

## لحام سبيكة الاسنان بواسطة الليزر نيديميوم \_ زجاج ودراسة خصائصها

حليمة جابر محمد\* ، نشاة رحيم عبد\* ، جعفرهاشم محسن\* و اياد ازويني\*\*

\*وزارة العلوم والتكنولوجيا .

\*\* الجامعة التكنولوجية كلية الرشيد .

### الخلاصة

في هذه الدراسة تم اجراء اللحام (نوع التوصيل المحدود) تحت الضغط الجوي باستخدام ليزر النيديميوم- زجاج لسبيكة (فضة نحاس ،القصدير) المستخدمة في طب الاسنان، فتضمن البحث دراسة مواصفات منطقة اللحام والتي تم قياس عرض المنطقة المتأثرة، عمق اللحام ،قطر التفاعل مع الطاقة .  
بالاضافة الى اخضاع السبيكة الى عدة فحوصات ومنها حيود الاشعة السينية ( XRD ) وفحوصات الميكانيكية كالشد والصلادة ومقارنة النتائج المستحصلة مع النتائج المتوفرة في المراجع القياسية العالمية ( ASTM ) لتحديد الاطوار المميزة لهذه السبيكة ومن خلال البحث تم التاكيد على ان طور (  $\gamma$ -Ag<sub>3</sub>Sn ) يشكل النسبة الاساس في ناتج الطريقتين ، وتواجد العناصر الداخلة بالسبيكة (B) واختفاء القصدير في السبيكة (A) . مماينعكس سلبيا على المواصفات الميكانيكية وكما تظهرها فحوصات الشد والصلادة التي اجريت عليها.

### المقدمة

كروم- تيتانيوم)، (كوبلت - كروم) [5]،(فضة - بلاديوم) [6]،

(نحاس - فضة) ،ويستعمل لحام الفضه عندما يراد استعمال لحام واطئ الانصهار لعمليات لحام على الفولاذ المقاوم للصدأ او سبائك المعادن القاعدية الاخرى وذلك للإختراق العميق للمادة الملحومة [7]. تهدف هذه الدراسة الى متابعة خواص السبيكة الملحومة قبل وبعد معاملتها باشعة الليزر وبيان التطورات الحاصلة في نوعية المواصفات المعتمده في تقييم السبيكة الملحومه وتسريع عملية التصلب ونظافته.

### 1-الجانب العملي

أ-اولا: استخدمت الطريقة التقليدية بطريقه لحام السبيكة المكونه من الفضة والقصدير والنحاس ، والجدول (1) يوضح نسبها حيث كان سمك السبيكة (2mm) وقد تم اللحام على السطح السبيكة، وسوف نرمز لها بالجدول برمز A.  
ثانيا : استخدم ليزر نبضي من نوع Nd-Glass بزمن نبضة ثابت قدر (10 msec) وطول موجي (1.06)  $\mu$ m، فان طاقة اشعة الليزر المنبعثه من هذه المنظومه بالامكان تعبيرها بواسطة تغير الطاقه الداخله ،ففي هذا البحث اللحام المستخدم هو لحام التوصيل الحراري حيث تقوم اشعة الليزر

بدأت عملية اللحام في التقدم بخطوات سريعة جدا مع تطور التكنولوجيا الحديثة خلال النصف الأول من القرن العشرين ومعه تتابع ظهور الأساليب المختلفة للحام المعادن وسبائكها، ففي نهاية الثمانينات قدمت عملية اللحام باستعمال الليزر دفعة كبيرة في مجال طب الاسنان وذلك بتطوير الأجهزة الأرخص والأصغر. يرجع السبب الى ملكية شعاع الليزر الخاصة التي تجعله يدخل في تشكيلة واسعه من التطبيقات العلميه والصناعيه والطبيه [1] [2]. ومن الليزرات التي تستخدم في التطبيقات المختلفة وخاصة علم المواد هو ليزرات (الحالة الصلبة) ،وان لكل نوع من هذه الليزرات مواصفاته الخاصة التي تحدد مجالات استخدامه وقد استخدم ليزر النيديميوم- زجاج في اللحام والتصلب السطحي لطاقة نبضته عالية ويعود هذا الى سهولة تركيز اشعة الليزر كحزمة ضوئية في نقطة او تشتيتها الى مساحات كبيرة باستخدام العدسات البصرية. ولا تتأثر اشعة الليزر بالمجال المغناطيسي للعينة المراد لحامها وكذلك يمكن لحام المواد التي يصعب لحامها بالطرق الاعتيادية مثل التيتانيوم والكوارتز [3][4] توجد عدّة طرق للحام المعادن والسبائك تُستعمل حالياً في طب الاسنان ومن هذه السبائك ( نيكل -

$\Phi$  : الزاوية الرأسية بين الوجهين المتقابلين للقاعدة الرباعية للهرم وتساوي (136/2)

D: المعدل الحسابي لقطري المضلع الرباعي ( mm ) ، [8]

### ج - الفحص المجهرى

تم استخدام المجهر من نوع (OLYMPUS) لتصوير سطح العينات المختلفة بقوة تكبير (X100)، لغرض دراسة التركيب المجهرى للسطح.

### د - فحوصات حيود الاشعة السينية

لغرض اجراء فحص التركيب البلوري للعينات، يؤخذ جزء من العينة ويسحق بواسطة مطحنة العقيق مع اضافة محلول مساعد حيث يتجانس حجم الحبيبات ، ثم يسحب الخليط على شريحة من الزجاج للحصول على حيود الاشعة السينية وقياس زوايا الانعكاسات المختلفة باستخدام قانون براك للحيود.

$$n \lambda = 2D \sin \theta \quad (1)$$

حيث ان  $n =$  ثابت مرتبة الحيود ويساوي 1

$D =$  المسافة بين المستويات

$\theta =$  زاوية الحيود

$\lambda =$  الطول الموجي للاشعة السينية ( $A^\circ$ )

وبمقارنة نتائج هذا الفحص مع الجداول

القياسية (ASTM) يمكن تحديد نوعية الاطوار المتكونة للسيبكية .

### 3-النتائج والمناقشه

#### 1.نتائج اختبار الشد

يوضح الجدول (1) نتائج قيم اجهاد الشد للعينات ،يعد اختبار الشد من الاختبارات الاتلافيه (Destructive testing) التي تتعرض لها العينات ،فيتبين ان قيمة الشد لسببكية A اقل من السببكية B، حيث ان اللحام بطريقة التقليدية، فانها تاخذ فترة طويلة لكي تتجمد وكذلك لتعرضها لهواء الجوي فتره فيكون التبريد غير التلقائي يؤدي إلى تشقق سطح نقطة اللحام وإلى ضعفها . من ثم حدوث تركيب مسامي والذي يضعف من اللحام فبعد اجراء اختبار الشد

فيه بصهر سطحي المعدن ومن ثم حصول عملية التصلب نتيجة التبريد .وبالجدول نرسم لها B .

### ب- تحضير عينات السببكية للفحوصات

بعد تحضير عينات قياسييه وذلك لاجراء اختبارات عليها بعد عمليه اللحام، حيث تؤخذ العينه الملحومه، ويتم وضعها في قالب من راتنج الايبوكسي (Epoxy resin)، ثم جرى عليها عملية التنعيم مع التبليل بالماء لمنع ارتفاع درجة حرارة العينات، وبعد ذلك غسلت العينه بالماء المقطر ثم الكحول المثلي واخيرا جففت لتصبح جاهزة للفحص.

### ج- قياس عمق وقطر اللحام

بعد اجراء عملية اللحام حيث يتم قياس عمق اللحام، وكذلك يتم قياس قطر التفاعل باستعمال المايكروميتر المربوط مع المجهر الضوئي.

### 2- الفحوصات

#### أ - اختبار الشد

تمت عملية اختبار الشد للعينة التي ابعادها

(mm 20 × mm 3.0 x mm 0.5) الملحومه والاساس بواسطة جهاز اختبار الشد ويمكن تعريف هذا القياس بانه قوة الشد المسلطة لسحب العينة طوليا واحداث القطع، وتجري هذه الطريقة بتثبيت العينة بمقطع عرضي منتظم من طرفيها ويتم تسليط قوة للسحب بالتدرج وبالاتجاه الطولي لحين حدوث القطع ، عندها يتم حساب مقاومة الشد ويؤخذ بنظر الاعتبار مساحة المقطع العرضي للعينة.

#### ب - الصلادة السطحية

لقد جرى عليها فحص الصلادة السطحية باستخدام ماسة فيكرز لجهاز (Vickers Hardness) وتبدأ عملية القياس من مركز منطقه اللحام، تتضمنها المنطقة المتأثره حراريا . فقط كان الوزن المستخدم للعينة ( 60gm ) وزمن التسليط (10s). وجرى الاختبار للاركان الاربعة للعينة عند مسافة (50 μm) من كل حافة وتم حساب معدل القيمة وعدد فيكرز للصلادة باستخدام العلاقة التالية :  
$$HVN = (2F \sin \phi) / D^2 \quad (1)$$
  
حيث تمثل : HVN : عدد فيكرز للصلادة  
F: الحمل المسلط ( Kg. f )

الشكل (1) يبين انماط حيود الاشعة السينية للسبيكة (A) ، حيث يظهر فيها طور ( $\gamma$ -Ag<sub>3</sub>Sn) ، وهذا متوقع على وفق مخطط اطوار الفضة -قصدير الذي يعطي اعظم نمو لطور ( $\gamma$ -Ag<sub>3</sub>Sn) عند التراكيز الفضة القصدير المستعلمة في هذه السبيكة، فضلا عن ظهور العناصر الفضة والنحاس الموضحة بالجدول (7) .

الشكل (2) يبين انماط حيود الاشعة السينية للسبيكة (B) حيث يظهر فيها طور ( $\gamma$ -Ag<sub>3</sub>Sn) .فضلا عن ظهور كل العناصر الداخلة في تركيب السبيكة اي الفضة، النحاس، القصدير .

### 5. التركيب المجهرى

توضح الاشكال (3)،(4) الصور الناتجة من هذا الفحص فلظهر الفحص المجهرى microstructure للسبيكة (A) بان سبيكة اللحام لا ترتبط بشدة مع الاجزاء الملحومة. عكس السبيكة (B). ان المنطقة المتأثرة بالليزر تعتمد بصورة رئيسية على التبريد حزمة الليزر والطاقة الكلية الممتصة والتوصيلية الحرارية للمعدن [2]. لان انتقال الطاقة يعتمد بصورة كبيرة على خلو سطح المعدن من طبقات الاوكسيد والمواد غير العضوية [10] .

### الاستنتاجات

ومايتبين من خلال النتائج والمناقشة ان استخدام تقنية الليزر في اللحام يكون سببا في الحصول على مواصفات افضل من ما هو عليه في حالة استخدام الطريقة التقليدية وذلك بسبب فاعلية الليزر في التسخين السريع لاحداث التفاعلات المطلوبة وعدم فقدان من المكونات الاساسية كما هو الحال في حالة التقيدية . وكذلك اظهرت منطقة اللحام بتقنية الليزر اقوى من الطريقة التقليدية.

### جدول (1)

نتائج مقاومة الشد.

مقاومة الشد (N/mm <sup>2</sup> )	السبائك
90	السبيكة A
131	السبيكة B

### جدول (2)

نتائج الصلادة السطحية وخصائص اللحام لسبيكة

على العينات كان الكسر في منطقة اللحام ، مما يدل على قوة تماسك جزيئات منطقة الاساس اقوى من تماسك جزيئات منطقة اللحام، اما في الليزر بسبب التبريد السريع وكذلك باختيار زمن النبضة 10msec (10) ، لغرض الحصول على عملية صهر دون حدوث تبخر ولحام بكفاءة عالية ، لذلك امتلكت منطقة اللحام مقاومة شد عالية.

### 2. نتائج الصلادة الدقيقة

يوضح الجدول (2) قيم الصلادة عند مركز منطقة اللحام وعرض اللحام وعرض المنطقة المتأثرة حراريا ظهرت النتائج السبيكة B اعلى من صلادة A يعزى السبب في ذلك الى معدل التبريد وسرعة اللحام، وايضا ان تبريد السريع الذي ادى الى تكوين حبيبات طولية وان انزلاق الحبيبات مقيدا وهذا يزيد من الصلادة. والى التوزيع المتجانس لطاقة شعاع الليزر عما هو بالطريقة التقليدية.

### 3. نتائج عمق اللحام وقطر التفاعل

نلاحظ من الجداول (3) ، (4) نتائج عمق اللحام لعدة قيم طاقية للسبيكة A, B ، فان زيادة الطاقة تؤدي الى زيادة عمق اللحام من خلال النتائج عمق اللحام يعتمد على عدة عوامل اهمها ، الانتشارية الحرارية وانعكاسية السطح [9] . اما قطر التفاعل توضحها الجدول (5) و (6) ، فعند سقوط حزمة الليزر على سطح المعدن ما تحدث عملية الانصهار ومن ثم التصلب في هيئة بقعة لحم متصلبة وذلك بسبب الخصائص الحرارية للمادة ومن الجداول نلاحظ ان زيادة الطاقة تؤدي الى زيادة قطر التفاعل والسبب في ذلك هو زيادة انفراجية الحزمة حيث ان توزيع المجال الكهرومغناطيسي عند الطاقات القليلة يكون بالنمط المستعرض الكاوسي حيث يمتاز باقل انفراجية. [2]

### 4. نتائج حيود الاشعة السينية

من خلال انماط حيود الاشعة السينية (XRD) الموضحة في الاشكال (1) و(2) يتم تحديد اطوار السبائك المنتجة بحساب قيم المسافات البينية للمستويات الذرية (d-spacing) لمسحوق السبيكة ومطابقته مع القيم المقاسة للطور ( $\gamma, \eta, \lambda$ ) الواردة في الجداول القياسية (ASTM) لهذه الاطوار .

الطاقة (Joul)	القطر (mm)
10.45	0.32
12.32	0.36
15.63	0.4
18.5	0.47
19.87	0.52

جدول (6)

نتائج قطر التفاعل للسبيكة B.

الطاقة (Joul)	القطر (mm)
10.45	0.67
12.32	0.69
15.63	0.74
18.5	0.79
20.2	0.85

(A) و (B).

صلادة مركز منطقة اللحام H.V	عرض HAZ (mm)	عرض اللحام (mm)	السبيكة
0.21	0.65	189	سبيكة معاملة بالطريقة الاعتيادية (A)
0.29	0.54	102	سبيكة معاملة بالليزر (B)

جدول (3)

نتائج عمق اللحام للسبيكة A.

الطاقة (Joul)	العمق (mm)
8.68	0.32
10.32	0.346
11.63	0.39
14.2	0.46
15.78	0.51

جدول (4)

نتائج عمق اللحام للسبيكة B

الطاقة (Joul)	العمق (mm)
10.45	0.56
12.32	0.59
15.63	0.67
17.4	0.7
18.61	0.78

جدول (5)

نتائج قطر التفاعل للسبيكة A.

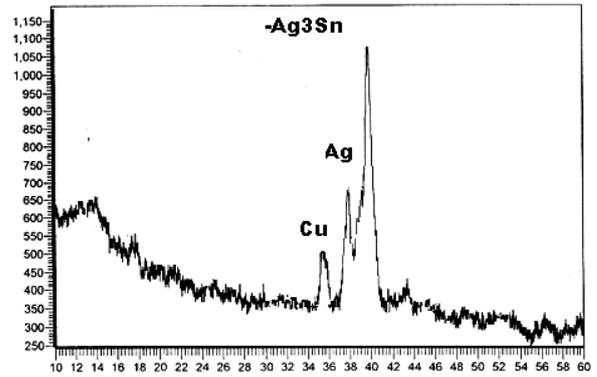


شكل (3): يمثل الفحص المجهرى A.



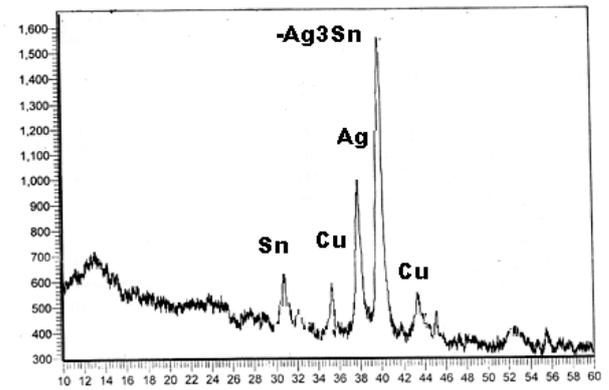
شكل (4): يمثل الفحص المجهرى B.

I/I °



الشكل (1): حيود الأشعة السينية للسبيكة المعاملة تقليدياً.

I/I °



الشكل (2): حيود الأشعة السينية للسبيكة المعاملة بالليزر.

المصادر

جدول (7)

تلييات حيود الأشعة السينية

الطور والعنصر	2θ زاوية الطور	D عمليا	سبية (AS)
α Ag-Sn	40	2.274	

diffraction (XRD) and mechanical tests tensile and hardness and comparing the results obtained with results available in the reference standard (ASTM) to determine the characteristics of these stages bullion and through research was stressed that the process ( $\gamma$ -Ag<sub>3</sub>Sn), A percentage basis in the output methods and the presence of elements involved in bullion ((B and the disappearance of tin in bullion (A). results negatively on the mechanical specifications, as shown tensile strength and hardness tests conducted it.

- [1]-Instituto de Química de Araraquara-UNESP, C.P. 355, 14800-900 Araraquara, São Paulo, Brazil Received 10 June 2002,
- [2] John F Ready .LIA Handbook of Laser Materials Processing, ed. (Orlando, FL: Laser Institute of America, Magnolia Publishing, (2001).
- [3] -Sayegh,G.Cazes. R.Sciaky.A,M, The."laser position in the industrial market palce " Welding and metal fabrication, Vol.47, No.4 , 1979. p.567
- [4]-Wang ,F.F.Y. "Laser material processing" North Holland (USA). Vol.3, 1982 .p124-420
- [5]-Rocha R, Pinheiro AL, Villa Verde AB . Braz Dent J. 2006, 17:20-
- [6] DE SOUSA, S. A; DE ARRUDA NOBIL O, M. A; HENRIQUES, G. E. PMESQUITA, M. F. Journal of Oral Rehabilitation. 35 (2): February 2008.123-127.
- [7] د.سلام داودسلمان القيسي، ضياء حسين ابراهيم  
الدوري "المعادن والسبائك المستعملة في طب  
الاسنان" وزارة التعليم العالي والبحث العلمي هيئة  
المعاهد الفنية (1996).
- [8] ترجمة د.حسين باقر رحمة الله، تاليف ببلي مبادي  
هندسة المعادن والمواد"، قسم الهندسة الانتاج  
والمعادن.الجامعة التكنولوجية 1985.
- [9]- Bertolotti. M . "physical processes in laser material interaction" plenum press, New. York (1983 ) p.(158,159).
- [10]-M.Grayson,"Encyclopedia of Composite Materials and Components" John Wiley and Sons , New York 1983.

## Abstract

In this study was conducted welding) the type of "limited connectivity "(under atmospheric pressure using pulsed Nd:Glass laser to weld (silver, copper, tin) used in dentistry, ensure that research study the specifications of welding and which of them were measuring the breadth of the affected area, the depth of welding, diameter Interaction with energy. In addition to bullion subjected to several tests, including X-ray