دراسة تاثير المادة المالئة في لحام الومضة لاسلاك النحاس على الصلادة والبنية المجهرية

فاضل عباس هاشم
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة المواد

كمال صاحب مكي
جامعة ذي قار- كلية الهندسة
قسم الهندسة الميكانيكية

خالد عبدالحسين محمد
جامعة ذي قار- كلية الهندسة
قسم الهندسة الميكانيكية

صادق محسن حمود
جامعة ذي قار- كلية الهندسة
قسم الهندسة الميكانيكية

الخلاصة

الهدف من البحث للتعرف على منطقة الربط الناتجه عن لحام الومضة (Flash Welding) لسلك نحاسي قطره ٢ ملم عالي التوصيل الكهربائي ينتج في شركة اور العامة للصناعات الهندسية في الناصرية. عند اجراء عملية اللحام بدون استخدام مادة مالئة فأن منطقة الربط تكون عبارة عن بنية شجيريه (Mixed Dendritic Structure) تحتوي بعض العيوب كالتشققات و المسامات حيث تبين لنا من خلال فحص الصلادة ان قيم الصلادة في منطقة الربط اعلى من الاساس لوجود طور اوكسيد النحاس. اما عند استخدام مادة مالئة مكونه من سبيكة الفضة و النحاس والكادميوم والخارصين نوع (BAg2) فأن منطقة الربط سوف تحتوي على ثلاث اطوار . احد تلك الاطوار يؤدي الى خفض صلادة المنطقة عن الاساس ولكن الوصلة تكون خالية من العيوب.

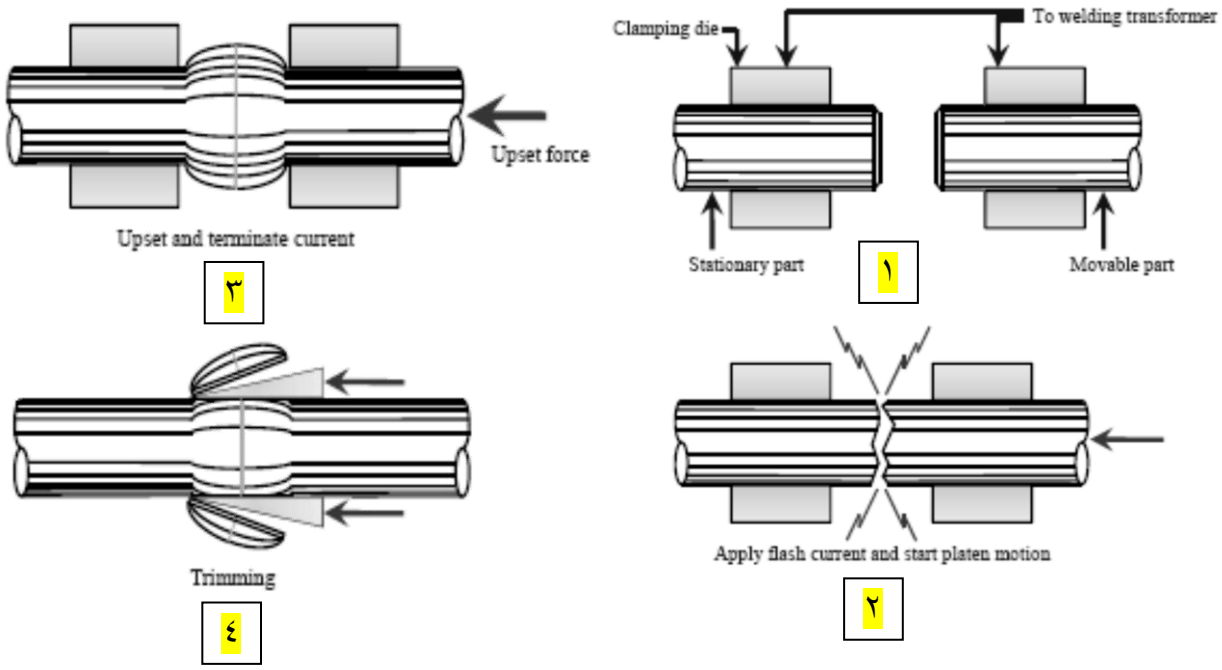
Study the Effect of Filler in Flash Welding of Copper Wire on Microhardness and Microstructure

Abstract:

The aim of this work is to recognize the bonding by flash welding of high conductor wire (2mm) which produced in UR Company of Nasseryah. The butt welding joint of this wire was completed with mixed dendritic structure including some defects (cracks and porosity). The hardness of the region is high the base structure due to existing copper oxide phase. When Filler metal alloy (silver-copper alloy) type BAg2 is used during welding the welding zone will contain three types of bonding phases, one of these phases will decrease the hardness of the structure in comparing with the base. The all structure was defect free.

المقدمة

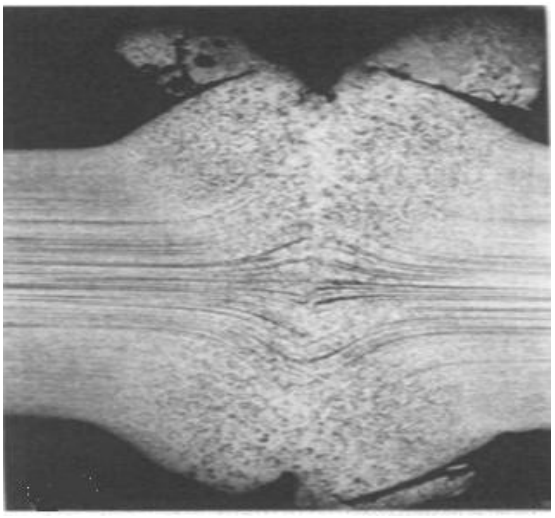
لحام الومضة يصنف كأحد أنواع لحام المقاومة الكهربائية حيث تنشا الحرارة اللازمة للحام على السطحين المتقابلين المراد لحامهما بواسطة مقاومة الفجوة لسيل الكترونات التيار الكهربائي المار بينهما وقوس التفريغ الكهربائي بين السطحين. عند وصول درجة حرارة السطحين الى درجة حرارة اللحام المطلوبة تسلط قوة انية لاتمام الربط ويندفع المعدن المنصهر على محيط الوصلة شكل (١). يجري هذا النوع من اللحام بدون مادة مالئة عادة.



شكل (١) مراحل عملية لحام الومضة [٢]

في عملية لحام الومضة يتم توصيل طرفي قطعة العمل إلى الدائرة الثانوية لمحول، في حين يثبت الطرف الاخر للقطعة بقوة، ويسمح للسطوح المراد لحامها بالتلامس فتبدا التيارات الثقيلة بالمرور عبر نقاط التلامس للسطحين مما يوفر حرارة عالية جدا كافية لبدأ انصهار المعدن وعند تكسر جسور الانصهار بين السطحين تتطاير مولدة ومضات قوية مشتركة بين السطحين.[1]

عندما تصل درجة حرارة منطقة اللحام الى الدرجة المطلوبة لربط القطعتين بدرجة كافية من اللدونة، يوقف التيار المار ويدفع السطحين المتقابلين باتجاه بعضهما بقوة كبيرة. هذا الفعل سوف يؤدي طرد الاكاسيد والشوائب الى خارج وصلة اللحام، شكل (٢) مما ينتج عنه جودة عالية وقوة لحام مرضية [2].



شكل (٢) صورة بالاشعة لمقطع اللحام [٢]

نشر عدد من البحوث التي اجريت على هذا النوع من اللحام الا انها لاتضاهي الاعداد التي نشرت في الانواع الاخرى من اللحام ونستعرض بعض ما نشر منها مؤخراً. Weibin ، وآخرون. ، عام ٢٠٠٣، [٤] قاموا بالتحري عن قابلية اللحام لقضبان حديد التسليح الدقيقة ذات المقاومة بحدود (٤٠٠ ميغاباسكال) بواسطة لحام الومضة مستخدمين طرق الفحص الدقيقة مثل (Metallographical) والاختبارات المرئية لفحص الخـــواص الميكانيـكية. C. Barbosa، وآخرون، عام ٢٠٠٦، [٥] قاموا بتحليل لحام الومضة على سبائك الالومنيوم مع استخدام تقنيات مثل التصوير المجهري بالالكترونات المنتقلة ، منطقة حيود الإلكترون وطاقة التشتت لطيف الأشعة السينية من أجل تحديد الترسيب الحاصل في السبائك.

Y. ICHIYAMA، وآخرون ، عام ٢٠٠٧، [٣] درسوا العوامل التي تؤثر على الخواص في لحام الومضة باستخدام الفولاذ عالي القوة وقاموا بتلخيص تاثير ضروف اللحام والتركيب الكيميائي للمعدن الاصلي على عيوب اللحام. D.C. Kim، وآخرون، عام ٢٠٠٩، [٢] درسوا تاثير متغيرات لحام الومضة على الخواص الميكانيكية (المرساة) البعيدة عن الشاطئ. C. Zhipeng، وآخرون، عام ٢٠١١، [٦] قاموا بقياس الضغوط المتبقية على سطوح السكك الحديدية الملحومة بطريقة لحام الومضة باستخدام أسلوب التثقيب وعملية التشويه المرن - اللدن وتمت محاكاة التحول الطوري باستخدام طريقة العناصر الحدية (Finite Elements Method).

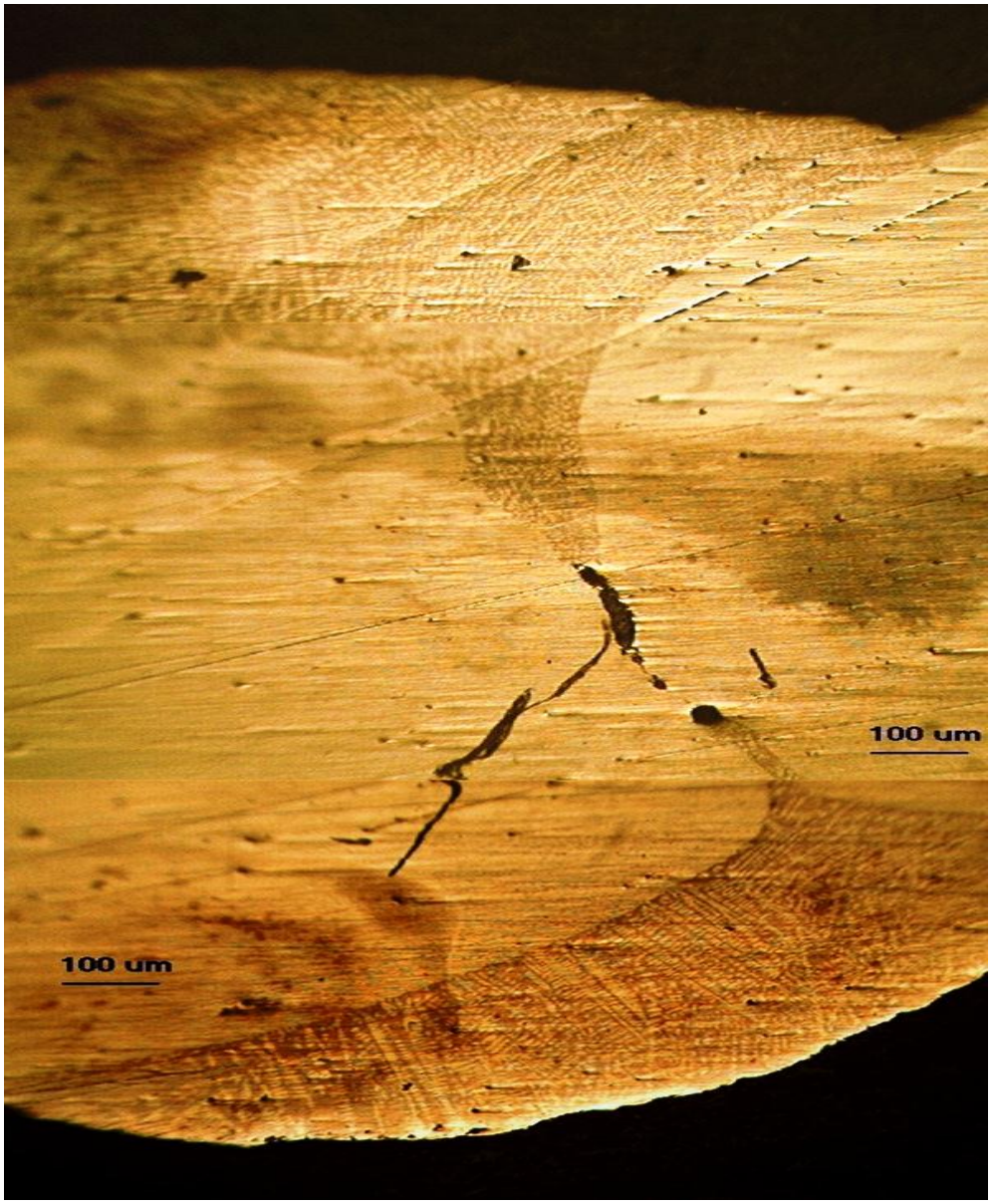
طريقة العمل

تم استخدام اسلاك نحاس نقي للأغراض الكهربائية بقطر (٢ ملم) والمستخدم في شركة اور العامة للصناعات الهندسية. السلك يتم سحبه في منظومة سحب متكاملة وعند انتهاء اللفة يتم لحام الجزء الاخر باستخدام ماكنة متخصصة في لحام (Flash Welding) . في هذا الجانب تم استخدام لحام السلك بدون مادة مالئة (Filler) ، ثم اجريت عملية اللحام باستخدام مادة ملئ (BAg_2) .

كررت التجربة اكثر من ثلاث مرات لضمان حصول ذات الوصلة ولتاكيد الوثوقية . بعد اتمام عملية اللحام لعدة نماذج للحالتين المذكورتين تم قطع العينات لاغراض التصوير المجهري حيث تم تجليخ العينات وتلميعها واجريت عملية اضهار البنية باستخدام محلول كلوريد الحديديك. كما تم قياس الصلادة المجهرية لمعرفة مدى متانة وصلة اللحام .

مناقشة النتائج

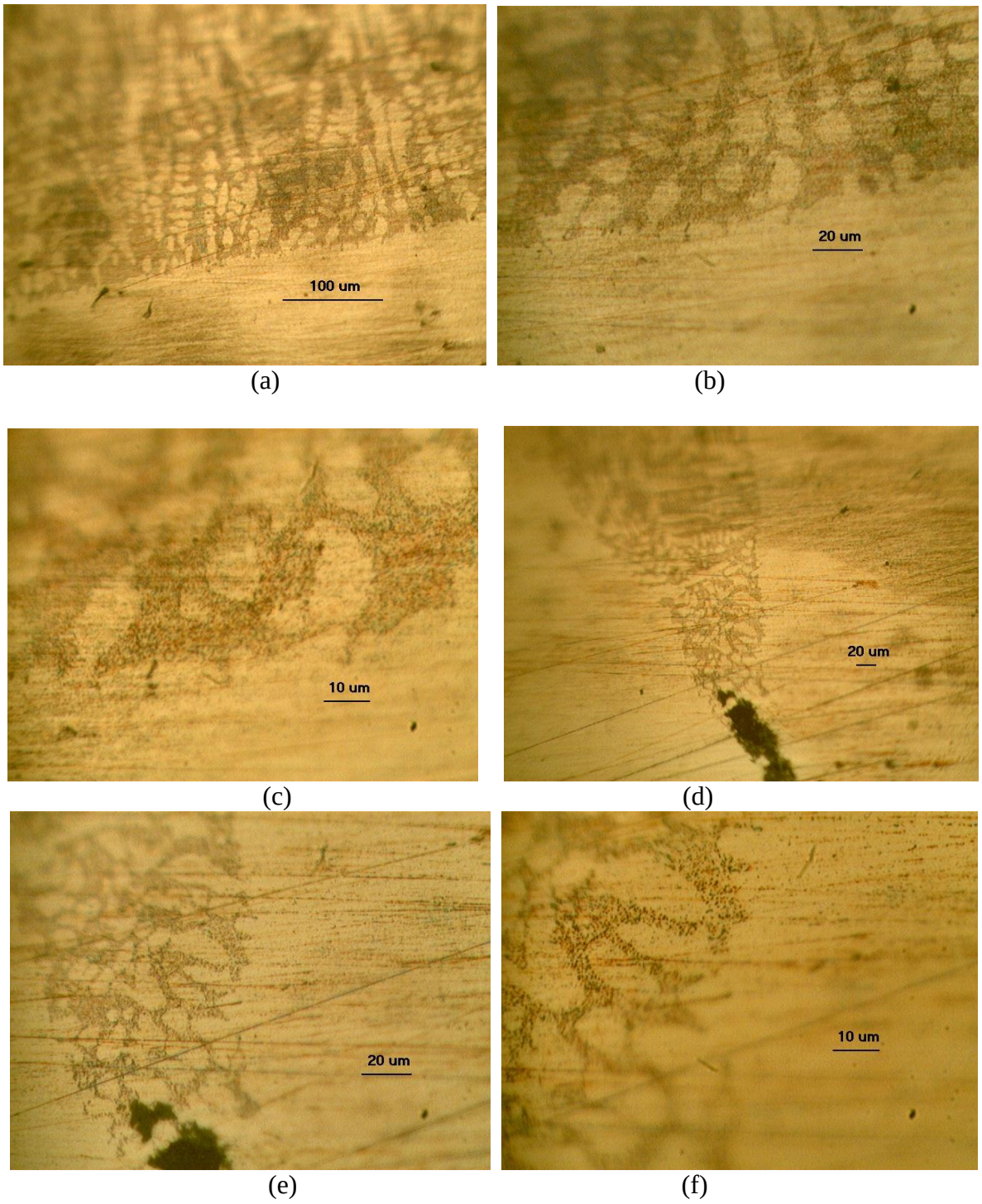
في حالة إجراء عملية اللحام لأسلاك النحاس بدون استخدام مادة مالئة فان عملية الربط تتكامل كمحصلة لانصهار جزء من معدن السلك بحيث ينزلق هذا المعدن المنصهر حول السلك وعند انجماده فانه سوف يربط طرفي السلك مع وجود بعض العيوب في المنطقة مابين السلكين كالفجوات الصغيرة وبعض التشققات كما في الشكل (٣) .



شكل (٣) صورة مجهريه لمقطع اللحام

حيث يبين هذا الشكل ما ذكر في اعلاه ويوضح مواقع العيوب الناجمة عن عملية اللحام . عند انجماد المعدن المنصهر فان عملية الانجماد تؤدي الى تكون بنية شجيرية (Dendritic Structure) كما هو جلي في الشكل المذكور.

عند زيادة قوة تكبير الشكل (٣) نحصل على الشكل (٤) الذي يوضح وجود طورين وبما ان المعدن الملحوم هو نحاس نقي فان الطور الثاني من المؤكد انه أوكسيد النحاس لان عملية اللحام اجريت في وسط مكشوف للهواء.



(a) (b)

(c) (d)

(e) (f)

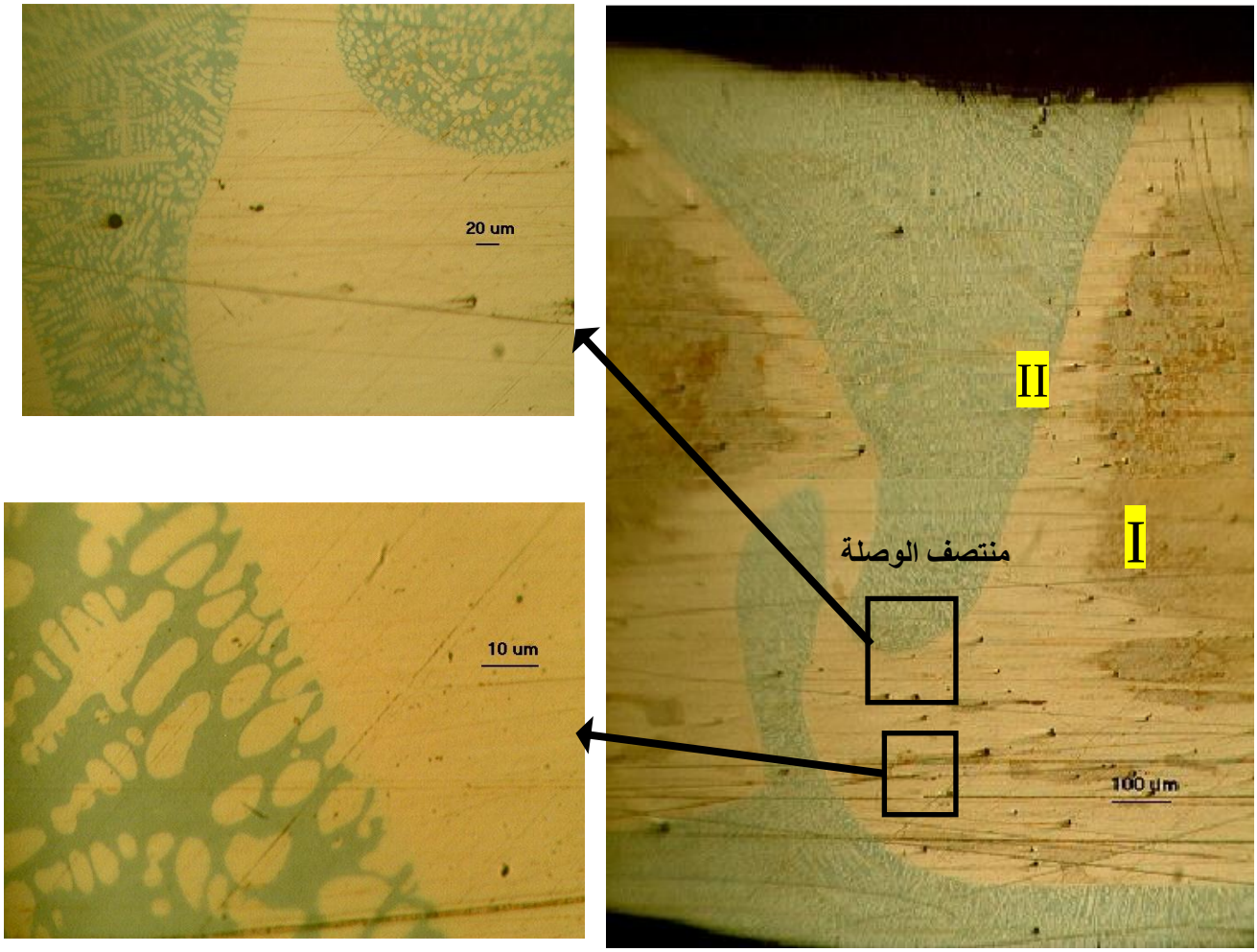
شكل (٤) صور مجهريه مكبرة لمنطقة اللحام

اما عند استخدام مادة مالئة بين السلكين المراد لحامهما حيث ان المادة المضافة هي (Bag_2) درجة حرارة الانصهار لهذه المادة (٧٠٢م^{o})[7] ، والنسب الوزنية لمكوناتها هي كما في الجدول (١) .

جدول (١) نسب المكونات للمادة المالئة المستخدمة (BAg2)[7]

العنصر	النسبة الوزنية (%)
Ag	34-36
Cu	25-27
Zn	19-23
Cd	17-19

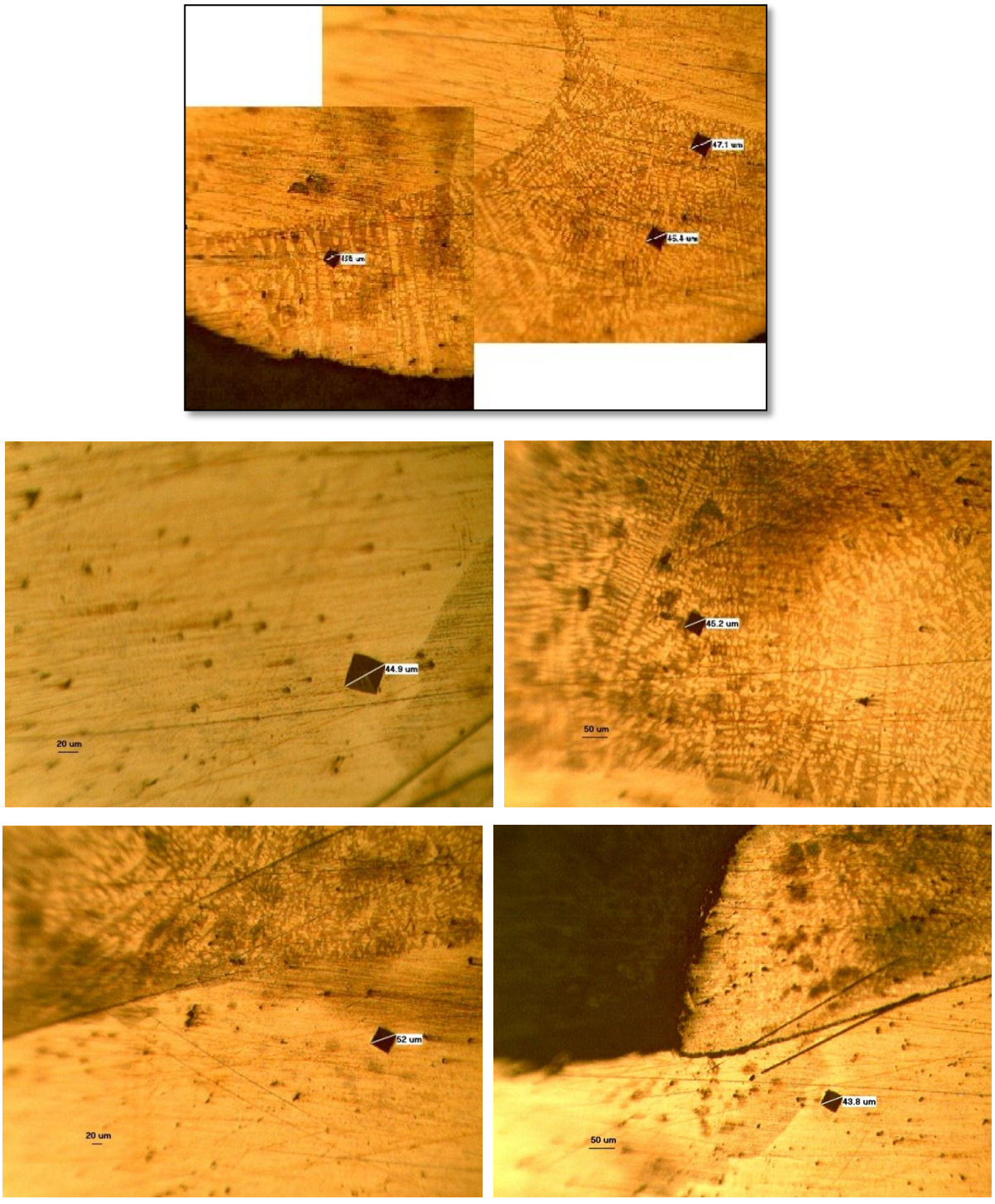
يبين الشكل (٥) ان هنالك تداخل عال في منطقة الربط اي منتصف المنطقة حيث لاتوجد عيوب (فجوات او تشققات) كما هو الحال عند اللحام بدون مادة مالئة ، ايضا تسلك المادة المالئة سلوك المعدن الاصلي بالانزلاق حول وصلة اللحام وبما انها تمتلك درجة انصهار اقل من المعدن الاصلي (النحاس) فذلك تنصهر ويبقى السلك المنصهر داخل منطقة الربط.



شكل (5) صور مجهريه مكبرة لمناطق اللحام مع المادة المالئة

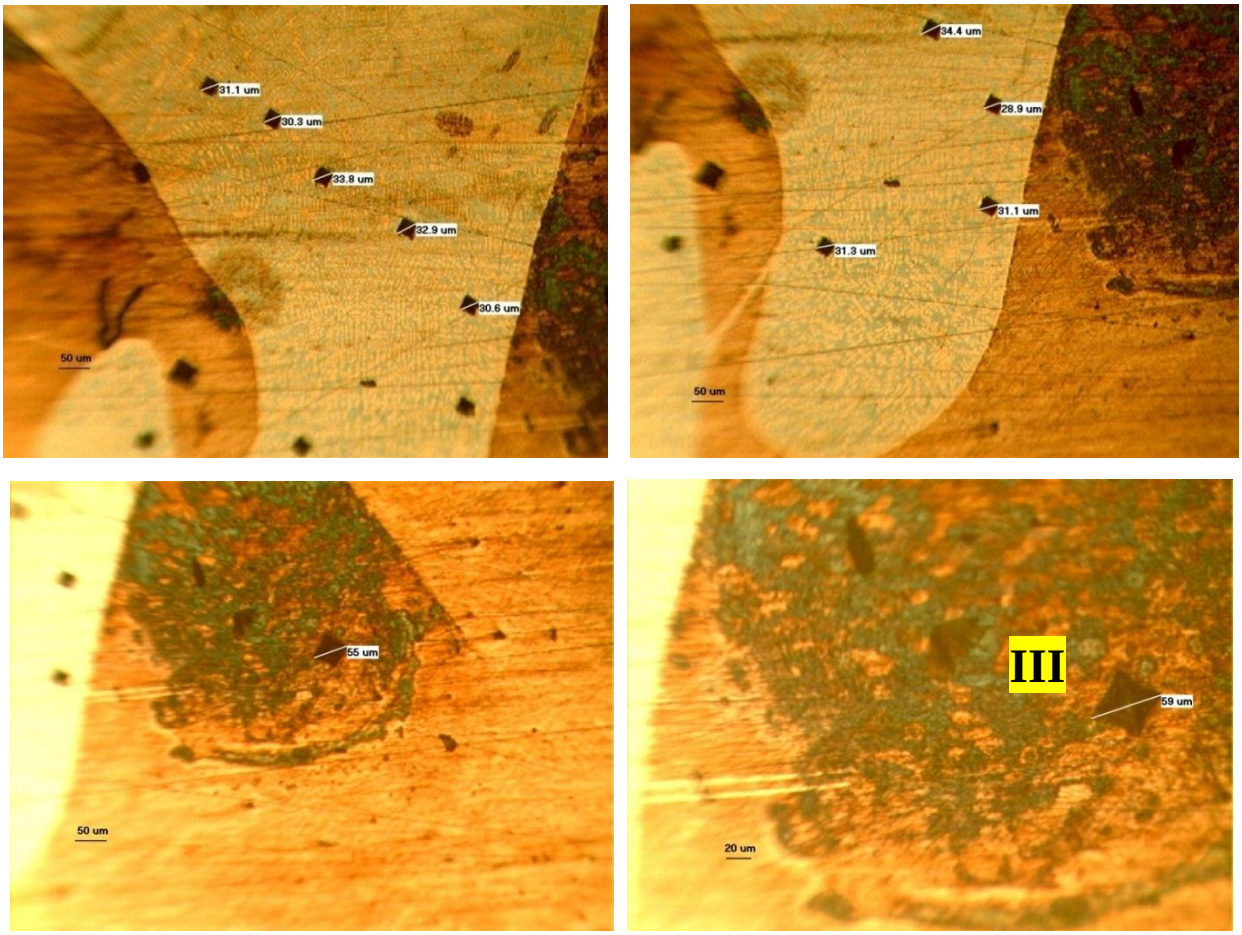
عند انجماد المادة المالئة مع السلك تتضح منطقتين متداخلتين; المنطقة (I) وفيها النحاس هو الاساس ، اما المنطقة (II) فيكون الاساس فيها سبيكة المادة المالئة متداخله مع النحاس ويكون الانجماد في المنطقة (II) من النوع الشجيري (Dendritic). ولغرض تقييم وصلتي اللحام المشار اليهما في الشكل (٣) والشكل (٥) تم اجراء فحص الصلادة المجهرية وكانت النتائج تشير الى ان صلادة المنطقة المتداخلة للحام بدون مادة مالئة (II) بحدود (88 Hv) بينما كانت صلادة المنطقة الملحومة بوجود المادة المالئة (I) بحدود (٩٠Hv) اي متقاربة .اما المعدن الاساس للسلك فكانت صلادته بحدود

(73 Hv) اي ان صلادة المنطقة المربوطة تزداد بحدود ٢٠% وهذا ناجم من تكون طور مؤكسد متداخل في المنطقة (II) مما يؤدي الى زيادة الصلادة وهذا واضح في الشكل (٦) . اما في حالة استخدام مادة مالئة فهناك منطقة تظهر يمكن تسميتها (III) تنخفض فيها الصلادة حيث تصل الى 60Hv اي تنخفض بمقدار ١٥% عن المعدن الاساس ولكنها منطقة صغيرة مقارنة بمساحة الوصلة .



شكل (٦) صور فحص البنية المجهرية لمناطق مختلفة من وصلة اللحام بدون مادة مالئة

اما المنطقة (II) فان الصلادة تصل فيها الى (220 Hv) اي تكون ثلاثة اضعاف المعدن الاساس ويكون معدل قيمة الصلادة في تلك المنطقة فيكون بحدود (185 Hv) اي ترتفع بحدود ٢٥٠ % اي مرتان ونصف عن صلادة المعدن الاساس. ان انخفاض الصلادة في المنطقة (III) ناجم عن التباين مابين صلادة المعدن الاساس (73 Hv) وصلادة المنطقة المتداخلة في منطقة الربط (220 Hv) كما مبين في الشكل (٧). حيث نعتقد ان ارتفاع الصلادة في تلك المنطقة ناجم عن وجود معدن الفضة الموجود في سبيكة المادة المالئة.



شكل (٧) صور فحص البنية المجهرية لمناطق مختلفة من وصلة اللحام مع المادة المالئة

الاستنتاجات

ان عملية لحام الاسلاك النحاسية ذات الاقطار القليلة (٢ ملم) تعاني من وجود عيوب في منتصف منطقة الربط في حالة عدم استخدام مادة مالئة (Filler)، كذلك تكون صلادة منطقة الربط اعلى بحدود ٢٠% من صلادة المعدن الاساس . بينما في حالة استخدام (BAg_2) كمادة مالئة فان الصلادة تنخفض في مناطق صغيرة على جانبي المنطقة الملحومة المتداخلة بحدود ١٥% عن المعدن الاساس، بينما ترتفع الصلادة المايكروية الى اكثر من ثلاثة اضعاف المعدن الاساس في المنطقة المتداخلة. لذلك فان عملية اللحام من نوع (Flash welding) تكون افضل بدون استخدام مادة مالئة لولا وجود العيوب. اما عملية اللحام باستخدام مادة مالئة تجعل منطقة الربط خالية من العيوب مثل الفجوات والتشققات .

شكر وتقدير

في الختام يود الباحثين ان يقدموا الشكر الجزيل الى شركة اور في الناصريه وبالاخص الاستاذ المهندس عبدالغفار علوان محسن مدير قسم القابلوات لتعاونه العالي معنا ولكل العاملين في الشركة.

المصادر

[1] AWS "Welding Technology", welding handbook, volume 1, 2009.

[2] D.C. Kim **a**, W.J. So **,** and M.J. Kang, "Effect of flash butt welding parameters on weld quality of Mooring chain", international scientific journal, vol. 28, 2009, pp 112-117.

[3] Yasutomo ICHIYAMA and Shinji KODAMA, "Flash-Butt Welding of High Strength Steels", NIPPON STEEL TECHNICAL REPORT, 2007.

[4] Wang Weibin, Shi Yaowu, Sha Peng, Lei Yongping, and Tian Zhiling, " Study on the Flash Butt Welding of 400 MPa Ultra-Fine Grain Steel ASM International, journal of material engineering, vol. 12, 2003, pp. 581-583.

[5] C. Barbosa, J. Dille, J.-L. Delplancke, J.M.A. Rebello, O. Acselrad, "A microstructural study of flash welded and aged 6061 and 6013 aluminum alloys" Materials Characterization, 2006.

[6] C. Zhipeng, "Residual Stresses in Butt Flash Welding Rail" Materials Characterization, Transaction of JWRI, Vol. 40, 2011.

[7] مهدي، بهاء سامي، "لحام المونة باستخدام القوس الهربائي لربط الفولاذ المقاوم للصدأ"، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 26، العدد 5، 2008.