

تأثير المعاملة الحرارية على البنية المجهرية لملحومات القوس الكهربائي الغير متماثلة فولاذ - نحاس

The Heat Treatment Effect on Microstructure for Arc Welding of Dissimilar Steel to copper

عبد الكريم سعدون محسن

قسم التقنيات الميكانيكية المعهد التقني / السماوة

المستخلص

الهدف من هذا البحث للتعرف على البنية المجهرية للعينات الملحومة قبل وبعد إجراء المعاملة الحرارية والتي تم فيها لحام النحاس النقي (OFHC) مع الفولاذ منخفض الكربون (ASTMA36) بطريقة اللحام الانصهاري (Arc welding) باستخدام أقطاب لحام مغطاة (SMAW). وقد تم استخدام صفائح من المعدنين بسمك (12 mm) وتم تهيئة تلك الصفائح للحام (Single Butt Joint) وتم لحامها باستخدام الألكترود (Ecusn8)، تم إجراء المعاملة الحرارية لها حيث تمت معاملتها حرارياً عند درجة الحرارة 600°C , 700°C وتم تبريدها بالفرن وتم إجراء عملية الفحص المجهرية للعينات الملحومة قبل وبعد إجراء المعاملة الحرارية وكان واضحاً قبل عملية المعاملة وجود حد فاصل من جانب الفولاذ فيه تعرجات تدل على حدوث التفاعل وتعطي بناء (None Epitaxial) وفتح نوافذ مصحوبة بانتشار كتل من المعدن الاساس داخل المعدن المضاف في حين بعد المعاملة الحرارية يتبين لنا تعرجات اكثر وحصول تشققات في جانب الفولاذ مملوءة بالمعدن المضاف بعملية لحام المونة (Braze) وزيادة وضوح عملية الانتشار واتخاذ المعدن المنتشر اشكالاً شجريه. في حين من جانب النحاس يعطي بناء (Epitaxial Growth) ولم يلاحظ حصول اي تشققات ولكن هنالك نمو حبيبي وخصوصاً عند التسخين الى درجة حرارة 700°C .

Abstract:

The purpose of this paper is to be familiarize with the microscopic structure of the welding specimen, before and after heat treatment in which the pure copper (OFHC) has been welded to the low carbon steel (ASTMA36) by the method of fusion welding (Arc Welding) using covered welding electrode (SMAW).

A 12mm thick plates of the two metals were used. The plate have been prepared (Single Butt Joint) where the dissimilar plates copper to steel were welded using (Ecusn8) electrodes. The heat treatment has been carried out to the specimen at 600°C , 700°C then cooled down in the oven. The microscopic test for the welded specimen has been carried out before and after the heat treatment. Before heat treatment It was clear that there exist a separating limit from the steel side with zigzag indicating that interaction was happened giving a (Non-epitaxial) structure with opening windows accompanied by diffusion of masses from the base metal

inside the added metal ,while after heat treatment, it is found that more zigzag and opening cracks in the steel side filled with the added metal by the process of (Brazing) and excess clearness of diffusion process with diffused metal taking a tree shapes , While from the copper side, it showed (Epitaxial Growth) No existence to any cracks was noticed , but there was a granulated growth especially when heated up to 700C° .

المقدمة

إن عملية اللحام الانصهاري (Fusion welding process) يتضمن نوعين رئيسيين من اللحام هما اللحام الغازي (Gas welding) ويتضمن (Oxyacetylene welding) ولحام القوس الكهربائي ويتضمن العديد من الأنواع منها لحام القوس الكهربائي باستخدام أقطاب مغطاة (SMAW) ولحام التنكستن الغاز الخامل (GTAW) ولحام البلازما (PAW) والمعدن غاز خامل (GTAW) وغيرها [1,2] . في حين في لحام الكهرومغناطيسي يتم جمع المعادن دون ذوبان المعادن الأساسية [3] .

إن اللحام باستخدام أقطاب مغطاة (SMAW) من أكثر أنواع اللحام شيوعاً بلحام الفولاذ وهو رخيص وبسيط ويتطلب معدات بسيطة في معظم التطبيقات [4,5] وكذلك يستخدم هذا النوع من اللحام للنحاس وسبائكها باستخدام أقطاب اللحام نوع (Tin bronze) و (Aluminum bronze) واستخدم أساساً للحام المعادن غير المتماثلة [6]. قد اطلق على هذه المنطقة بالمنطقة غير الممزوجة [7] او اطلق عليها المنطقة المتنفذ من المعدن المضاف [8] او اطلق عليها منطقة شبه ممزوجة [9] او اطلق عليها منطقة ما بين المزوج وعدم المزوج [10] واطلق عليها المنطقة الصلبة [11] وعند لحام معدنين مختلفين وباستخدام معدن ملئ فإن تركيب منطقة اللحام يختلف عن تركيب المعدن الاساس [12] ومن هنا تمت دراسة وصلة لحام تتكون من أساس معدني مختلف حيث تم ربط الفولاذ منخفض الكربون مع النحاس باستخدام معدن مضاف (CuSn8) حيث يهدف البحث إلى دراسة المنطقة الفاصلة بين المعدن الاساس والمعدن المضاف باستخدام البنية المجهرية كأساس لدراسة هذه المنطقة قبل وبعد اجراء المعاملة الحرارية .

الجانب العملي

تم تهيئة العينات المراد لحامها بقياس (60mmx50mmx12mm) للمعدنيين المراد لحامهما من النحاس النقي (OFHC) وفولاذ منخفض الكربون (ASTM A36) والمبين تركيبهما الكيماوي بالجدول رقم (1) وتم استخدام وصلات لحام تناكبيه (Single Butt Joint) للمعدنيين المختلفين كما في الشكل (1) . وقبل عملية اللحام تم تنظيفها من الدهون والاكاسيد لغرض لحامها بشكل جيد بواسطة ماكينة لحام القوس الكهربائي نوع (ESAB 400) وباستخدام قطب اللحام نوع (CuSn8) والمبين تركيبه الكيماوي في الجدول رقم (٢) . تم انتاج وصلات لحام تناكبيه نحاس – فولاذ ومن ثم تم تقطيعها من منطقة اللحام وإجراء عملية التجليخ والتنعيم باستخدام أوراق تنعيم مختلفة من (400 - 1200) وبعدها تم اجراء عملية التنعيم بواسطة مستحلب الالومينا بحجم (1) إلى (2) ما يكرون ومن ثم تم اجراء عملية الإظهار بواسطة ثالث كلوريد الحديدية لتصوير البنية المجهرية بعد عملية اللحام ، ومن ثم تم اجراء المعاملة الحرارية للعينات نفسها (وصلات اللحام) عند درجة حرارة (600C° , 700C°) وتبريد بطئ في الفرن كما في الشكل (2) . وبعدها أجريت عملية التجليخ والتنعيم وإظهار مرة أخرى للعينات لغرض التصوير المجهر بعد المعاملة الحرارية باستخدام المجهر الضوئي نوع (NIKOR ECLIPSF ME600) حيث تم اخذ صور مختلفة لكافة حالات العمل قبل وبعد المعاملة الحرارية .

مناقشة النتائج

عند اجراء معاملة حرارية عند درجة حرارة ($600C^{\circ}$ و $700C^{\circ}$) فأن وصلات اللحام المختلفة او الغير متشابهة (Dissimilar Joints) وخاصة في لحام الفولاذ المنخفض الكربون الى النحاس النقي باستخدام طريقة اللحام نوع (SMAW) نحصل على مايلي :

1- ان جانب الفولاذ يحصل فيها الظواهر التالية :-

- A - منطقة اللحام المبينة في الشكل (a-2) سوف يحصل ان المنطقة القريبة من الحد الفاصل سوف تنمو وتتسع كما في الشكل (a-3) ويحصل فيها ايضا" ان التشققات التي سبق وان ملئت بالمونة سوف تتضح وتتسع (Spreading) .
- B- ان عملية المعاملة الحرارية المشار اليها سوف تؤدي بشكل واضح الى ازالة الاجهادات وحصول نمو شجيري على جانب المونة كما في الشكل (a-4) .
- C - انه لا بد وان يحدث نمو في منطقة الفولاذ ولكن لا تؤثر ذلك بشكل واضح بالمقارنة مع النحاس كما في الشكل (a-5) والشكل (b-5) حيث يبين ما جاء في A و B بشكل واضح .
- D - الشكل (a-6) والشكل (b-6) يشير الى ما جاء في A, B, C ولكن يبين بشكل واضح (Relaxation) الحاصل في المنطقة المجاورة للحد الفاصل حيث يوضح حركة المونة في التشققات .

2 - اما في ما يخص الجانب الاخر وهو النحاس فأننا نرصد ما يلي :

- A - النمو واضح جدا" بالمقارنة مع الشكل (b-2) حيث يوضح الشكل (b-3) والشكل (b-4) انه هنالك نمو كبير في منطقة المونة ومنطقة الاساس النحاس مما يؤدي ذلك الى تدني في متانة تلك المناطق .
- B- وضوح البناء المعدني بالاتجاه [100] الذي يأتي من النمو من نوع (Epitaxial Growth) والذي يتغير ذلك النمو بالمعاملة الحرارية كما في الشكل (b-4) وكذلك الشكل (a-7) والشكل (b-7) .
- C - الشكل (7) يبين لنا من خلال المعاملة الحرارية حصل زحف في النمو الحبيبي باتجاه الاساس المعدني .

الاستنتاجات

- 1- ان عملية المعاملة الحرارية تؤدي الى نمو شجيري في جهة النحاس وازاله واضحة للاجهادات .
- 2- حصول التشققات في جهة الفولاذ مملوءة بالمعدن المضاف اي حصول عملية (Brazing) .
- 3- حصول تغير واضح بالبناء المعدني باتجاه [100] الذي يأتي من النمو نوع (Epitaxial) نتيجة للمعاملة الحرارية وحصول نمو حبيبي .

المصادر

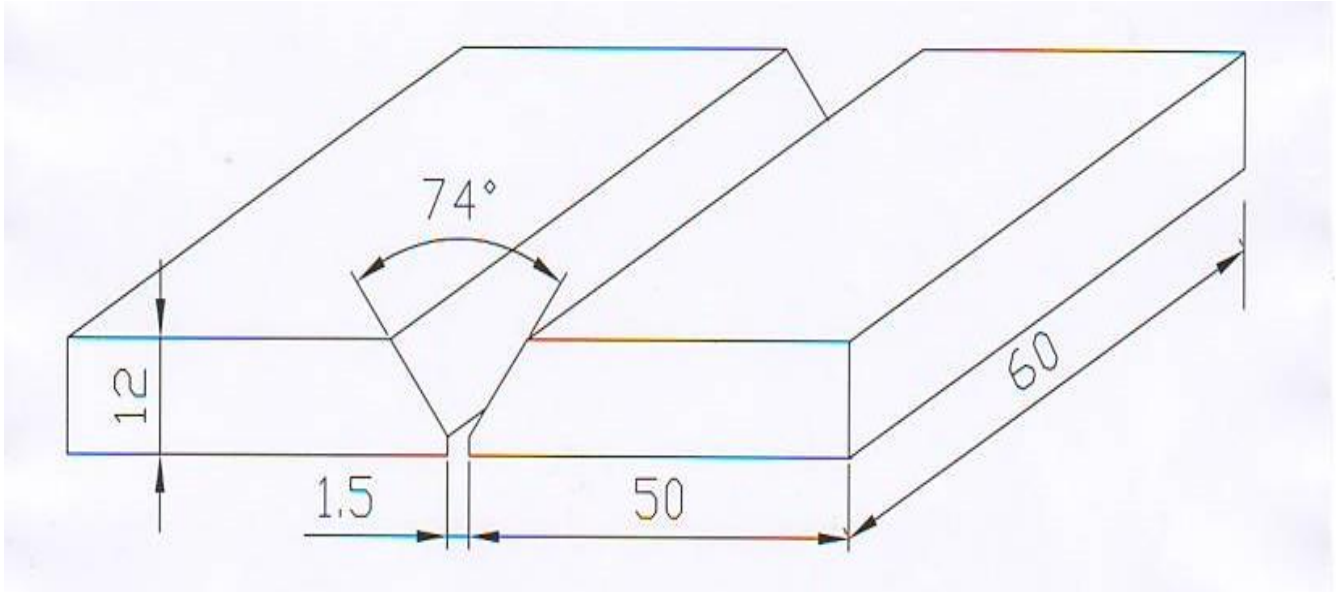
- [1] Sindo Kou,"welding Metallurgy"2ndEdition,John Wiley and Sons Inc, Hoboken,New Jersey(2003). [2] عبدالرزاق اسماعيل خضير ، تكنولوجيا اللحام ، الجامعة التكنولوجية (1993)
- [3] Sach D. Kore.P.P. Date.S.V.Kulkarni. "Application of Electromagnetic Impact Technique for Welding Copper-to-Stainless Steel Sheets ",November 2010 .
- [4] Miller Company processes " Guidelines for Shielded Metal Arc Welding (SMAW)" July (2005) .
- [5] عبدالله عذيب مشاري ، البنية المجهرية والية الربط لملحومات القوس الكهربائي غير المتماثلة الفولاذ- نحاس مجلة جامعة ذي قار العدد (1) 2011
- [6] Lancaster,J.F., "Metallurgy of Welding " , third Edition , George Allen and Unwind London (1980).
- [7] Dowd, J.D., Weld. J ., Vol.31,P.485, 1952 .
- [8] Dudas , J. and Collins F.R., Weld. J.,Vol.45 , P.2415,in Trends in welding Research, ASM International, Materials Park OH, June 1995 ,P. 154 .
- [9] Michaud E.J., Kerr , H.W., and Weak man D.C., in Trends in Welding Research ,ASM International , Materials Park OH, June 1995, P154 .
- [10] Yang ,Y.P., Dong , P, Zhang ,J. and Taine ,X., Weld. J. Vol. 79,P.95 , 2000.
- [11] Gueussier , A. ,and Castro , R., Rev. Metal.,Vol.57,P.119,1960 .
- [12] F.A.Hashim , Q.J.H.Al-Hussniy , "Growth Types and Bonding Mechanisms for Copper / Steel Interface by Fusion Welding " ,Vol.2, No. 1, 2011

الجدول (1) التركيب الكيميائي للفولاذ منخفض الكربون والنحاس

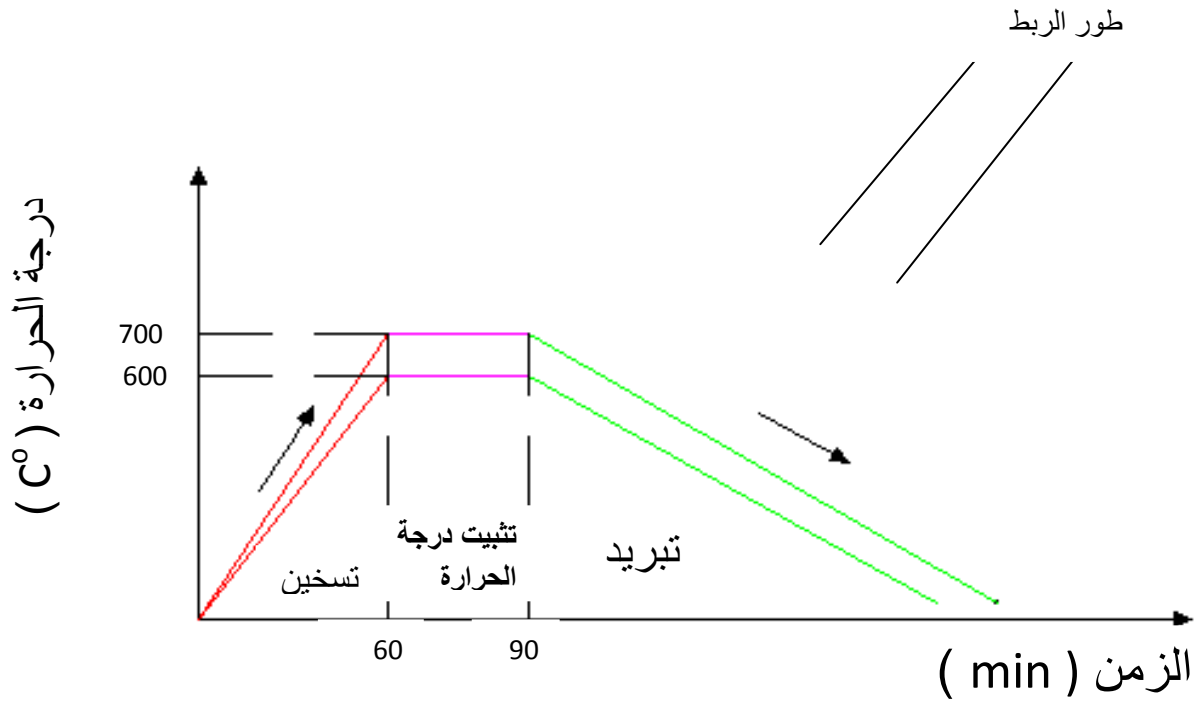
ELEMENT		C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	O2	Cu	Fe
Low carbon steel											
AISI 1015	Nominal%	0.13 - 0.18	0.3 - 0.6	-	-	0.129	-	-	-	-	Rem
ASTM A36											
COPPER (OFHC)											
ASTM DS-65(C10100-C15735)	Nominal%	-	-	-	-	-	-	-	0.002 - 0.003	99.9	-

الجدول (2) التركيب الكيميائي لأسلاك اللحام

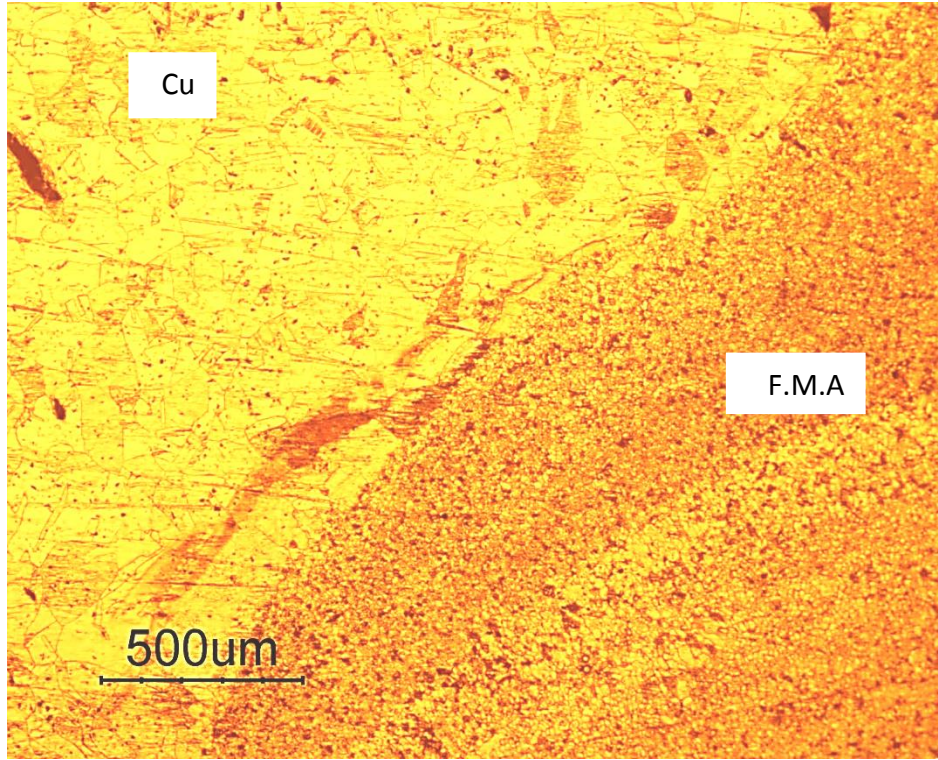
ELECTRODE TYPE	Si	Mn	Cu	Fe	Sn	P
EL-CuSn8	-	0.5	91	-	8	0.1



الشكل (1) تهيئة وصلة اللحام

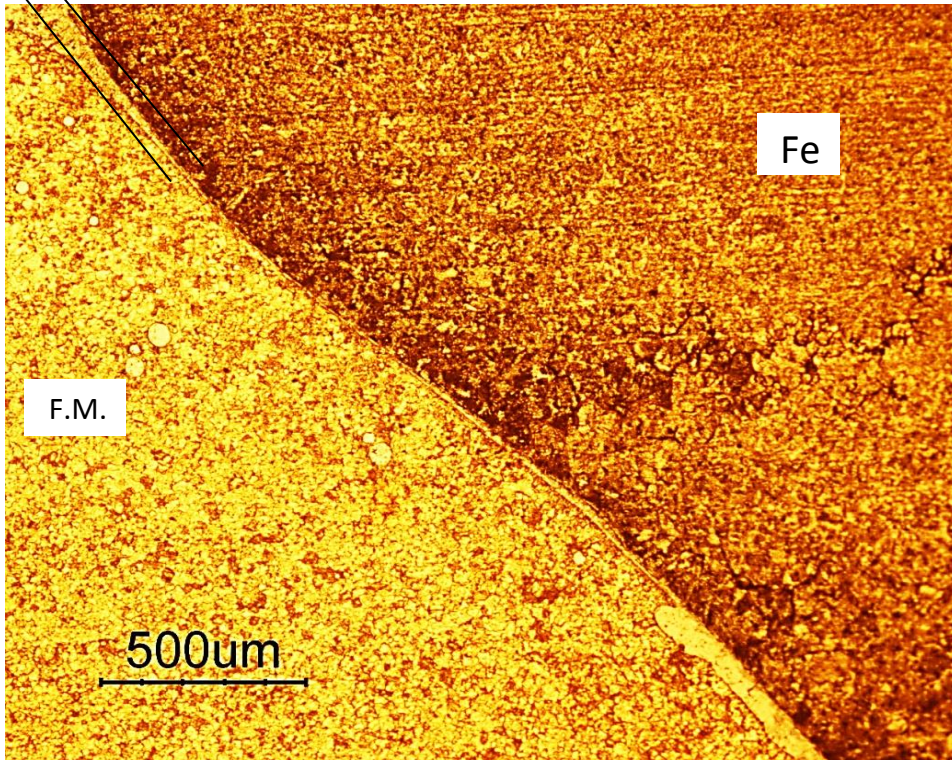


شكل رقم (2) يمثل المخطط الزمني للمعاملة الحرارية عند درجة الحرارة $700C^{\circ}$, $600C^{\circ}$



طور الربط

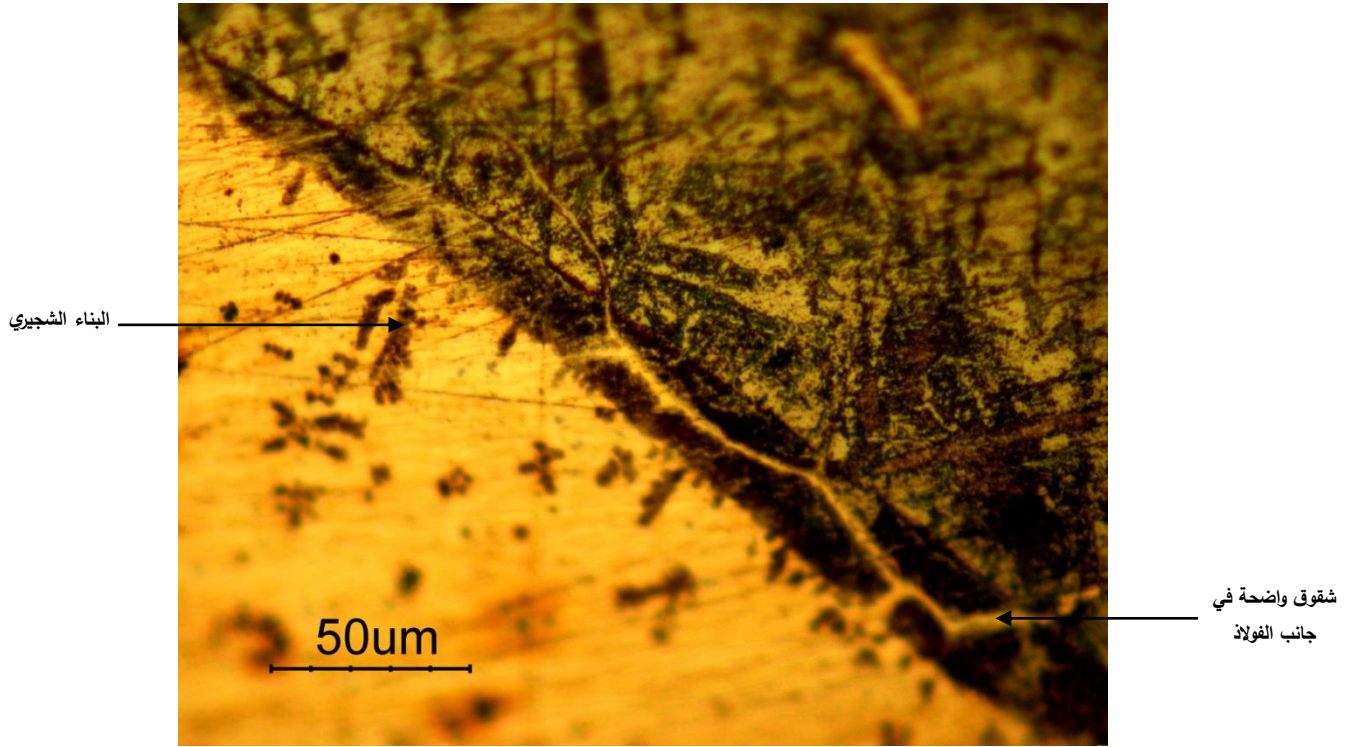
(a)



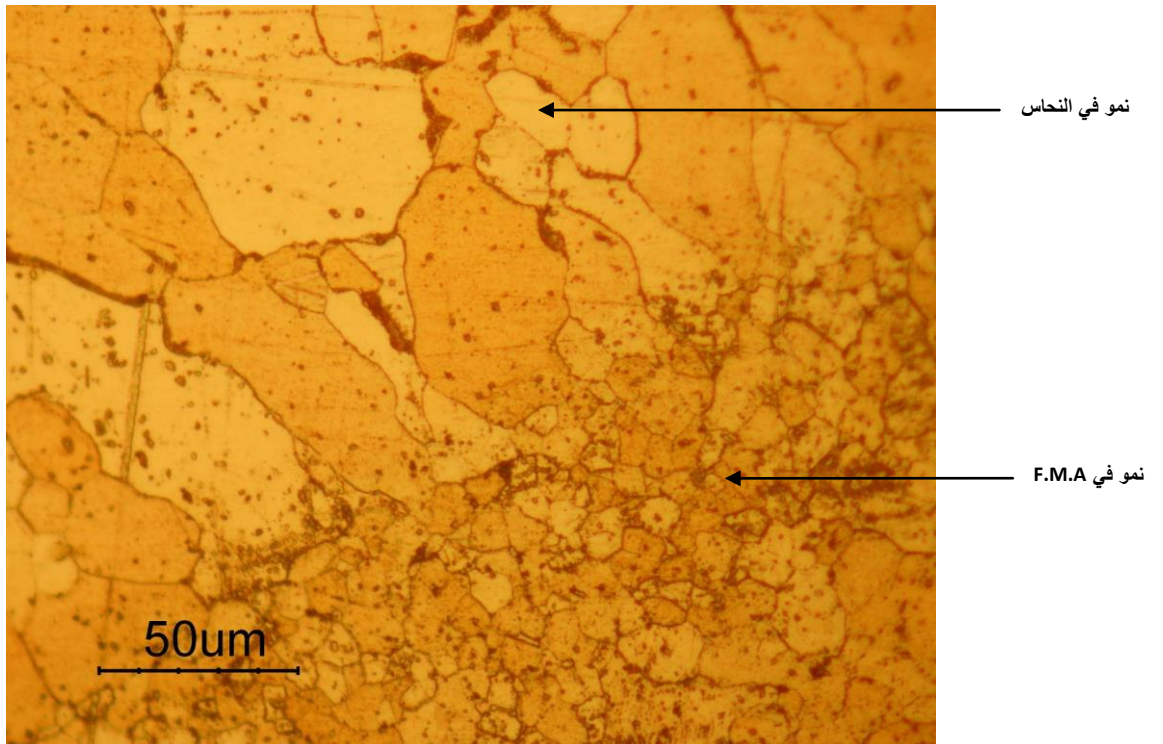
(b)

الشكل (2) يوضح مقارنة بين طور الربط من جانب النحاس (a) وجانب الفولاذ (b) قبل المعاملة الحرارية باستخدام

معدن مضاف نوع CuSn8, 50X

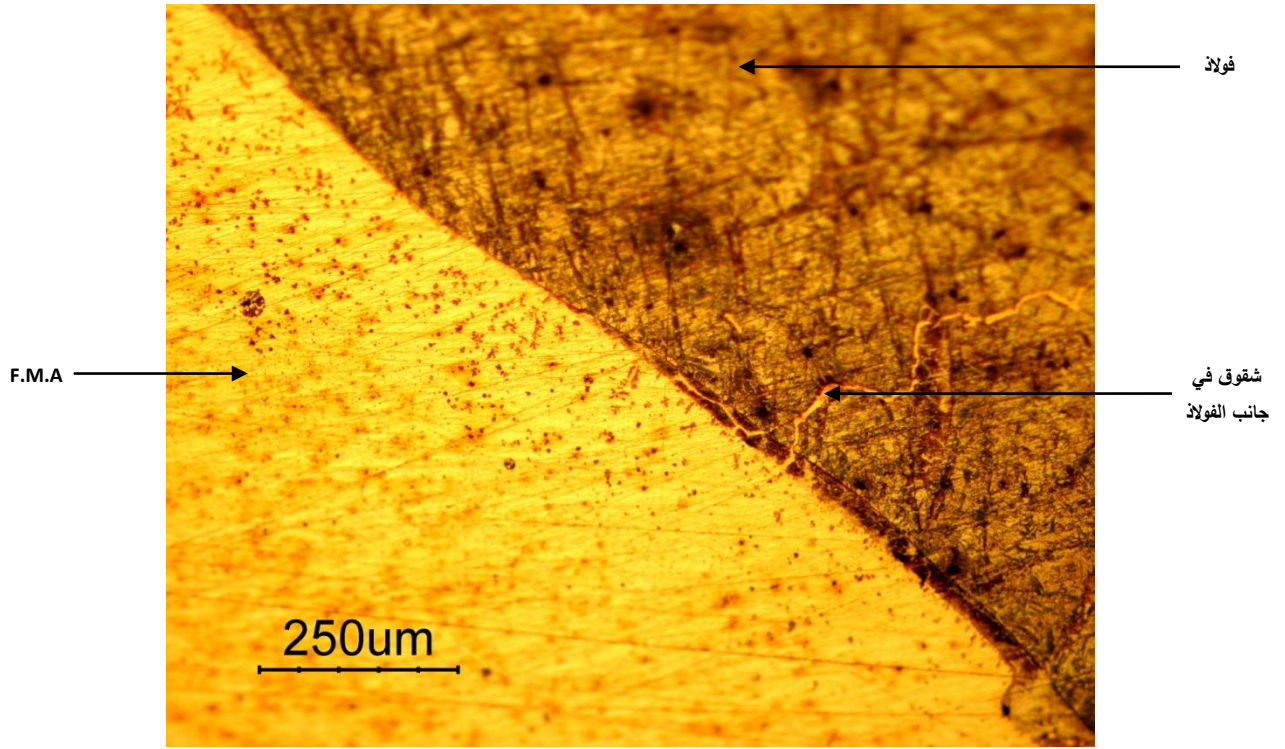


(a)

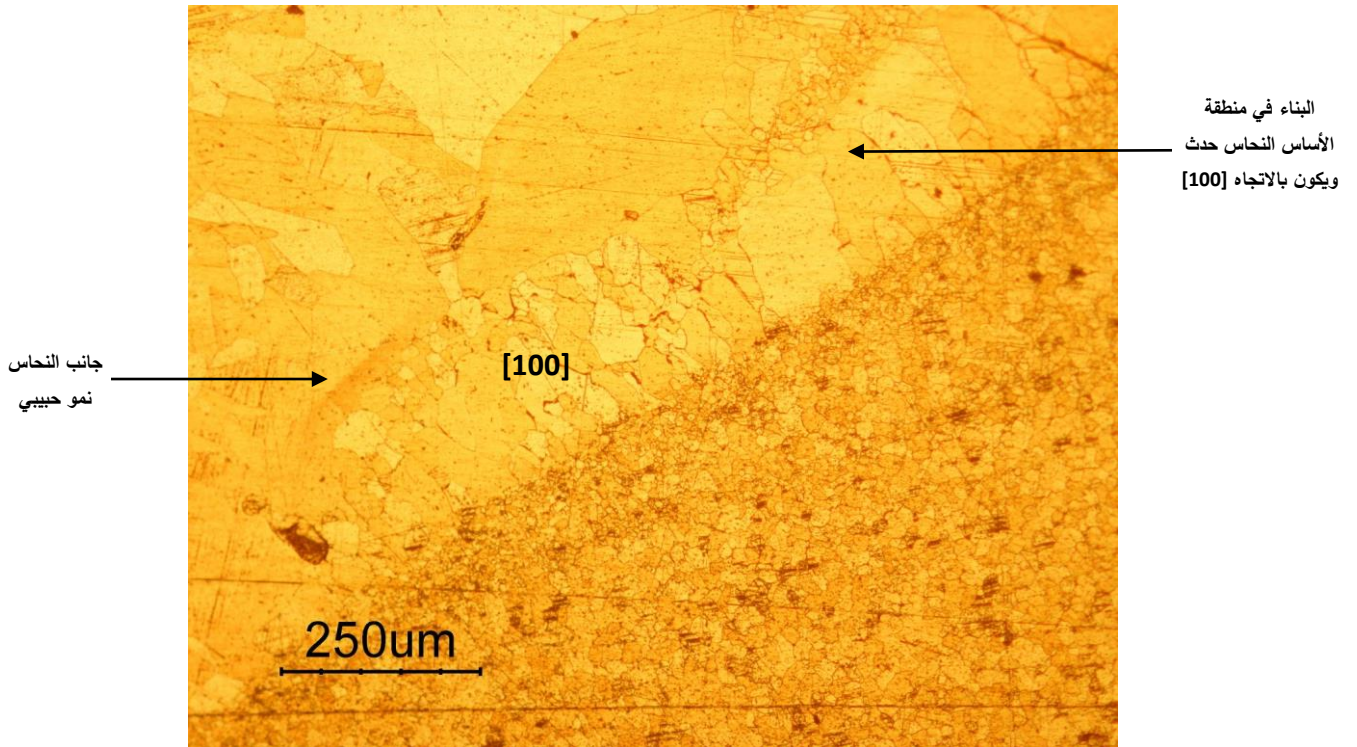


(b)

الشكل (3) يوضح (a) ان الفولاذ عند حدوده مع المونة قد كون بناء شجري واضح وكذلك وجود شقوق في جانب الفولاذ أما في (b) نجد نمو بلوري واضح في جانب النحاس وكذلك الحد الفاصل، X500



(a)

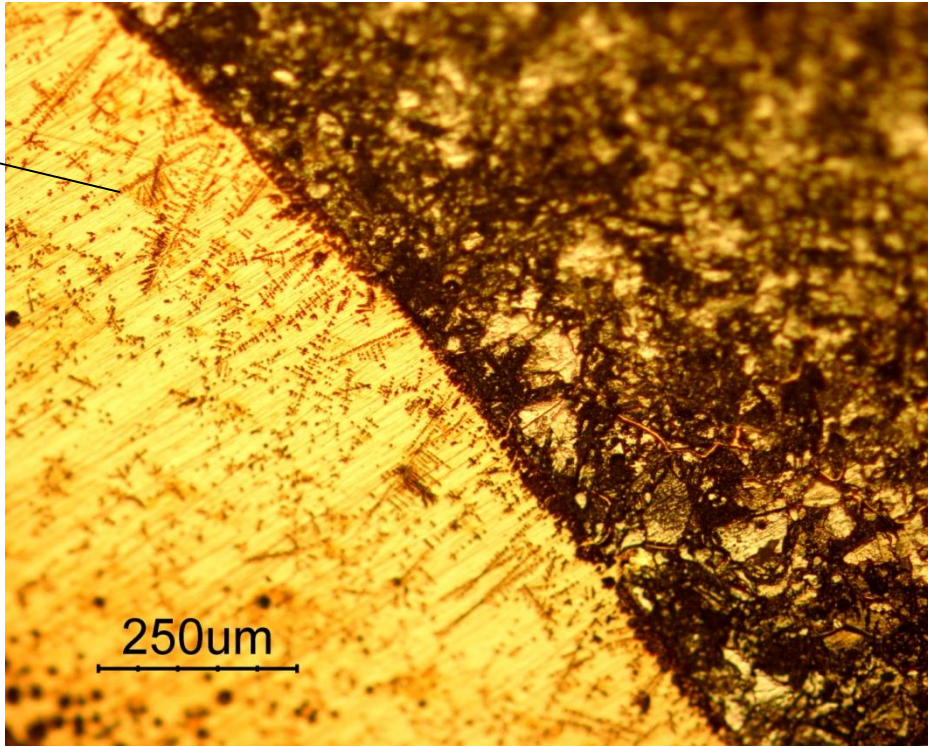


(b)

الشكل (4) يوضح مقارنة بين منطقة الربط من جانب الفولاذ (a) وجانب النحاس (b) بعد المعاملة الحرارية عند درجة

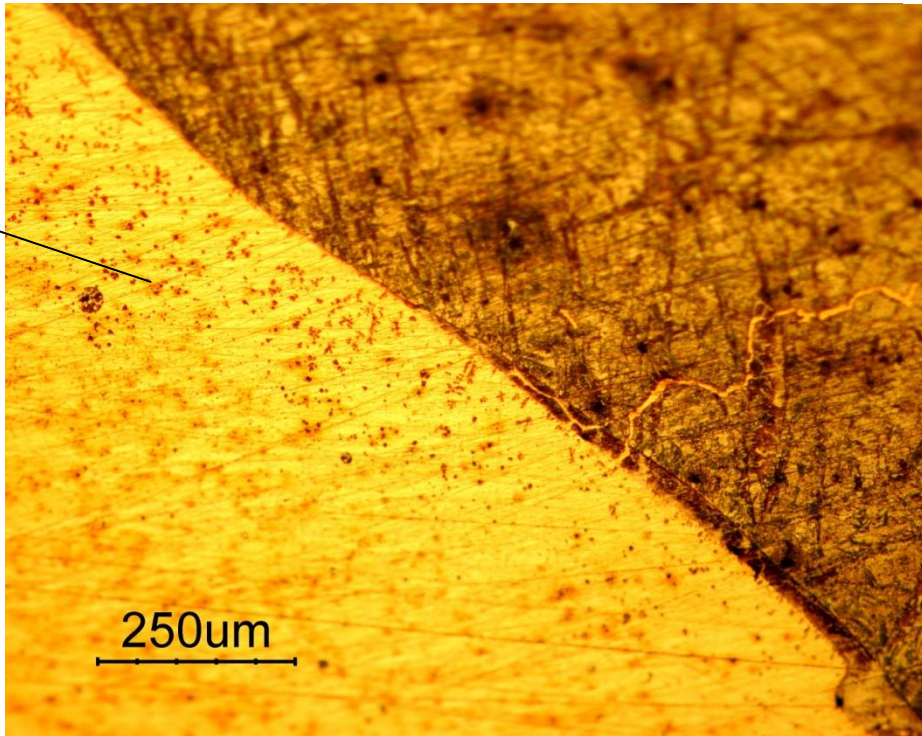
حرارة $600C^{\circ}$ X100

نمو شجيري بالقرب
من منطقة اللحام



طور الربط

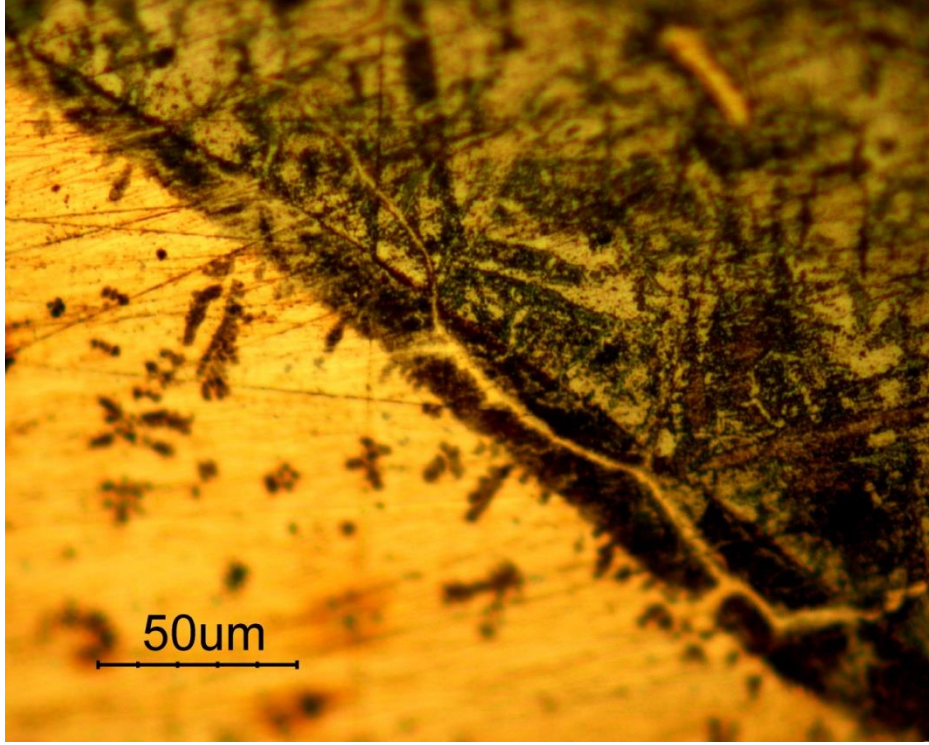
بداية ظهور النمو الشجيري
بالقرب من منطقة اللحام



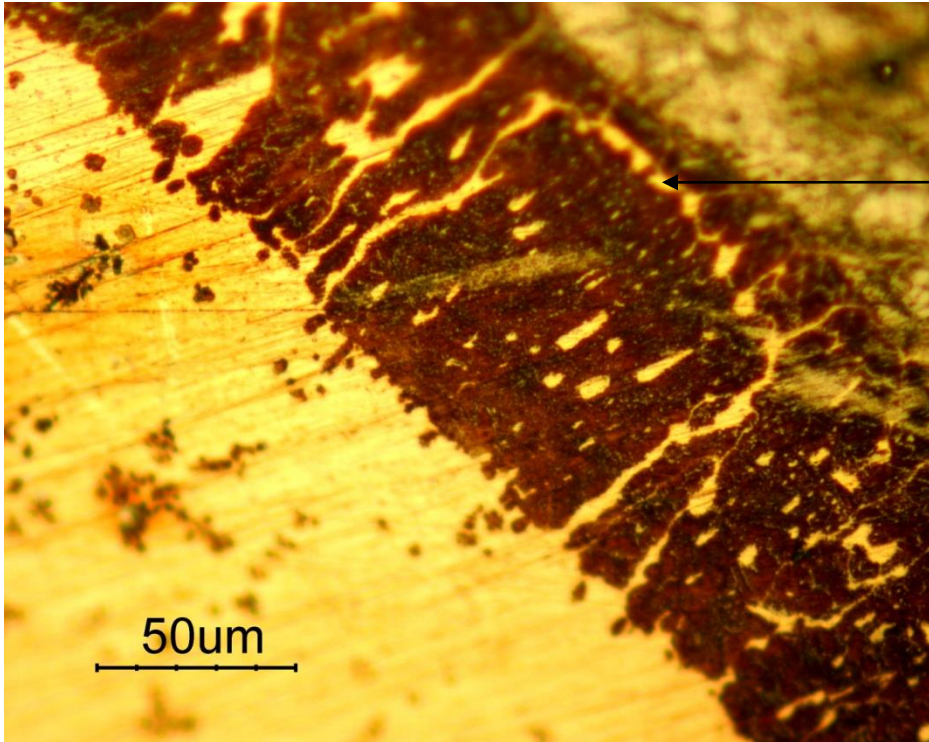
(b)

الشكل (5) يوضح النمو الشجيري واضحا عند (a) بعد المعاملة الحرارية عند درجة حرارة $700C^{\circ}$ في حين بداية ظهور النمو الشجيري عند (b) بعد المعاملة الحرارية عند درجة حرارة $600C^{\circ}$ والشكل يؤكد حقيقة واضحة أنه يتم النمو الشجيري من جانب

الـ F.M.A بجانب الفولاذ، X100

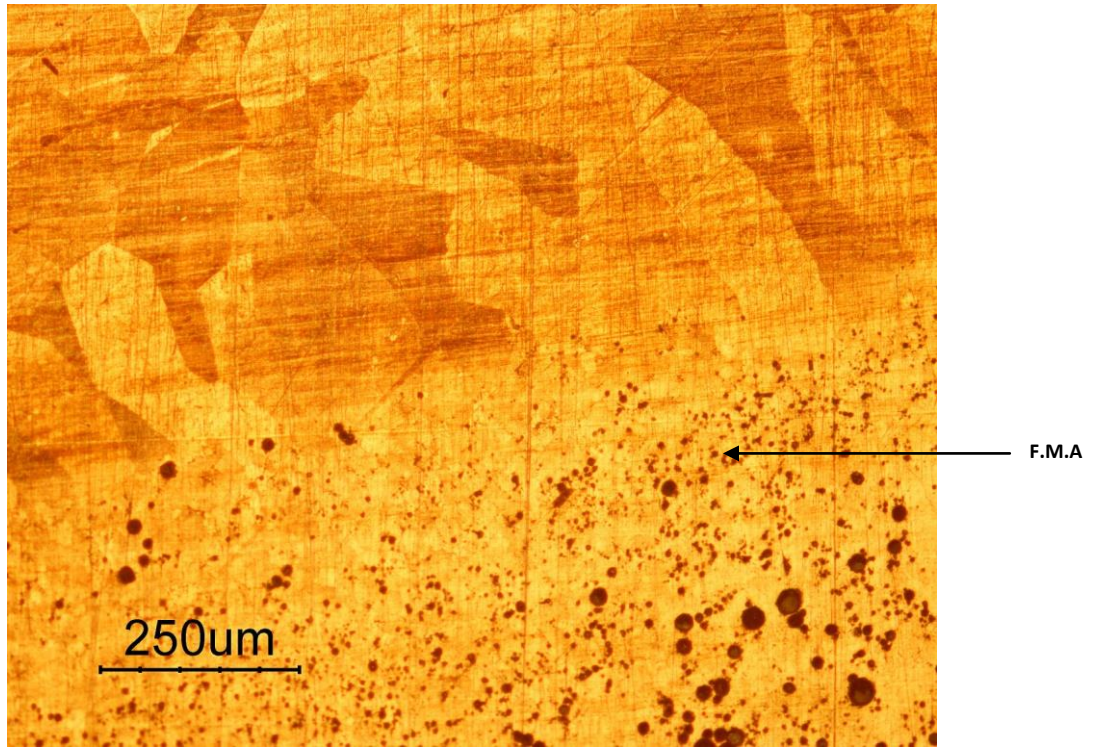


(a)

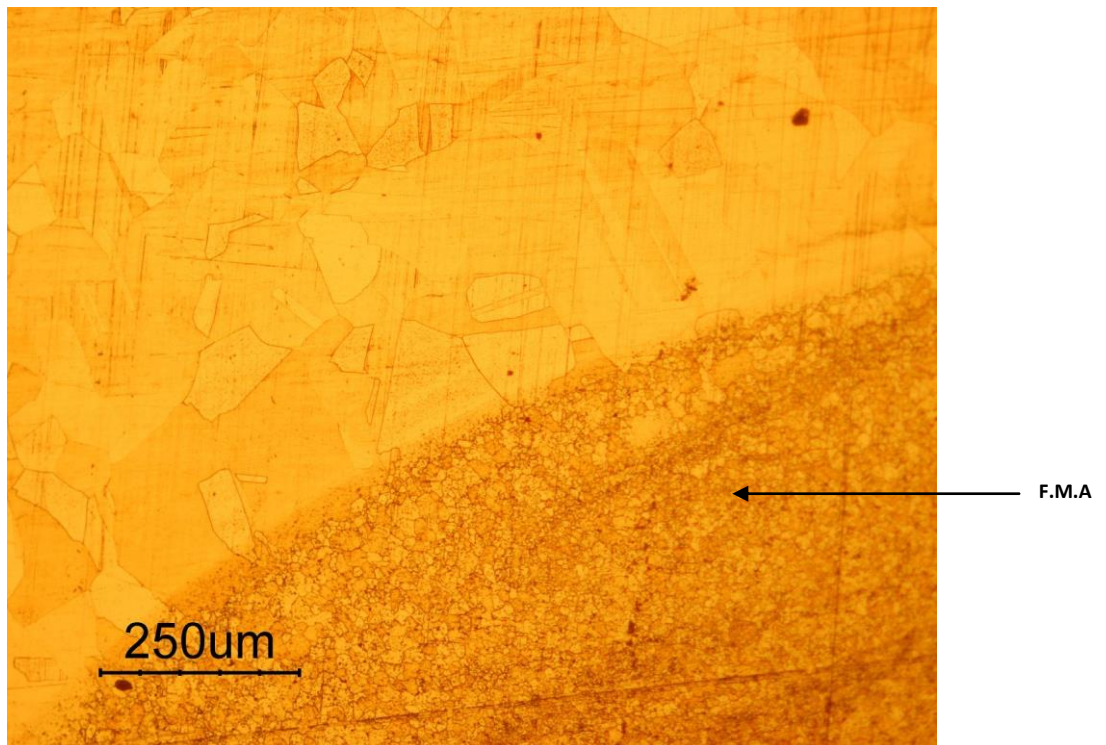


(b)

الشكل (6) يبين أن المعاملة الحرارية تعطي فرصة للنمو البلوري أو الحبيبي وكذلك غلق جميع التشققات التي تنمو أثناء المعاملة الحرارية عند درجة حرارة 600°C من جانب الفولاذ، X100



(a)



(b)

الشكل (7) يوضح مقارنة بين النمو الحبيبي عند التسخين إلى 700°C (a) والتسخين إلى 600°C (b) ، X100