

A Study Of Spot Welding Conditions At The Welding Region Of The Duralumin Alloy

دراسة ظروف اللحام النقطي على منطقة اللحام لسبيكة الديورألومين

م. محمد حميد جعفر
المعهد التقني / كوفه

م.م. كاظم خيون كطلول
المعهد التقني / كوفه

الخلاصة :-

في هذا البحث تم دراسة ظروف اللحام النقطي (زمن اللحام ، قوة القطب ، تيار اللحام) لمنطقة اللحام من خلال تحديد مقاومة القص (كقيمته معيارية للخواص الميكانيكية) من اختبار الشد لسبيكة الديورألومين نوع (H.15) الشائعة الاستخدام في صناعة السيارات والطائرات . أشارت النتائج الى أن أفضل مقاومة قص عند زمن لحام (12) دوره وقوة قطب اللحام (2) كيلونيوتن وتيار لحام (50) كيلوأمبير . كما وجد ان مقاومة القص تقل مع زيادة سمك المعدن المستخدم بثبوت ظروف اللحام الأخرى لغاية تيار مقداره (50) كيلوأمبير .

Abstract:-

In this research the spot welding parameters (welding time , welding electrode force , welding current) have been studied by determining the tension test of duralumin alloy , type (H.15) which have a common use in the cars and air plain industry .

The results showed that the best shearing strength was at (12) cycle of welding time , (2) KN welding electrode force and (50) KA welding current .

Also, it was found that the shear strength decreased with the increasing of metal thickness at fixed welding condition up to (50) KA welding current.

1- المقدمة (Introduction) :-

يمتاز الألمنيوم وسبائكه بخفة الوزن ومقاومة عالية للتآكل ، حيث تعتبر سبيكة الديورألومين أحد سبائك الألمنيوم وهي من السلسلة (2xxx) الشائعة الاستخدام في الصناعات الكيميائية والتي تعامل حرارياً (Heat-Treatable) (1) . وتصنف هذه السبيكة ضمن السبائك التي تتقبل التصليد وذلك بأجراء المعاملة الحرارية المسماة التصليد الأزمانى (Age Hardening) . مما يجعل سبائك الألمنيوم المعاملة حرارياً ملائمة جداً في صناعة الطائرات والسيارات (2) . تعتبر عمليات اللحام النقطي لسبائك الألمنيوم مهمة في الصناعة فقد قام الباحث (K.S.Yeung وآخرون) (3) محاكاة اللحام النقطي وتأثير متغيرات اللحام على عمر الأقطاب . ومن خلال هذه الدراسة تم التنبؤ للتوزيع الحراري على الأقطاب وتأثيرها على منطقة اللحام . درس الباحثون (A.Gean وآخرون) (4) صفائح سبائك الألمنيوم المستعملة في المركبات وطريقة ربطها بواسطة لحام المقاومة الكهربائية النقطي حيث أظهرت النتائج هناك تأثير على خواص اللحام بسبب الفجوات المتواجدة في منطقة اللحام التي تؤدي الى الكلال (Fatigue) لصفائح سبائك الألمنيوم . أما (Li Ru-Xiong وآخرون) فقد درسوا اللحام النقطي عند تسليط سرعة عالية خلال عملية اللحام مع ثبوت ظروف اللحام (تيار اللحام ، فولتية الأقطاب ، دورة اللحام) . ووجدوا بروز بقع وعدم دقة في عملية اللحام (5) . ودرس الباحث (Kaji Shin وآخرون) ظاهرة التناثر (Splashing) في اللحام النقطي وكيفية التخلص منها عن طريق السيطرة على زمن اللحام والطاقة المتحررة من منطقة اللحام (6) . تم في هذا البحث دراسة تأثير ظروف اللحام على مقاومة قص الشد لأهميتها في التصميم الهندسية.

2- لحام المقاومة الكهربائية (Electrical Resistance Welding) :-

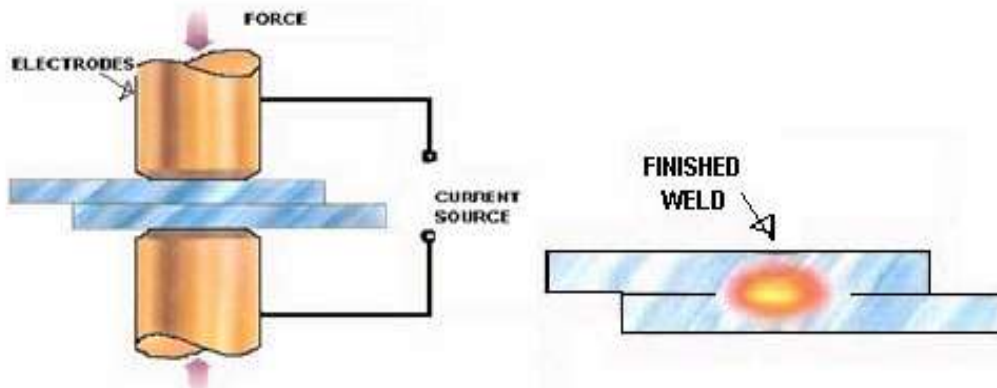
يعد هذا اللحام أحد أنواع لحامات الضغط بأستعمال الطاقة الحرارية والتي مصدرها التيار الكهربائي . وهي على ثلاثة أنواع :-

- أ - اللحام النقطي .
- ب- اللحام الخطي .
- ج - لحام الحاداه .

1-2 اللحام النقطي (Spot Welding) :-

تعتبر عملية اللحام النقطي عملية مركبة تتضمن عدة ظواهر كهربائية وحرارية وميكانيكية ومتالوجية . ويستعمل في لحام هياكل الطائرات والسيارات المصنعه من الصفائح الرقيقة مثل صفائح الصلب الطري والصلب المقاوم للصدأ وسبائك الالمنيوم والنحاس والمعادن الاخرى . ولكن توجد مشاكل كبيرة في لحام الالمنيوم وسبائكه . منها قابليته العاليه للتوصيل الكهربائي والحراري ووجود طبقة الاوكسيد على السطح وهي ذات درجة أنصهار أعلى بكثير من معدن الالمنيوم مما يؤدي الى عزل منطقة اللحام .

في اللحام النقطي يتم تثبيت الاجزاء المراد لحامها بصورة جيدة بين قطبين ثقيلين من النحاس أو سبائكه (حيث تمتلك مادة أقطاب اللحام خواص ميكانيكية وتوصيل كهربائي عالية بحيث لا تسخن للحد الذي تلتصق بالقطعه) والمربوطه بدورها بالدائره الكهربائيه ، كما في الشكل (1) (8) .



شكل (1) يمثل لحام المقاومة الكهربائية النقطي ومنطقة اللحام

مقاومة منطقة التوصيل (اللحام) تعتمد على عدد وحجم مناطق اللحام . وأن أقطار مناطق اللحام النقطي تتراوح بين (3) ملم و (12.5) ملم (9) .

وتحسب كمية الحرارة المتولده في هذه المنطقه من المعادله (10) :-

$$H = K I^2 R T$$

H = كمية الحرارة المتولده (جول).

I = التيار المار عند نقطة التماس (أمبير).

R = المقاومه الكهربائيه لمنطقه التماس (أوم).

T = زمن مرور التيار (ثانية).

K = ثابت يوضح الجزء المستفاد من الطاقه ويمثل تقريبا 80% .

أن وصلات اللحام المنتجة في هذا النوع جيدة ومثينه عندما تكون السيطرة على العوامل المؤثره في كمية الحراره المتولده أفضل مايمكن ، والعوامل هي (10) :-

- 1- تيار اللحام .
- 2- زمن اللحام .
- 3- قوة القطب (الضغط) .
- 4- حالة السطح .

وتجري على وصلات اللحام النقطي عدة اختبارات منها (11) :-

- أ- فحص التقشر
 ب- فحص القص بواسطة الشد
 ج- فحص الشد المباشر أو التقاطعي
- Peel Testing
 Shear Test By Tensil
 Direct Tensile Or Cross Tension Testing

3- الجانب العملي (Experimental Part) :-

تم اختيار سبيكة الديورالومين من نوع (H.15) وذلك لان هذه السبيكة تستخدم بصورة واسعة في الصناعة فهي تستخدم على شكل قضبان أو أنابيب أو صفائح وكذلك لصناعة الأجزاء التي تتعرض للجهود العالية في الطائرات .

حيث تم التحليل عن مكونات سبيكة الديورالومين التجارية المستخدمة في هذا البحث في المعهد المتخصص للصناعات الهندسية ، والجدول أدناه يبين التركيب الكيميائي لهذه السبيكة :-

Al%	Cu%	Fe%	Mg%	Si%
94.2	4	0.5	0.5	0.8

ان وجود السيلكون هو لتحسين مقاومة الشد للسبيكة ويجب ان لا تزيد نسبته (0.8%) سيلكون في هذه السبيكة . أما الحديد فوجوده يعتبر كشوائب ، أما وجود المغنسيوم فانه يتسبب في زيادة قيمة الصلادة نتيجة ترسب دقائق صغيرة جدا من (Mg_2Si) حيث تعمل هذه الدقائق على إعاقة حركة الانخلاعات وهذه تزيد صلادة ومقاومة المعدن (12) .

تم تقطيع صفائح سبيكة الديورالومين التي كانت بسمك (1 ، 1.5 ، 2) ملم على هيئة قطع مستطيلة الشكل بالابعاد (30 × 100) ملم ومن ثم تشغيلها على ما كنة التفريز بالابعاد التي تظهر في الشكل رقم (2) . ونود أن نبين بأن الشرائح (العينات) التي تم تهيئتها للاختبار لا تخضع الى مواصفه معينه بل يعتمد اختيارها على السمك وعلاقتها بقطر قطب اللحام .

بعد مرحلة تقطيع الصفائح تم أخذ كل شريحتين معا للحامهما على هيئة مترابكة (Over Lap) باستخدام ما كنة اللحام النقطي نوع (Press Type) وباستعمال أقطاب نحاسية مسطحة الرأس (Flat Tip) وذلك لدراسة متغيرات عملية اللحام النقطي (تيار اللحام المستخدم وزمن اللحام وقوة الضغط للقطب وتأثير طبيعة سطح المعدن للحام) على منطقة اللحام ، وقد تم تغيير الظروف كما يلي :-

أ- تثبيت زمن اللحام عند (8 ثانية) وهي فترة مرور التيار الكهربائي لغرض اللحام وقوة ضغط القطب (2 كيلونيوتن) وتغير قيم تيار اللحام (30 ، 35 ، 40 ، 45 ، 50 ، 55) كيلوأمبير وبأختلاف سمك المعدن الملحوم (1 ، 1.5 ، 2) ملم .

ب- تثبيت تيار اللحام عند (50) كيلوأمبير وباستخدام سمك (1) ملم وبدون تنظيف للمعدن أي كما أستلم (As Received) وتغير قوة الضغط للقطب (1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5) كيلونيوتن وعند أزمان لحام مختلفه هي (4 ، 8 ، 12 ، 16 ، 20 ، 24) دوره

3-1 فحص القص بواسطة الشد (Tensile Shear Testing) :-

أخذت جميع العينات الملحومه نقطيا وتم اختبارها على جهاز اختبار الشد (Instron Machine Type 1150) لتحديد مقاومة القص عند ظروف اللحام المختلفة . حيث أن جهاز الشد يعطي العلاقة بين الحمل والاستطالة على ورق بياني خاص بالجهاز. ومن هذه العلاقة تم تحديد أعلى قيمة من المنحنى التي تمثل قيمة مقاومة قص الشد العظمى التي أخذت كقيمة معيارية للخواص الميكانيكية .

4- المناقشة (Discussion) :-

يعتبر التيار عاملا مهما في التحكم بمقاومة وصلة اللحام لأنه يؤثر بشكل كبير على كمية الحرارة المتولدة نتيجة لمقاومة الأجزاء المراد لحامها لمرور التيار الكهربائي . والشكل (3) يبين تأثير التيار على مقاومة القص لوصلات اللحام لسبيكة الديورالومين عند اختلف سمك المعدن وثبوت ظروف اللحام الأخرى ، ويظهر هذا الشكل زيادة مقاومة القص بزيادة تيار اللحام وبأختلاف سمك المعدن الملحوم ، لان زيادة التيار تؤدي إلى زيادة قطر منطقة اللحام وضمان حدوث انصهار المعدن عند السطح الفاصل بين القطعتين وهذا يتفق مع ماتوصل إليه الباحثون (8) .

ويظهر الشكل ايضا بان مقاومة قص شد تصل قيمتها العظمى عند تيار لحام مقداره (50) كيلو أمبير بعدها تنخفض مقاومة القص بسبب حدوث ظاهرة التناثر (Splashing) وتكوين المساميه والشقوق في منطقة اللحام بسبب الأفرط في التسخين وذلك عند سمك (1) ملم ، اما السمكين الآخرين فيستمر المنحنى بالزيادة ويلاحظ أيضا إن زيادة سمك المعدن المستخدم يعطي

نقصان في مقاومة القص عند ثبوت ظروف اللحام النقطي المستخدم وذلك لان كمية الحرارة المطلوبة لأتمام عملية اللحام يجب إن تزداد بزيادة السمك المستخدم .

إما أشكل (4) يظهر زيادة أوليه لمقاومة القص مع زيادة قوة القطب ولحد (2) كيلو نيوتن ولجميع أزمان اللحام لان زيادة قوة القطب تضمن تحقيق الالتصاق الكامل إثناء عملية اللحام وهذا يزيد مقاومة القص ، إما بزيادة قوة القطب اكبر من (2) كيلو نيوتن فان مقاومة القص تقل لان زيادة قوة القطب تؤدي إلى دفع المعدن في منطقة اللحام على محيط القطب بمعنى جعل القطب ينغمر داخل منطقة اللحام وبالتالي أعطى مناطق لحام صغيره لذا فان مقاومة القص تقل ، وبزيادة الضغط أكثر قد يؤدي الى ألتقاء القطبين نتيجة الضغط مما يؤدي الى ثقب منطقة اللحام .

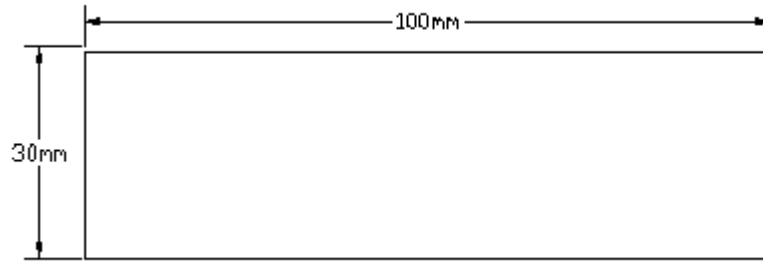
5- الاستنتاجات (Conclusions) :-

مما سبق نستنتج مايلي :-

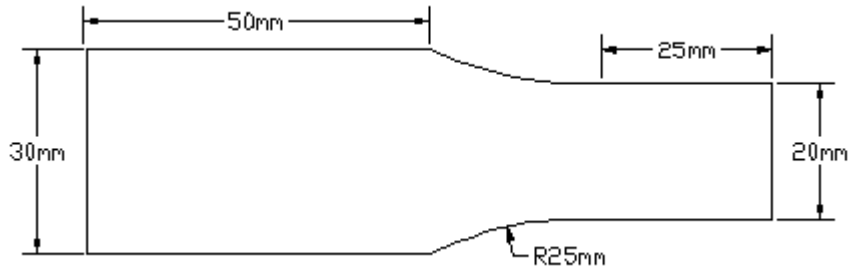
- 1- أفضل مقاومة قص لوصلات اللحام النقطي لسبيكة الديورألومين نوع (H.15) كانت عند زمن (12) دوره وتيار لحام (50) كيلو أمبير وقوة ضغط للقطب (2) كيلو نيوتن .
- 2- زيادة سمك المعدن المستخدم يعطي نقصانا في مقاومة القص عند ثبوت ظروف اللحام النقطي لغاية تيار لحام مقداره (50) كيلو أمبير .

References :-

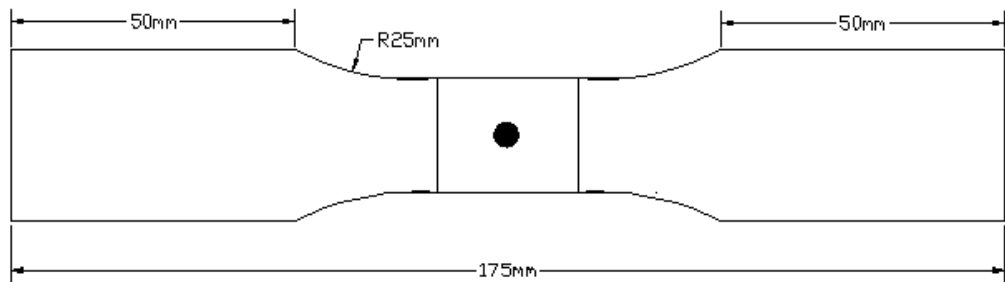
- 1- د. حسين باقر رحمة الله ، تأليف ف . بيلى ، مبادئ هندسة المعادن والمواد – بغداد (1985).
- 2- A.B ASM Handbook. Volume 2, In Properties and Selection: Nonferrous alloys and special purpose materials. ASM, 2002.
- 3- K.S .Yeung and P.H .Thormton," Transient Thermal Analysis of Spot Welding Electrodes",Supplement to the Welding Journal , January 1999.
- 4- A. Gean, S. A. Westgate , J. C. Kuczka and J. C. Ehrstrom , " Static and Fatigue Behavior of Spot-Welded 5182-0 Aluminum Alloy Sheet",Welding Research Supplement ,March 1999 .
- 5- Li Ru-xiong, Lei Xiao-chun and Zhou Ping , " Analysis of Welding Defects in Spot Welding Process U-I Curves " , Jingdezhen Ceramic Inst., Jingdezhen, China , 2009 .
- 6- Kaji Shin, Wakita Jun and Yukinaga Takeo," Splash Elimination in Spot Welding", Journal of the Japan Welding Society, Japan,2006
- 7- Geoff Shannon, Advances in Resistance Welding Technology Offer Improved Weld Quality and Reliability for Battery Manufacturers, Battery Power Products & Technology, July/August 2007, Vol 11, Issue 4, www.batterypoweronline.com.
- 8- YB Li, ZQ Lin, SJ Hu, and GL Chen, Numerical Analysis of Magnetic Fluid Dynamics Behaviors During Resistance Spot Welding, J. Appl. Phys., 2007.
- 9- [http: / www . robot – welding . com / spot _ welding . htm](http://www.robot-welding.com/spot_welding.htm) .
- 10- د. عبد الرزاق اسماعيل ، د . عارف أبو صفيه ، تصنيع المعادن – سباكة ولحام – بغداد(1982) .
- 11- Geoff Shannon,"Advances in Resistance Welding Technology Offer Improved Weld Quality and Reliability for Battery Manufacturers, Battery Power Products & Technology, July/August 2007 .
- 12- J. Snodgrass and J. Moran," Corrosion Resistance of Aluminum Alloys", In Corrosion: Fundamentals, Testing and Protection, volume 13a of ASM Handbook. ASM, 2003.



A- الشرائح المعدنية بعد عملية التقطيع

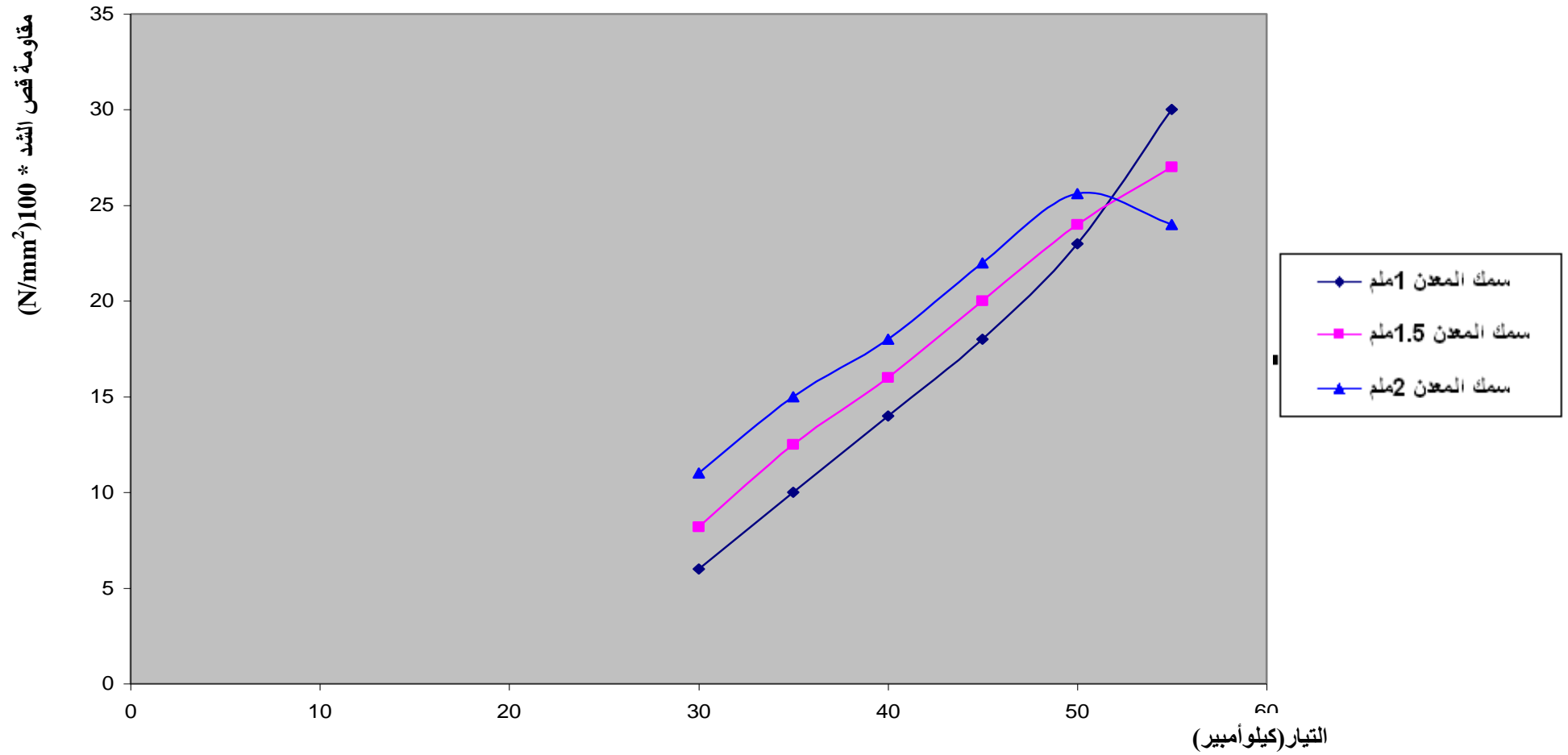


B- الشرائح المعدنية بعد عملية التشغيل

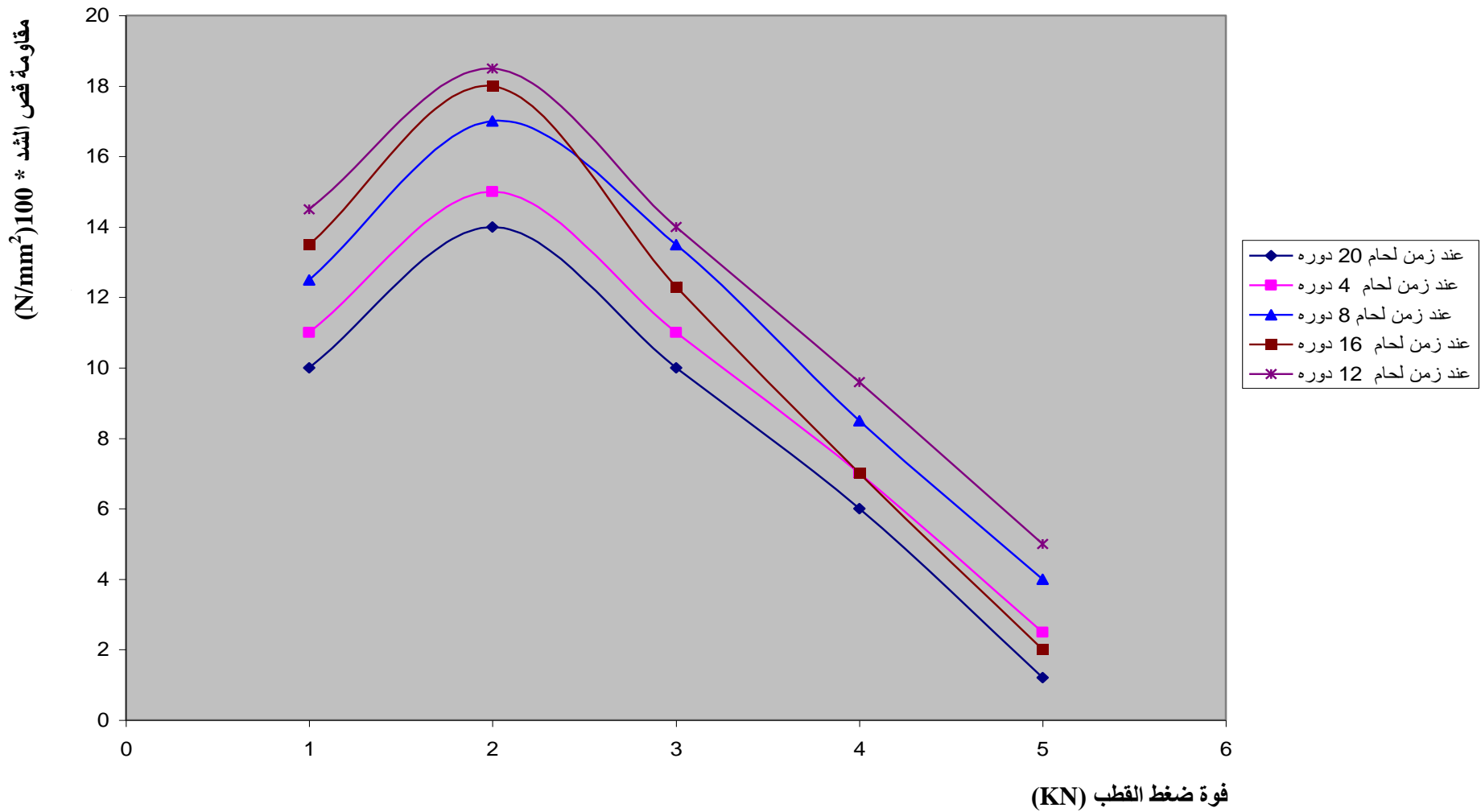


C- العينة بعد اللحام والمعدة للاختبار

شكل (2) يمثل الشرائح المعدنية قبل وبعد عملية اللحام



شكل (3) العلاقة بين قيمة التيار ومقاومة القص بأختلاف سمك المعدن الملاحوم عند زمن لحام (8) ثانية وقوة ضغط (2) كيلونيوتن



شكل (4) العلاقة بين قوة ضغط القطب ومقاومة القص بأختلاف زمن اللحام عند شدة تيار (50) كيلوأمبير وبدون تنظيف للسطح الملحوم