

لحام المونة باستخدام القوس الكهربائي لربط الفولاذ المقاوم للصدأ

بهاء سامي مهدي

تاريخ الاستلام: 2006/9/18

تاريخ القبول: 2007/7/5

الخلاصة:

(Ag-Cu-Zn-Cd) 304L
) (BAg-2)
) (
(
(15) 2 / (185)
(0.125) (1.5)
(V) مهياة.

Abstract

In this research brazing process was done by using Electrical Arc as a heating source to join stainless steel sheets Type (304L) together. The brazing process was accomplished by using silver brazing filler metal tetra composition alloy (Ag-Cu-Zn-Cd). The brazing variables were heat quantity (as welding electrical current) and clearance between the two joined base metals. After finishing brazing there were three destructive tests to find out mechanical and phase transformation which happened during the operation. The first was tensile test and the second was micro-hardness testing by preparation specimens and testing them and the third test was micro examination test by taking micro photos of sections of brazing joints maximum tensile strength was 185 MPa at current of (15) ampere with clearance of (0.125) millimeter for stainless steel sheet thickness of (1.5) millimeter and the prepared specimens whivh (V) chamfered were batter than non chamfered specimens.

1. المقدمة



$$(1) \quad (\quad - \quad - \quad)$$

$$(2)$$

(Diffusion)

%50

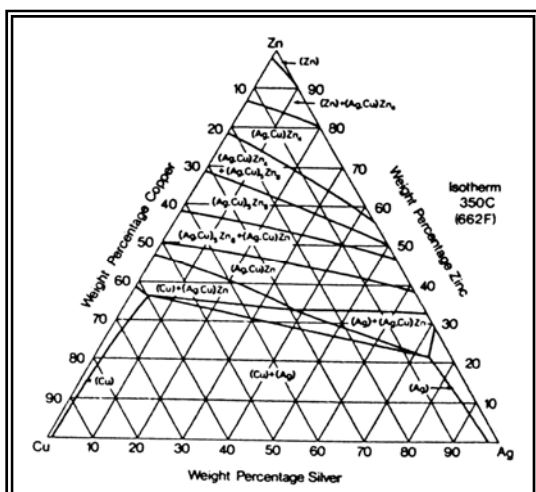
%20

70
%10

185

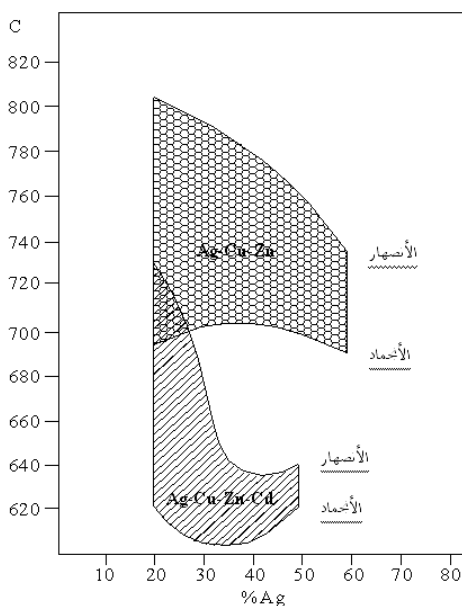
(Wetting)

(Flow)



: (1)

[3] . (- -)



(-)

: (2)

)

(- -)
[4] .

-)
(- -

(° 200)

° 315)

(Wetting)

.(

Experimental الجانب العملي

Work

(-)

Shield Arc)

(Welding

(-)

(-)

(Flux)

)

(

(-)

Base _____
Metal

304L austenitic
Stainless steel

(1)

:(1)

.304L

Element	%	
	Min.	Max.
C	0	00.030
Cr	18	20.000
Mn	0	02.000
N	0	00.100
Ni	8	12.000
P	0	00.045
S	0	00.030
Si	0	00.750

.(1)

(1.5×20×70)

Filler _____

Metal

- - -)
BAg-2 ((2)

(2)
(2)

.(Borates and Fluorides)



BAg-2

: (2)



: (1)



CEBORA : (3)

.2

المعدات

Equipments

(Grit 1200)

CEBORA

.3

. (3)

عملية اللحام

Brazing Operation

100

-

:

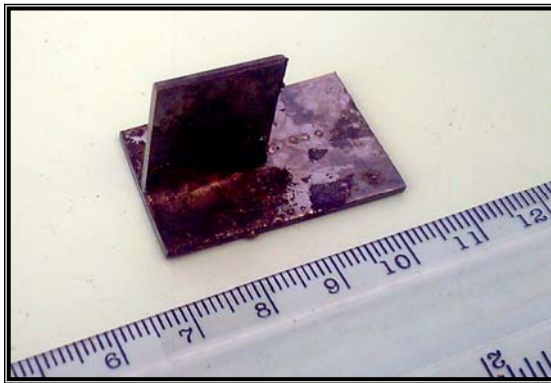
.1

. (V)

V

. (4)

(5) .(T)



: (5)

(T)

(30)

النتائج والمناقشة

Results and Discussion

:

Tension

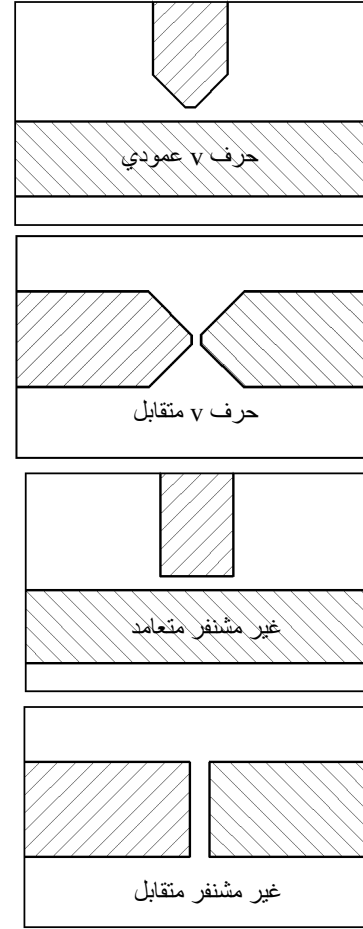
فحص أجهاد الشد

Tests

(6)

(7)

(INSTRON)



(4)

(V)

30

(V)

(15)

(V)

105	15 0.00	- -	V
145	30 0.10	- -	V
185	15 0.10	- -	V
112	30 0.25	- -	V
132	15 0.25	- -	V

.(MN/m²)



:(6)

(30)

(100 50)

(8)

(9)

(50)

15

:(3)



(7)

(MN/m ²)			
9	30 0.00	- -	
12	15 0.00	- -	
45	30 0.10	- -	
78	15 0.10	- -	
85	30 0.25	- -	
96	15 0.25	- -	
92	30 0.00	- -	V

) 15

(1215

30

98)

) (MPa

(0.25-0.20



:(8)

50

30

(2430

(V)

0.08)

(0.15 -



:(9)

50

(1215) 15

(10)

(2430) 30

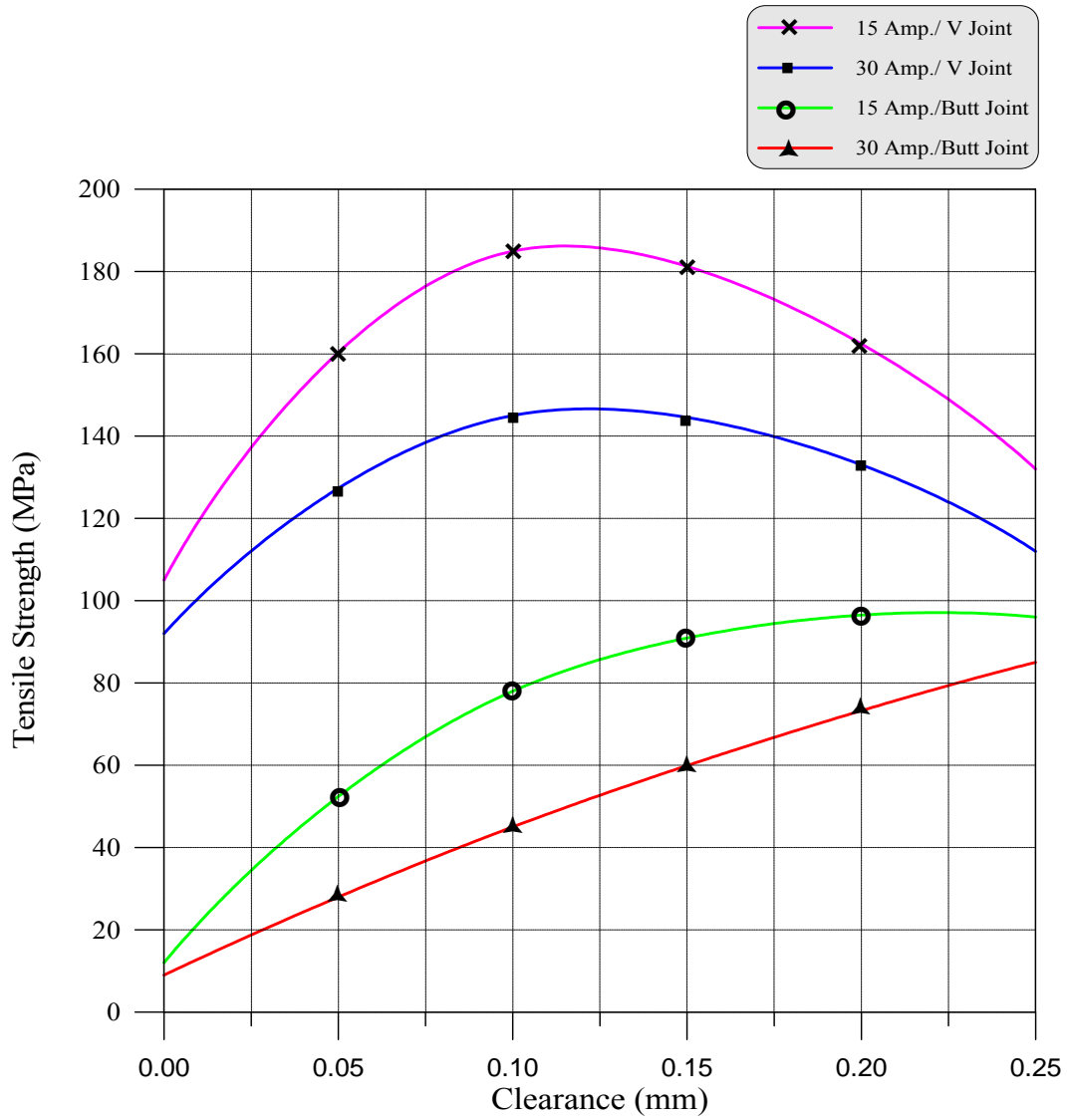
(V)

0.14 – 0.08)

(

(Polynomial)

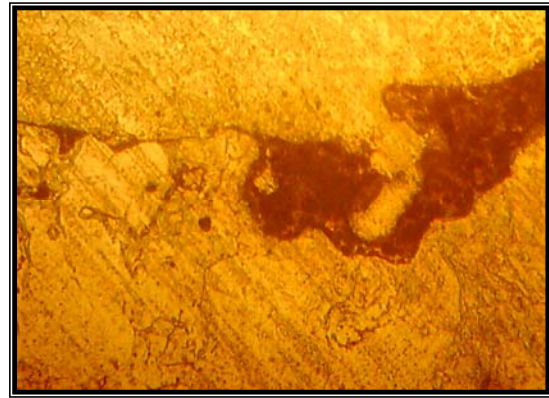
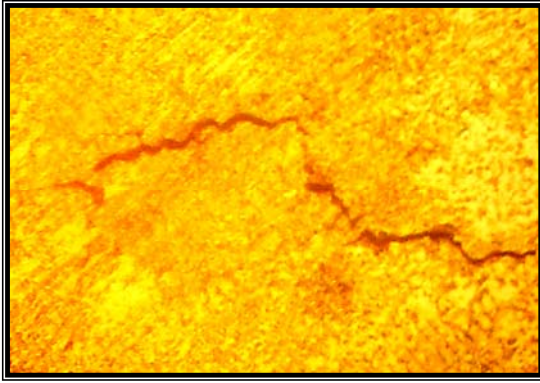
(V)



: (10)

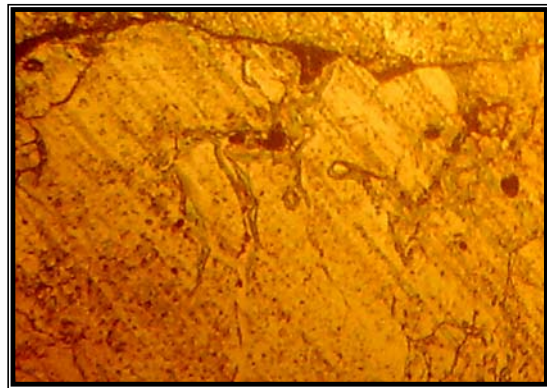
فحص البنية المجهرية

:



الشكل (12): منطقة تم نشوء شقوق فيها
لنفس عينة الصورة السابقة
X250. بسماح مقداره
0.125 ملم

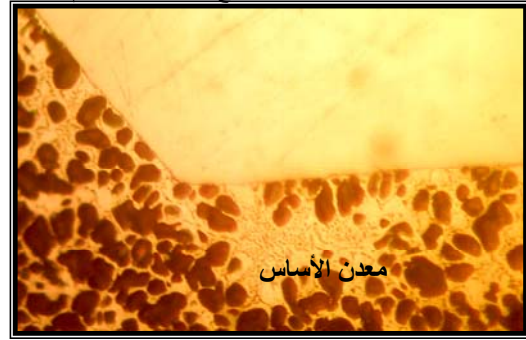
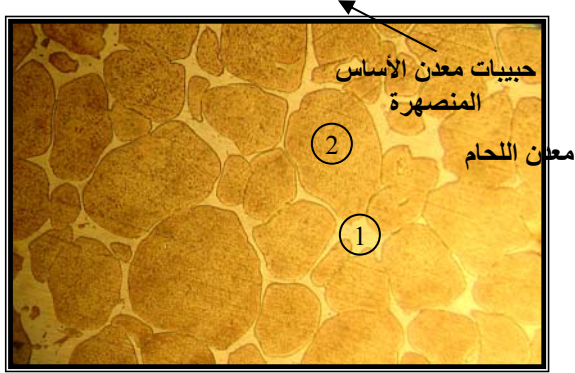
الشكل (11): عينة تم محاولة لحامها بتيار مقداره 50 أمبير،
تظهر فيها عملية إنصهار لمعدن الأساس
X250. بسماح مقداره 0.125 ملم



معدن الأساس

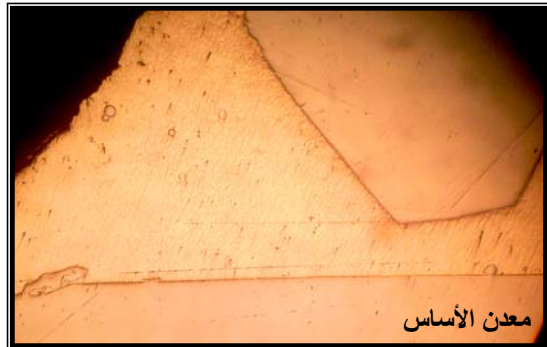
الشكل (14): عينة من الفولاذ المقاوم (304) تم لحامها بالمونة عمودياً على صفيحة من نفس نوعية معدن الأساس. بتيار لحام مقداره (15) أمبير X 40. بسماح مقداره 0.25 ملم

مونة مع معدن في صورة (9) 0.1 ملم



الشكل (16): توضح التركيب اليوتكتيكي لمعدن المونة المنجمد X 1000. وتم لحامه بتيار مقداره (15) أمبير وبسماح 0.25 ملم.

الشكل (15): تبين تركيب معدن المونة المنجمد مع سطح معدن الأساس X 350. بسماح مقداره 0.25 ملم وبتيار مقداره 30 أمبير.

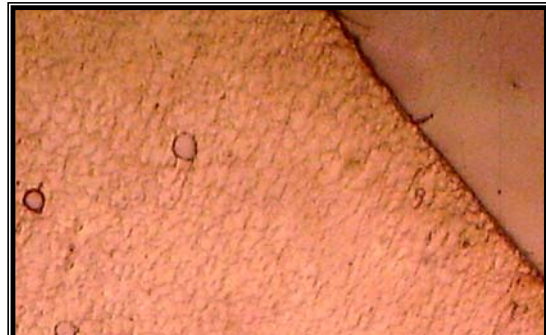
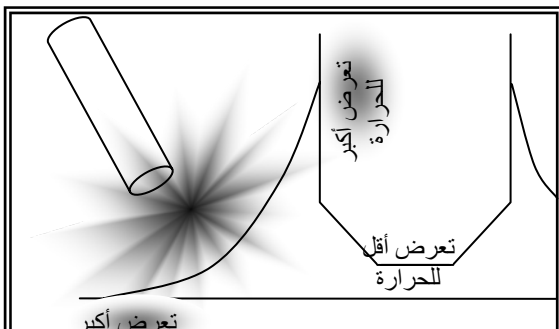


الشكل (18): المنطقة اليسرى السفلى لنفس العينة السابقة. يظهر فيها منطقة أنصهار جزئية لمعدن الأساس بقدرة تكبير X 250. وبتيار لحام مقداره (30) أمبير

الشكل (17): عينة من الفولاذ المقاوم (304) تم لحامها بالمونة عمودياً على صفيحة من نفس نوعية معدن الأساس. بتيار لحام مقداره (30) أمبير X 40.

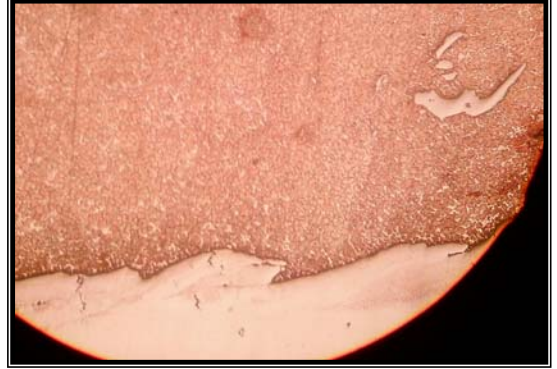
معدن اللحام

معدن الأساس

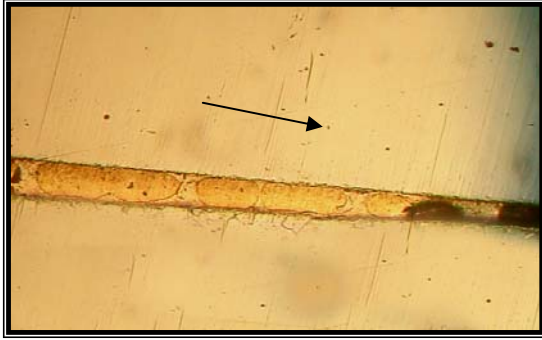




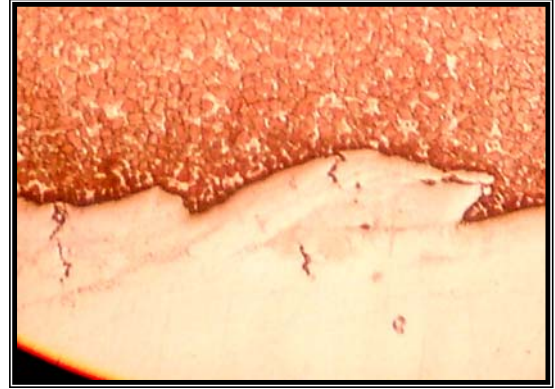
الشكل (22): المنطقة العليا البيني لنفس العينة السابقة
بقدرتك تكبير X 250.



الشكل (21): منطقة لحام بالمونة توضح معدني الأساس
والمونة المنجمد لوصلة اللحام لعينة تم
لحامها بالمونة بتيار مقداره (30) أمبير
بقدرتك تكبير X 100.



الشكل (24): توضح سماح ضيق يبين السهم نقصانه
إلى قيمة الصفر ويلاحظ بدء تكون الفجوات
مع نقصان قيمة السماح بقدرتك تكبير
X 500.



الشكل (23): سطح معدن الأساس للشكل (21) ولكن
بقدرتك تكبير أعلى لإظهار الشقوق بقدرتك
تكبير X 250..

(11)

50

(13)

بالشكل (13)

أما الشكل (14) فيمثل عينة من الفولاذ

المقاوم (304L) تم لحامها بالمونة عمودياً

على صفيحة من نفس نوعية معدن

وجود بداية أنصهار لجزء من معدن الأساس مما يدل على أن الحرارة المنتقلة بواسطة القوس الكهربائي إلى منطقة معدن الأساس قد تجاوزت 1400 لقلبة سمك غطاء معدن المونة المنصهر في تلك المنطقة درجة مئوية ولكون الفولاذ بشكل عام لا ينصهر دون درجة حرارة 1400 درجة مئوية تقريباً، وكما موضح ذلك بالرسم (20)، أما الشكل (19) فتمثل المنطقة المجاورة للوصلة ذات الشنفرة قرب نهاية وصلة اللحام يلاحظ فيها ثلاث حبيبات منجمدة لمعدن الأساس المنصهر نتيجة الحرارة العالية وذلك لنفس السبب الموضح بالرسم (20) بالإضافة لذلك من الممكن ملاحظة نشوء شق حار صغير بدأ بالنمو على معدن الأساس في الشكل (19) تكون نتيجة التباين الكبير باختلاف درجة الحرارة .

يمثل الشكل (21) منطقة لحام لمعدن الأساس والمونة المنجمد لوصلة لحام بالقوس بالمونة وذلك باستخدام تيار لحام مقداره (30) أمبير، توضح هذه الشكل الشكل غير المنتظم لسطح معدن الأساس نتيجة الحرارة العالية التي أدت لإنصهار جزئي فيه مع تطاير بعض المنصهر واختلاطه مع معدن المونة المنجمد حيث يمثل الشكل (22) حبيبة منجمدة طافية داخل معدن المونة سيق وأن أنصهرت وأنفصلت من سطح معدن الأساس، أما الشكل (23) فيمثل منطقة سطح معدن الأساس للشكل (21) ولكن بقدرة تكبير أعلى يلاحظ فيها شكل سطح معدن الأساس

الأساس، بتيار لحام مقداره (15) أمبير يلاحظ فيها أن مسافة السماح بين معدني الأساس (0.25) ملم وأن معدن المونة المنجمد قد ملأ منطقة السماح بشكل جيد مما يدل على أن قيمة التيار كانت كافية لعملية تسخين منتظمة الوقت مما أدى لفعالية مساعد الصهر بشكل صحيح من تنظيف للمنطقة التي تم تماسها حيث أنه قد أجريت عدة محاولات للحام بدون مساعد الصهر وكانت النتيجة تراكم فجوات من الملوثات المتنوعة (أكاسيد وغيرها) والفجوات التي أفسدت عملية الربط، وقد كانت البنية المجهرية يوتكتيكية بشكل عام ويمثل الشكل (15) منطقة اللحام بقدرة تكبير (X350) موضحة المنطقة البيئية بين معدن الأساس والمونة المنجمد والشكل (16) يوضح التركيب اليوتكتيكي لمعدن المونة المنجمد بقدرة تكبير (X1000) يلاحظ فيها أن المنطقة المؤشرة (1) تتكون من مركب متجانس من الفضة والكاديوم والمنطقة المؤشرة بالرمز (2) تتكون من مركب النحاس والبراص المتداوب. و الشكل (17) توضح عينة أخرى قد تم لحامها ولكن بتيار مقداره (30) أمبير، يلاحظ فيها بشكل عام لحام جيد مع تكون قوس مقعر خارجي كما هو موجود في معظم أنواع لحام المونة واللحام بالطرق الأخرى مما يعني فعل جيد للخاصية الشعرية، وعند ألتقاط صور مجهرية أخرى وبقدرة تكبير أعلى لنفس الوصلة كما موضح في الشكل (19) والذي يمثل المنطقة اليسرى لطرف الوصلة يلاحظ

المستخدم لا يتأثر بالمعاملات الحرارية إلا في حالة تغير في التركيب الكيميائي الذي يحصل نتيجة الأنتشار في المناطق البينية في وصلات اللحام أو في حالة حدوث عملية أنصهار مما يغير من الحبيبات المجهرية.

- عدم تغير قيمة الصلادة المايكروية بمقياس فكرز لمنطقة اللحام بشكل ملحوظ (والتي كانت تتراوح بين 73-80 في مختلف مناطق الوصلة) مع العلم بأن صلادة معدن المونة قبل عملية اللحام هو 95-100 نتيجة لعملية الدرفلة التي تم أنتاجه بها على شكل أسلاك. ويعود سبب عدم تغير الصلادة خلال مناطق وصلة اللحام بالمونة المختلفة لعدم حدوث حالة أنتشار في المناطق البينية بين معدن الأساس ومعدن المونة والذي يؤدي عادة لتكوّن بعض الأطوار البينية ذات الصلادة العالية.

الاستنتاجات

Conclusion

1. تعتبر عملية لحام المونة بالقوس الكهربائي طريقة ناجحة وذلك خصوصاً عندما يكون عامل الوقت جوهرياً كما تبين ذلك من الوقت اللازم للحام العينات مقارنة بطرق اللحام الأخرى عدا لحام المونة بالمشعل.
2. تكون نسبة فقدان في كمية معدن المونة في هذه الطريقة أكبر مما يحدث بطرق اللحام الأخرى وذلك

الذي أخذ شكل متموج نتيجة الحرارة العالية وأتجاه التمدد نحو اليمين مع العلم أن قطب لحام معدن المونة كان يسار الشكل متجهاً نحو اليمين. وأخيراً فالشكل (24) يمثل وصلة لحام متغيرة السماح تم ألتقاط الشكل لمنطقة سماح ضيقة تقارب قيمتها (10) مايكرومتر من اليسار يلاحظ فيها عدم أستطاعة معدن المونة المنصهر التغلغل نحو اليمين حيث أن قيمة السماح قد أنخفضت لحوالي (6) مايكرومتر وذلك لعدة أسباب منها درجة الحرارة ، بقايا مساعد الصهر ، لزوجة معدن المونة المنصهر ، الغازات المحصورة . . . وغيرها من العوامل.

فحص الصلادة المجهرية Micro

Hardness Tests

تم فحص الصلادة المجهرية بواسطة جهاز فحص الصلادة المجهرية (فكرز) (Micro Hardness Tester) - (Micromet) الأمريكي المنشأ بواسطة أستخدام حمل مقداره 200 غرام وزمن 40 ثانية تقريباً لكل عملية فحص، وذلك بالطبع بعد تصنيع عينات تحت نفس ظروف ومتغيرات العينات التي تم صنعها لغرض الفحص المجهرية وفحص الشد ، حيث تم بعد ذلك قطع العينات عمودياً على اتجاه وصلة اللحام ومن ثم إجراء عملية التنعيم والصلقل لتحضيرها للفحص وتبين بعد عملية الفحص ما يلي:

- عدم تغير قيمة الصلادة لمعدن الأساس. ذلك كون زمن اللحام بالمونة قصير جداً بالإضافة إلى ذلك فإن نوع معدن الأساس

4. إجراء معاملات حرارية ومعرفة تأثيراتها على الخواص الميكانيكية من خلال تأثيرها على الحجم الحبيبي وشكل الأطوار الناتجة وأيضاً تأثيرها على عملية الإنتشار.

المصادر

1. Schartz M.M, "Metal Joining Manual", McGraw-hill Book Company, (1979).
2. Solomon,H.D. "The High-Temperature Wetting", Welding Journal, Vol 82, No10, (2003).
3. Timmins P.F., "The Development of Non Toxic Ag-base", Welding Journal, Vol 73, No9, (1994).
4. Jacobson,D.M. "The Development of New Silver-free", Welding Journal, vol,81 No 11, (2002).
5. Miyazawa Y., "A Study of the Braze Ability", Welding Journal, vol 72, No 6, (1993).
6. Roberts P.M. "Recent Developments in Cadmium-Free Silver Brazing Alloys". Welding Journal, vol 57, No. 10, (1978).
7. Schartz M.M., "Brazing", ASM International, (1987).
8. AWS, "Welding Handbook", 6th edition section 2B, (1973).
9. Stuart W. Gibson, MSc, DME, Gerted "Advanced Welding" Machmillan an Press LTD 1997.
10. Melvin M. Schwartz, Chief Manufacturing Technology. "Source Book on Brazing and Brazing Technology" Sikrosky Aircraft, 1981

لحدوث تطاير كمية كبيرة نسبياً من حبيبات المونة المنصهرة عند عملية اللحام
3. يفضل إستخدام قدرة حرارية قليلة نسبياً (قيمة التيار) مقارنة باللحام بالقوس الكهربائي التقليدي ويكون الحصول على نتائج أفضل كلما قلت قيمة التيار.
4. تكون قيمة السماح المستخدمة كبيرة (0.125 – 0.25) مليمتر مقارنة بطرق اللحام بالمونة بالأفران التي لا تتجاوز الـ(70مايكرومتر).
5. يكون الإنتشار (Diffusion) بين معدن المونة ومعدن الأساس قليلاً جداً مقارنة بطرق اللحام بالمونة بأستخدام الأفران ويعود السبب الرئيسي لذلك عامل الزمن.
6. تحدث حالة تشقق حار عند عبور قيمة التيار الـ(30أمبير) مسببة انخفاضاً بالخواص الميكانيكية.

التوصيات

Recommendations

1. مقارنة بين وصلة لحام بالمونة تم لحامها بالمشعل وبين وصلة تم لحامها في هذا البحث.
2. دراسة مقاومة التآكل لإجواء محيطية مختلفة لهذه الوصلات.
3. محاولة اللحام بالمونة بالقوس الكهربائي ولكن بأستخدام أجواء محيطية خاملة بدلاً من إستخدام مساعد صهر.