيادة نسبة المادة السيراميكية المضافة (SiC) ولكن بنسبة قليلة وذلك لتقارب كثافة الالمنيوم (2.7 g/cm^3) من كثافة كاربيد السليكون (3.2 g/cm^3).

الصلادة المايكروية

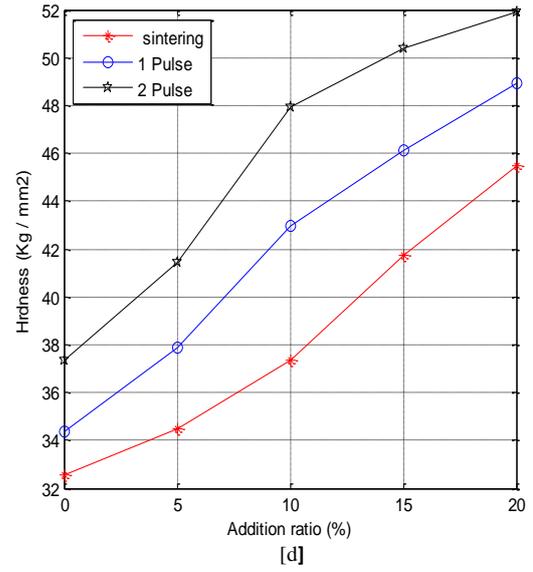
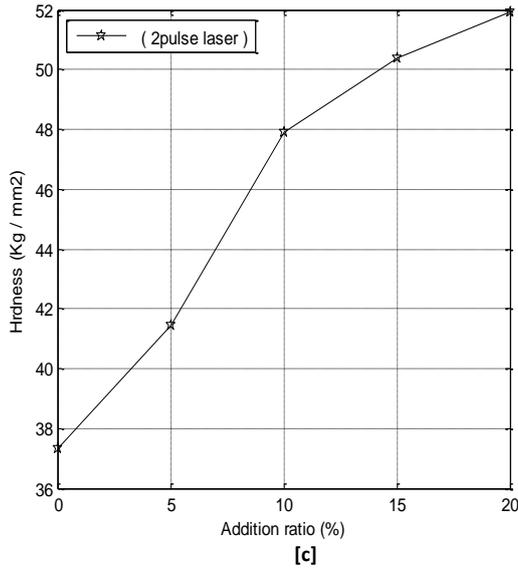
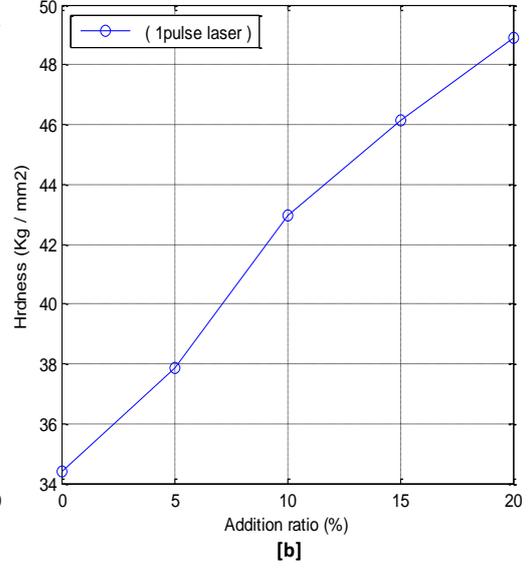
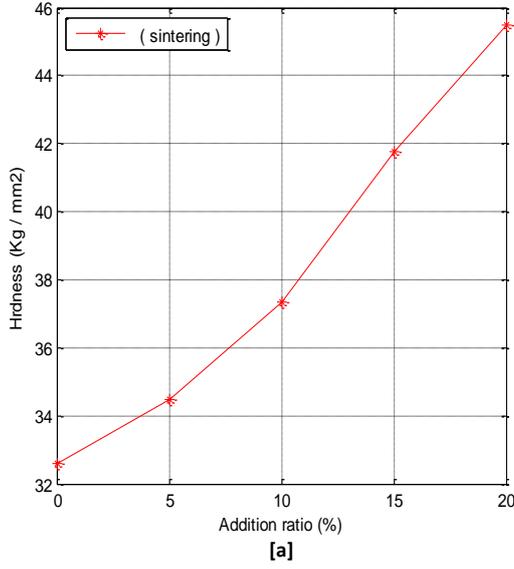
الجدول رقم (5) يبين قيم الصلادة المايكروية (صلادة فيكرز) للعينات حيث نلاحظ ان زيادة نسبة المادة السيراميكية المضافة ادى الى زيادة الصلادة بعد التلييد وذلك لزيادة المساحة التي يشغلها الطور السيراميكي في الطور المعدني للمادة المنتجة ولطبيعة دقائق (SiC) التي تعمل كعوائق لتشوّه المادة الأساس بسبب الصلادة العالية لهذه الدقائق. وبما ان المادة المضافة (SiC) ذات صلادة عالية لذا فان توزيع هذه المادة المضافة في الارضية اللينة (مسحوق الالمنيوم) يؤدي الى زيادة صلادة المادة المنتجة وذلك لأن اداة الغرز لجهاز الصلادة سوف تضغط بأحتمال أكبر على المادة السيراميكية ذات الصلادة العالية.

تم اختبار الصلادة باستخدام مقياس فيكرز والذي يعتبر الاختبار المناسب للعينات [18]. في الشكل (3) نلاحظ تأثير التصليد السطحي بالليزر بشكل واضح على الصلادة للمادة المنتجة، حيث نلاحظ ان اقل قيمة للصلادة هي للعينة غير المدعمة بكاربيد السليكون، بينما اعلى قيمة للصلادة تم الحصول عليها بأضافة (20% SiC) وبعد المعاملة بنبضتان ليزر. ان المعاملة الحرارية السطحية بالليزر في حالة نبضتين تعطي صلادة اكبر مما هو عليه عند المعاملة السطحية بالليزر في حالة النبضة الواحدة وذلك لان المعاملة السطحية بنبضتين تؤدي الى زيادة الترابط ما بين الأساس والمادة المضافة وصهر سطحي اكثر مما هو عليه في حالة التصليد بنبضة واحدة.

جدول رقم (5) تغير الصلادة بتغير نسب الأضافة للعينات.

الصلادة للعينات المصلدة بالليزر (2pulses)	الصلادة للعينات المصلدة بالليزر (1Pulse)	الصلادة للعينات الملبدة Kg/cm^2	نسبة اضافة كاربيد السليكون

			% (SiC)
41.465	37.854	34.486	5
47.918	42.944	37.335	10
50.388	46.141	41.744	15
51.915	48.918	45.478	20



شكل رقم (3) تغير الصلادة بتغير نسب الأضافة للعينات .

[a] الصلادة للعينات الملبدة.

[b] الصلادة للعينات المعاملة بالليزر (one pulse laser).

[c] الصلادة للعينات المعاملة بالليزر (two pulses laser).

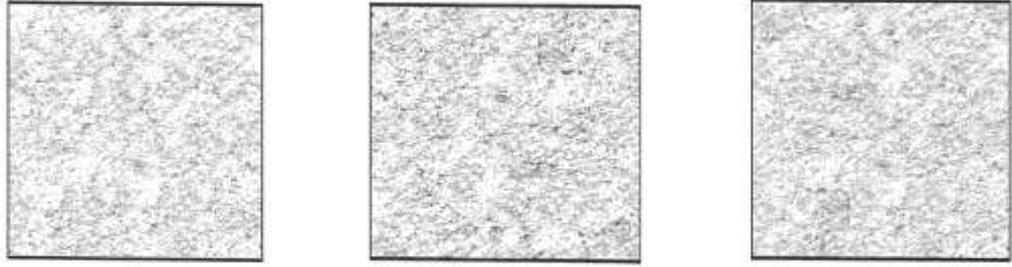
[d] المقارنة بين الأشكال بعد التليد وبعد المعاملة بالليزر.

مناقشة البنية المجهرية وتأثير الليزر على خواص المادة المنتجة

الشكل (4-a) يبين العينة الخالية من كاربيد السليكون (SiC 0%) المتكونة من الألمنيوم فقط حيث نلاحظ خشونة السطح وعدم اللمعان. أما الأشكال (4-a) و (8-a) فتبين بشكل واضح المادة السيراميكية المضافة الى ارضية الألمنيوم بعد التليد مباشرة، حيث نلاحظ التوزيع المنتظم للمادة السيراميكية المضافة مما يدل على نجاح عملية الخلط والحصول على متراكب متجانس من الألمنيوم و كاربيد السليكون وهذا يفسر لنا سبب زيادة الصلادة بزيادة نسبة اضافة كاربيد السليكون ، ان زيادة كمية المادة المضافة ذو الصلادة العالية وتجانس انتشارها يعتبر السبب الرئيسي لزيادة الصلادة.

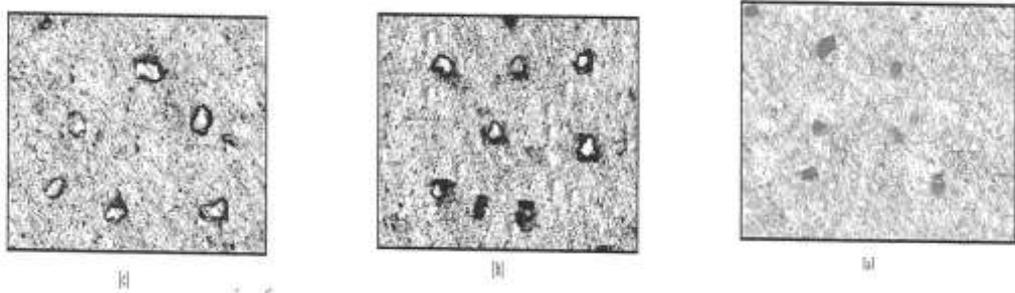
اما الأشكال (4-b) و (8-b) فتمثل العينات المعاملة بنبضة واحدة من الليزر (one pulse of laser) حيث نلاحظ نعومة السطح وازدياد اللمعان و حدوث انصهار بسيط لدقائق الألمنيوم وازدياد ارتباط الدقائق بعضها ببعض، مما يوضح لنا سبب ازدياد الصلادة بعد المعاملة بنبضة واحدة من الليزر (one pulse of laser).

اما الأشكال (4-c) و (8-c) فتوضح تأثير التصليد بالليزر بنبضتين (two pulse of laser) وعند نفس نسبة المادة السيراميكية المضافة على خواص المادة المتراكبة بعد التليد عند نسب اضافة متغيرة. حيث ان التصليد بنبضتين من الليزر ادى الى زيادة الصلادة بنسبة اعلى وذلك بسبب حدوث صهر سطحي اضافي اكثر للدقائق مما هو عليه في حالة التصليد بالليزر بنبضة واحدة و بالاضافة الى ذلك حدوث ترابط اكثر واقوى ما بين المادة المضافة والمادة الاساس .



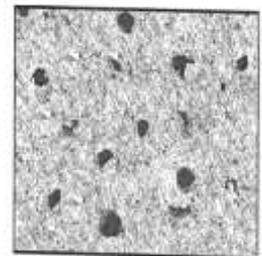
[a] العينة الملبدة [b] العينة المعاملة بالليزر (one pulse) . [c] العينة المعاملة بالليزر (two pulses) .

شكل (٤) الصور المجهرية للعينات الخالية من كاربيد السليكون (270X)



[a] العينة الملبدة [b] العينة المعاملة بالليزر (one pulse) . [c] العينة المعاملة بالليزر (two pulses) .

شكل (٥) الصور المجهرية للعينات المحتوية على (5%SiC) (270X)

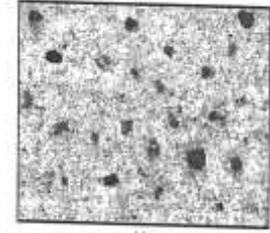


مراقبة منتجة بطريقة تكنولوجيا المساحيق



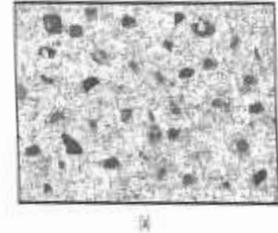
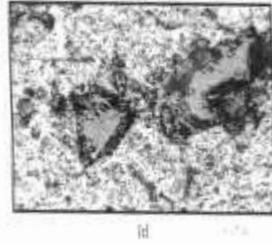
[a] العينة الملبدة [b] العينة المعاملة بالليزر (one pulse) . [c] العينة المعاملة بالليزر (two pulses) .

شكل (6) الصور المجهرية للعينات المحتوية على (10% Sic) (270X)



[a] العينة الملبدة [b] العينة المعاملة بالليزر (one pulse) . [c] العينة المعاملة بالليزر (two pulses) .

شكل (٧) الصور المجهرية للعينات المحتوية على (15% Sic) (270X)



[a] العينة الملبدة [b] العينة المعاملة بالليزر (one pulse) . [c] العينة المعاملة بالليزر (two pulses) .

شكل (٨) الصور المجهرية للعينات المحتوية على (20% Sic) (270X)

الاستنتاجات:

- 1- ان التليبد بالحالة الصلبة لم يؤدي الى تكون اطوار جديدة ما بين الالمنيوم ودقائق كاربيد السليكون وعدم حصول تفاعل ما بينهما وذلك لعدم الوصول الى الطور السائل للالمنيوم.
- 2- ادت زيادة نسبة اضافة دقائق كاربيد السليكون الى زيادة قيم الصلادة المايكروية للعينات بعد التليبد . ان توزيع دقائق كاربيد السليكون وبأختلاف نسبها تتوزع بصورة متجانسة داخل المادة الاساس . مما أدى ذلك الى زيادة قيم الصلادة المايكروية بزيادة نسبة المادة المضافة .
- 3- انخفاض المسامية وزيادة الكثافة بزيادة نسبة اضافة كاربيد السليكون بعد التليبد وبنسبة اكبر مما هو عليه ما قبل التليبد وهذا من العوامل التي زادت من تلاحم (تماسك) الدقائق بعضها ببعض
- 4- ان المعاملة السطحية بالليزر أدت الى تحسن واضح في الصلادة التي ادت الى تحسين البنية المجهرية و خاصة في حالة النبضتين أكثر مما هو عليه بالنبضة الواحدة.

References:

- [1] M. Montoya – Davila, M-I. Pech –Canul, M.A. Pech-Canul, "Effect of SiC_p multimodal distribution on pitting behavior of Al/SiC_p composites prepared by reactive infiltration", Journal of powder Technology, 195(2009)196-202.
- [2] M.G. Rayson, "Encyclopedia of composite material and composites" John Wiley and sons, New York, (1983).
- [3] K.K. Chawla and Nikhilesh Chawla. "Metal Matrix Composites" published by Springer (1995).
- [4] M.A. Meyers, K.K. Chawla, "Mechanical behavior of materials" Prentice-Hall, Inc New Jersey, (1999).
- [5] W. Bolton, "Engineering material technology", 3rd edition member of Reed Elsevier group, (1998).
- [6] ASM International "Metal Hand Book", first printing September (USA) (1988).
- [7] G. Eckold "Design and Manufacture of Composite Structures", Ajaico Book, (1995).
- [8] U. Noman and I. Donald. "Advance in material technology" Monitor, Vienna international center Austria (1990).
- [9] د. ج. ديفينز ول. أ. أويلمان. "المعادن بنيتها وخواصها ومعاملتها الحرارية" ترجمة الدكتور جعفر طاهر الحيدري والسيد عدنان نعمة (1989) بغداد، العراق.
- [10] W.D. Callister "Material science and engineering an introduction" John Wiley and sons. Inc. 17 (2000).
- [11] Vignesh.S, Sanjeev.C, "Investigation on Surface Quality in Machining of Hybrid Metal Matrix composite (Al –SiC B₄C)", International Conference on thermal. Material and Mechanical Engineering (2012) 126-130.
- [12] J. Dutta Majumdar, B. Ramesh Chandra, I. Manna, "Friction aluminum with silican Carbide", Wear 262 (2007), 641-648.
- [13] W.B. Michel, "Fundamentals of ceramics", published by McGraw – hill international (1997).
- [14] T.W. Clyne, "Encyclopedia of materials: science and ", Elsevier 1 (2001).
- [15] J.J. Williams, J. Segurado, J.L. Lorca, N. Chawla, "Effect of particle size on the Microstructures and Mechanical properties of SiC-Reinforced pure Aluminum Composites", Journal of Materials Engineering and performance, vol 20(2011)1606-1612.
- [16] Z. Gácsi, J. Kovács, T. Pieczonka, "Powder Metallurgy Progress", Vol.3, No 1, (2003). Academic Research Group for Materials Science, Miskolc, Hungary.
- [17] Rahaman, M.N., "Ceramic Processing", CRC Press by Taylor & Francis Group, New York, (2007).
- [18] <http://www.gordon.ac.uk/hardness>. (Gordon University, Surface engineering forum).