تأثير عملية المعالجة السطحية بالألمنيوم على الخواص الميكانيكية للصلب السبائكي (305)

الملخص

تناول البحث أجراء معالجة كيميا حرارية سطحية لتحوير الخصائص الميكانيكية لسطح السبيكة الأساس وهو الصلب السبائكي (305) باستعمال واحدة من طرق المعالجات الكيميا حرارية للسطح (التغليف)، وهي عملية المعالجة بالألمنيوم (الألمنة) وهي واحدة من طرق الطلاء الانتشاري حيث تمت عملية الطلاء بالألمنيوم بدرجات حرارية (900 – 1000 – 1200) م ، ولفترات زمنية (2- 4- 6- 8 - 10) ساعة.

وقد تم قياس سماكة طبقة الطلاء المتكون، وأظهرت النتائج إن سماكة طبقة الطلاء تزداد بزيادة درجة الحرارة والزمن، كما تم قياس الصلادة الميكروية ووجد إن مقدار الصلادة الميكروية يزداد عند الأطراف ويقل كلما اتجهنا نحو القلب. وإن أفضل مقدار للصلادة حصلنا عليه:

عند زمن (6) ساعة، لدرجات الحرارية (900 – 1000 – 1100) م.

وكذلك تم قياس إجهاد الانحناء ووجد إن أفضل قيمة لإجهاد الانحناء حصلنا عليها عند زمن (6) ساعة وللدرجات الحرارية الثلاث.

الكلمات المفتاحية: الألمنة ، الانتشار ، السماكة ، الصلادة الميكروية ، إجهاد الانحناء.

1- مقدمة:

إن تعرض عناصر الآلات والمعدات المستخدمة في العمليات الإنتاجية، إلى أوساط ذات درجات حرارة عالية يؤدي إلى تآكلها بسبب الأوكسيد والكبريتيد، ولهذا أصبح هذا الموضوع مهماً للبحث والتطوير على مدى العقود الأخيرة.

تتطور باستمرار عمليات المعالجات الانتشارية هذه سواءً منها(التقليدية) مثل الكربنة والنتردة والكربونتردة (والحديثة نسبيًا) مثل المعالجة بالكروم والألمنيوم وغيرهما. ويوجه هذا التطور والاهتمام إلى رفع جودة الطبقة الانتشارية وتسريع العملية وخفض الطاقات.

وتعد طريقة المعالجة الكيميائية الحرارة(الانتشارية) واحدةً من أهم طرق رفع الخواص الميكانيكية والفيزيائية لسطوح عناصر الآلات والمعدات المستخدمة في العمليات الإنتاجية ، وذلك عن طريق إشباع السطح الخارجي للمعادن والسبائك بأحد العناصر السريعة الانتشار، بطريقة إما بينية بتأثير درجة الحرارة والزمن كالكربنة والنتردة وهي إشباع السطح الخارجي للمعدن أو السبيكة بالكربون أو النتروجين.

أما الطريقة الاستبدالية الألمنة والتكريم ، حيث يتم إشباع السطح الخارجي للمعدن أو السبيكة بأحد العناصر التي تستبدل ذراته مواقع ذرات العناصر المراد إشباعها بالعنصر الجديد كإشباع الفولاذ بالألمنيوم أو الكروم أو التيتانيوم [3].

وعملية الألمنة هي واحدة من هذه الطرق والتي تقوم بإنتاج طبقة من اوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) والتي يجب إن تكون مستمرة لتحد من انتشار الأوكسجين أو المواد المعدنية داخل السبيكة الأساس، حيث يمتلك هذا المركب كمية كافية من الألمنيوم والعديد من الخصائص الميكانيكية الجيدة والتي تحمي المعدن عندما يتعرض إلى أوساط ذات درجات حرارة عالية حيث أنها تشكل جداراً واقياً لحماية المعدن الأساس.[2,3]

توجد عدة طرق تستخدم في طلاء المعادن بالألمنيوم منها التغطيس الساخن والمساحيق الصلبة والطلاء العجيني الساخن. و تتم عملية الألمنة في مجال حراري يتراوح بين (800 – 1200)م. حيث أن سماكة الطلاء والخصائص الميكانيكية الأخرى تعتمد على مقدار التغير بالزمن ودرجة الحرارة للألمنة وكذلك تعتمد أيضا على ظروف عملية الطلي [3,4,5].

2- أهمية البحث (أهداف البحث):The search purposes

يهدف البحث الى دراسة مدى تأثير استخدام الألمنيوم على الخواص الميكانيكية للفولاذ السبائكي الأوستنيتي المقاوم للصدأ (305)، حيث تم استخدام عينات من المادة الأساس من الفولاذ السبائكي من مجموعة الفولاذ المقاوم للصدأ الأوستنيتي نوع (AISI 305)، وقد كانت على شكل قضبان بطول (100) سم وقطر (1.5) ومادة الطلاء تتكون من خليط الطلاء المستخدم من مسحوق الألمنيوم بنسبة (20%) وكلوريد الامونيوم (عامل محفز) بنسبة (4%) وأوكسيد الألمنيوم بنسبة (76%). وقد تمت عملية مزج مكونات الخليط وهي بحالتها الصلبة جيدا باستخدام خلاط ميكانيكي يتمتع بسرعة دوران ثابتة ولمدة (1) دقيقة واحدة.

3- مواد وطرائق البحث: The Search Methods:

تتكون الخطوات الرئيسية في هذا البحث من عدة مراحل جزئية مبينة على النحو الآتي:

1- الجانب العملي.

2- الاختبارات.

3- النتائج والمناقشة.

4- الاستنتاجات.

3-1- الجانب العملي:

3-1-1- المادة الأساس:

تمت الدراسة على المادة الأساس وهي مادة الفولاذ السبائكي من نوع مجموعة الفولاذ المقاوم للصدأ الأوستنيتي نوع (AISI 305)، وقد كانت على شكل قضبان بطول (100) سم وقطر (1.5) سم وقد اجري فحص التركيب الكيميائي باستعمال جهاز التحليل الطيفي (spectrometer).

وكما هو مبين في الجدول رقم (1) الذي يتضمن التركيب الكيمياوي للمعدن. (AISI 305) وفقا للمواصفة العالمية.

3-1-2- مادة الطلاء:

يتكون خليط الطلاء المستخدم من مسحوق الألمنيوم بنسبة (20%) وكلوريد الامونيوم (عامل محفز) بنسبة (4%) وأوكسيد الألمنيوم بنسبة (76%). وقد تمت عملية مزج مكونات الخليط وهي بحالتها الصلبة جيدا باستخدام خلاط ميكانيكي يتمتع بسرعة دوران ثابتة ولمدة (1) دقيقة واحدة للحصول على أفضل خلط لمكونات المزيج وبعدها تمت عملية الطلاء للفترات الزمنية (2- 4- 6- 8 - 10) ساعة، ولدرجات الحرارة (900- 1000 - 1200) م.

3-1-3- تقطيع العينات:

تم تقطيع عينات الاختبارات حسب المواصفة القياسية الخاصة بالجهاز المستخدم في الاختبار وكما هو موضح لاحقاً، ثم تم إجراء عملية التنظيف للعينات باستعمال ورق التنعيم بدرجات مختلفة (120 - 220- 320 - 500 - 1000 - 1200) على التوالي. ثم غسلت العينات بالماء والكحول لإزالة المواد العالقة والدهون للحصول على سطح ملائم لإجراء عملية الطلاء.

3-1-4- عملية الطلاء:

تمت عملية الطلاء بواسطة استخدام فرن من نوع (carbolite) ويصل إلى درجة حرارة (1200) م كحد أقصى لتنفيذ عملية الطلاء.

تم تنفيذ عملية الطلاء بوضع العينات المراد طلاؤها داخل صندوق خزفي، ثم تحاط بمسحوق الألمنة من جميع الجوانب، ويتم إغلاق الصندوق الخزفي ثم بعد ذلك تدخل إلى الفرن حتى بلوغ الفرن الدرجة الحرارة المطلوبة (حرارة الألمنة).

يتم حساب وقت الطلاء من لحظة بلوغ الفرن درجة الحرارة المطلوبة وعند الانتهاء من عملية الطلاء تترك العينة في الفرن لتبرد بصورة بطيئة ونتيجة للتبريد البطيء يكون قلب الفولاذ للنموذج المطلي اقل قساوة من السطح.

وبعد الانتهاء من عملية الطلاء يتم تنظيف العينات من آثار المسحوق، وذلك باستعمال الفراشي السلكية ثم القطنية لغرض تهيئتها للاختبارات المطلوبة

3-2- الاختبـــارات:

3-2-1- عينات قياس سماكة الطلاء:

كانت العينات الخاصة بقياس السماكة بقطر (1) سم وطول (2) سم. وبعد إجراء عملية الطلاء يتم إجراء عملية التنعيم و الصقل لها ثم تغسل بالماء والكحول. وبعد ذلك يتم تجفيفها باستعمال الهواء الحار لتلافي تأكسد سطح العينة، أما عملية الإظهار فقد أجريت باستعمال محلول النايتل بتركيز (5%) حسب المواصفة، ثم تم قياس سماكة طبقة الطلاء باستخدام المجهر الضوئي المربوط إلى الحاسبة الالكترونية، حيث تم أخذ عدة قراءات من مناطق مختلفة للطلاء وعلى طول حافة العينة، ثم أخذ المعدل لهذه القراءات وهي تمثل سماكة الطلاء وكما هو موضح بالشكل رقم (3).

3-2-2- عينات اختبار القساوة الميكروية:

أما العينات الخاصة لاختبار القساوة الميكروية فكانت بقطر (1) سم وطول (2) سم.
ولقد تم أخذ ثلاث قراءات من على سطح العينة وبالنقاط (A,B,C) كما هو موضح بالشكل رقم (1) حيث كانت المسافة بين (C.B) و (A,B) بحدود (4) مم .
تم إجراء اختبار القساوة الميكروية بطريقة فيكرز وحسب القانون الآتي :

$$\mathbf{H.V} = .8544\left[\frac{P}{d_{av}^2}\right]$$

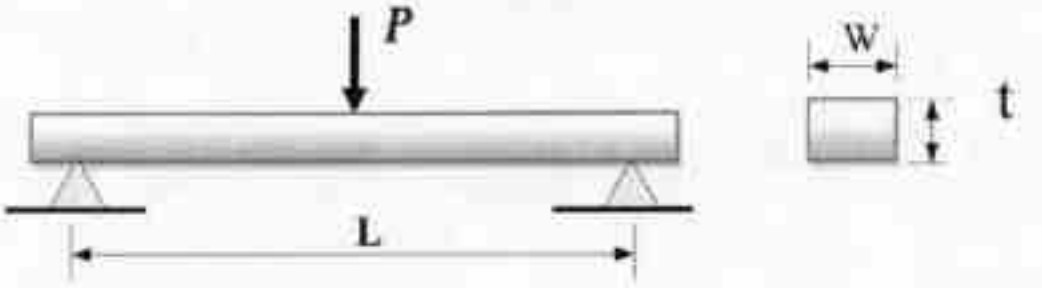
Hv: قساوة فيكرز $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$

P: الحمل المسلط $[kg_f]$.

d_{av} : متوسط قطر الأثر $[mm]$.

3-2-3- عينات اختبار إجهاد الانحناء:

بالنسبة لاختبار إجهاد الانحناء فقد تم استخدام عارضة صغيرة بطول(100) مم وعرض (25) مم وسماكة (10) مم محملة في وسطها ومحمولة قرب نهايتيها.



وقد تم حساب إجهاد الانحناء حسب القانون التالي [7] :

$$\sigma_b = \frac{3\,PL}{2\,wt^2}$$

σ_b : إجهاد الانحناء $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$.

P : الحمل المسلط $[kg_f]$.

L : طول العينة $[mm^2]$.

W : عرض العينة $[mm]$.

t : سماكة العينة $[mm]$.

3-3- النتائج والمناقشة:

إن تشكيل غطاء من أوكسيد الألمنيوم ذا نوعية عالية الجودة على عينات الفولاذ السبائكي(305) تكسب السطح خصائص ميكانيكية عالية وهذا ما نوحظ من إجراء هذا البحث، حيث إن هذا النوع من الفولاذ هو من نوع الفولاذ المقاوم للصدأ الأوستنيتي والذي يتمتع بخصائص ميكانيكية عالية وكلفة إنتاج منخفضة، ولكنه بالوقت نفسه يتمتع بمقاومة أكسدة ومقاومة كبريتيد ومقاومة تآكل ضعيفة عند الدرجات (350 -770) مْ

وبهدف الاستفادة من الخواص التي يتمتع بها هذا النوع من الفولاذ في درجات الحرارة العالية، فانه يُستعمل في المشاريع الكهربائية والبتروكيمياوية، التي تتطلب مقاومة تآكل

لدرجات الحرارة العالية للسطح، حيث إن المركبات السيانكية المتكونة بعد إجراء عملية الألمنة والتي تمتد إلى (Fe_3Al ، $FeAl$) و تكون مقاومته جيدة للكبريتيد والأكسدة عند درجات الحرارة العالية [2,3].

3-3-1- نتائج فحص سماكة الطلاء:

من خلال ملاحظة النتائج العملية الخاصة بقياس سماكة الطلاء نرى إن مقدار السماكة يزداد بزيادة درجة الحرارة والزمن ولجميع درجات الحرارة (900 – 1000 – 1100) مْ وللفترات الزمنية (2– 4 – 6 – 8 – 10) ساعة.

و يوضح الجدول رقم (2) النتائج التي تم الحصول عليها.

ومن رسم العلاقة بين سماكة الطلاء والزمن وكما في الشكل رقم (2) تبين إن:

تزداد السماكة للطلاء بزيادة الزمن بثبوت درجة الحرارة حيث كانت الزيادة بالنسبة للعينة المطلية بدرجة حرارة (900) مْ فقد كان مقدار الزيادة (من 50 الى 135) ميكرون بنسبة زيادة 170% وللفترة (من 2 – 10) ساعة.

أما بالنسبة للعينة المطلية بدرجة حرارة (1000) مْ، فقد كان مقدار الزيادة (من 83 الى165) ميكرون، بنسبة زيادة 98% وللفترة نفسها.

أما بالنسبة للعينة المطلية بدرجة حرارة (1100)مْ فقد كان مقدار الزيادة من (98 الى 180) ميكرون بنسبة زيادة 87.5% وللفترة نفسها.

إن أكثر زيادة في السماكة تم الحصول عليها ولدرجات الحرارة الثلاث فقد كانت عند زمن (10) ساعة و درجة حرارة (1100)مْ، حيث كانت (180) ميكرون، مما يعني إن زيادة السماكة ضرورية لزيادة مقاومة التأكسد والتآكل وهذا ما أثبته العديد من الباحثين، إذ أنهم عملوا على انواع مختلفة من الفولاذ [4,6,8].

تعتمد هذه الزيادة في السماكة على قابلية انتشار ذرات الألمنيوم خلال السبيكة لتساعد في نمو سماكة طبقة الطلاء .

ولكن الزيادة في السماكة وخلال درجات الحرارة العالية تولد بعض الهشاشة في طبقة الطلاء وقد لوحظ ذلك من انخفاض قيم القساوة الميكروية كما هو موضح لاحقاً وهذا بدوره يقلل من أهمية عملية الطلاء كلها، إذ إنها تقلل من أهمية استخدامها في التطبيقات المناسبة للفولاذ.

وتتولد هذه الهشاشة في طبقه الطلاء نتيجة لتولد الانخلاعات والشقوق والإعاقات الصغيرة في درجات الحرارة العالية، وكذلك لتتشكل مركبات هشة، من أهمها الكبريتات وذلك لوجود بعض العناصر كالكبريت في السبيكة الأساس.

وللتخلص من الهشاشة في طبقة الطلاء فإن التبريد البطيء للعينة بعد عملية الطلاء مهم للتقليل من الاجهادات المتولدة.

3-3-2- نتائج قياس القساوة الميكروية:

من ملاحظة نتائج قياس القساوة الميكروية ومن الجدول رقم (2) نرى إن قيم القساوة الميكروية تتغير من أطراف العينة كلما اتجهنا نحو القلب، حيث تكون القساوة في الأطراف أكبر مما هي عليه في القلب كما موضح في الأشكال (من 4 إلى 12).

والسبب في ذلك يعود إلى تركيب الأطوار المتكونة مثلا ($FeAl_2$ ، Fe_3Al ، $FeAl$) حيث يعتقد إن تركيز المركب (Fe_3Al) يكون كبيراً عند السطح ويقل كلما اتجهنا إلى المركز. وبما إن قساوة هذا المركب عالية فمن المتوقع إن تقل قساوة طبقة الطلاء كلما اتجهنا إلى المركز وأيضا على طبيعة السبيكة ($FeAl$) المتكونة وكذلك على التغيرات التي تحدث في التركيب الداخلي للسبيكة ($FeAl$) والتي تغير في البنية البلورية والتي بدورها تغير في الخواص وفي الأطوار المتكونة خلال عملية الطلاء، كما إن قدرة الألمنيوم على اختراق سطح السبيكة خلال عملية الانتشار تؤثر أيضا في القساوة الميكروية للطبقة المتكونة، حيث أن أفضل قيم للقساوة الميكروية الحصول عليها عند زمن (6) ساعة ولدرجات الحرارة الثلاث، حيث كانت قيمتها:

- عند درجة حرارة (900) م° (308 – 290 – 230) $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$ وسماكة (95) ميكرون.
- عند درجة حرارة (1000) م° (348 – 336 – 270) $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$ وسماكة (113) ميكرون.

- عند درجة حرارة (1100) مْ (308 – 388 – 396) $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$ وسماكة (130) ميكرون.

أما مقدار القساوة الميكروية عند زمن أعلى من (6) ساعة يبدأ بالنزول فعند زمن (10) ساعة ودرجة حرارة (900) مْ تصبح (201 – 252 – 266) $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$ وسماكة (135) ميكرون.

وعند درجة حرارة (1000) مْ (214 – 278 – 288) $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$ وسماكة (178) ميكرون.

وأما عند درجة حرارة (1100) مْ (215 – 283 – 290) $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$ وسماكة (189) ميكرون.

حيث نلاحظ إن زيادة السماكة يرافقها هبوط في مقدار القساوة الميكروية، ويعود السبب في ذلك إلى تشبع سطح المعدن الأساس بالألمنيوم عند درجات الحرارة العالية مما يؤدي إلى تولد أطوار هشة مثل (Fe_2Al_5 ، $FeAl_3$). وكذلك الشقوق الصغيرة والمسامات والتي بدورها تؤدي إلى حصول هشاشة في طبقة الطلاء المتكونة مما ينجم عنها هبوط في مقدار القساوة الميكروية وهذا ما توصل إليه بعض الباحثين[4,5].

3-3-3- نتائج قياس إجهاد الانحناء:

يظهر الجدول رقم (3) النتائج التي تم الحصول عليها ونلاحظ إن مقدار إجهاد الانحناء يزداد بزيادة درجة الحرارة والزمن وأعلى قيمة إجهاد حصلنا عليها عند زمن (6) ساعة ولجميع درجات الحرارة حيث كانت على التوالي (8.257 – 9.693 – 11.657) $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$ ويعود السبب في ذلك إلى الزيادة في انتشار الألمنيوم داخل المعدن مما يؤدي إلى تشويه الشبكة البلورية تشوهاً لدناً وهذا التشوه يولد اجهادات داخلية في هذه المنطقة، وتتولد الاجهادات من عدم التلاؤم ما بين الذرات المنتشرة (الألمنيوم) وذرات الشبكة الأصلية

(فولاذ سبائكي) وبالتالي تحيط هذه الاجهادات بالانخلاعات فتمنع من حركتها، ولهذا تزداد قساوة المعدن وكذلك من استحداث أطوار من المركبات السبائكية ذات قيم الصلابة العالية.
أما عند زمن أعلى من (6) ساعة، ولدرجات الحرارة الثلاث، فان قيم إجهاد الانحناء تبدأ بالانخفاض، ويعود السبب في ذلك إلى تأثير تغيير التركيب البلوري في الخواص وفي الأطوار المتكونة[8]، حيث أن إعادة التبلور والنمو الحبيبي يؤدي إلى نمو حبيبات جديدة على حساب الحبيبات القديمة المشوهة، وكذلك تغيير التركيب المجهري للمعدن يجعله اضعف من الحالة الأولى، وهذا يعني انه كلما كبرت الحبيبة قلت مقاومة المعدن للإجهاد الخارجي والعكس صحيح.

3-4- الاستنتاجات:

من خلال هذه الدراسة تم الحصول على النتائج التالية:

- ❖ إن الزمن الأمثل ودرجة الحرارة المثلى للحصول على أفضل سماكة وأفضل خصائص ميكانيكية لأمنة الفولاذ المقاوم للصدأ نوع (305) هو عند زمن (6) ساعة ودرجة حرارة (1100) م.
- ❖ تزداد سماكة طبقة الطلاء بزيادة درجة الحرارة والزمن .
- ❖ يزداد مقدار القساوة الميكروية لمدى معين من درجات الحرارة والزمن وبعدها يبدأ مقدار القساوة الميكروية بالهبوط وان الزمن الأمثل هو (6) ساعة ولدرجات الحرارة كافة.
- ❖ يمكن التحكم بمقدار سماكة الطلاء ومقدار القساوة الميكروية من خلال التحكم بالعوامل المؤثرة في عملية الطلاء منها درجة الحرارة والزمن والتركيب الكيميائي لفلز الطلاء والسبيكة (305).
- ❖ يزداد مقدار إجهاد الانحناء لمدى معين من درجات الحرارة والزمن، وبعدها يبدأ بالهبوط وان أفضل قيمة حصلنا عليها لجهد الانحناء عند زمن (6) ساعة ولجميع درجات الحرارة.

ملحق الجداول والأشكال

جدول رقم (1): التركيب الكيمياوي للمعدن الأساس

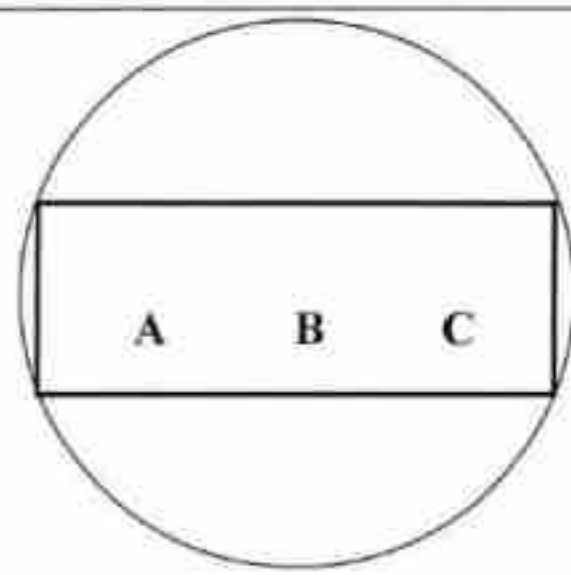
Mat.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
Tested	0.12	0.35	1.05	0.019	.02	18.24	**10.6**
Standard	0.12	0.75	2	0.045	0.03	17-19	**10.5-13**

جدول رقم (2) : نتائج اختبارات السماكة والقساوة الميكروية لثلاث درجات حرارة

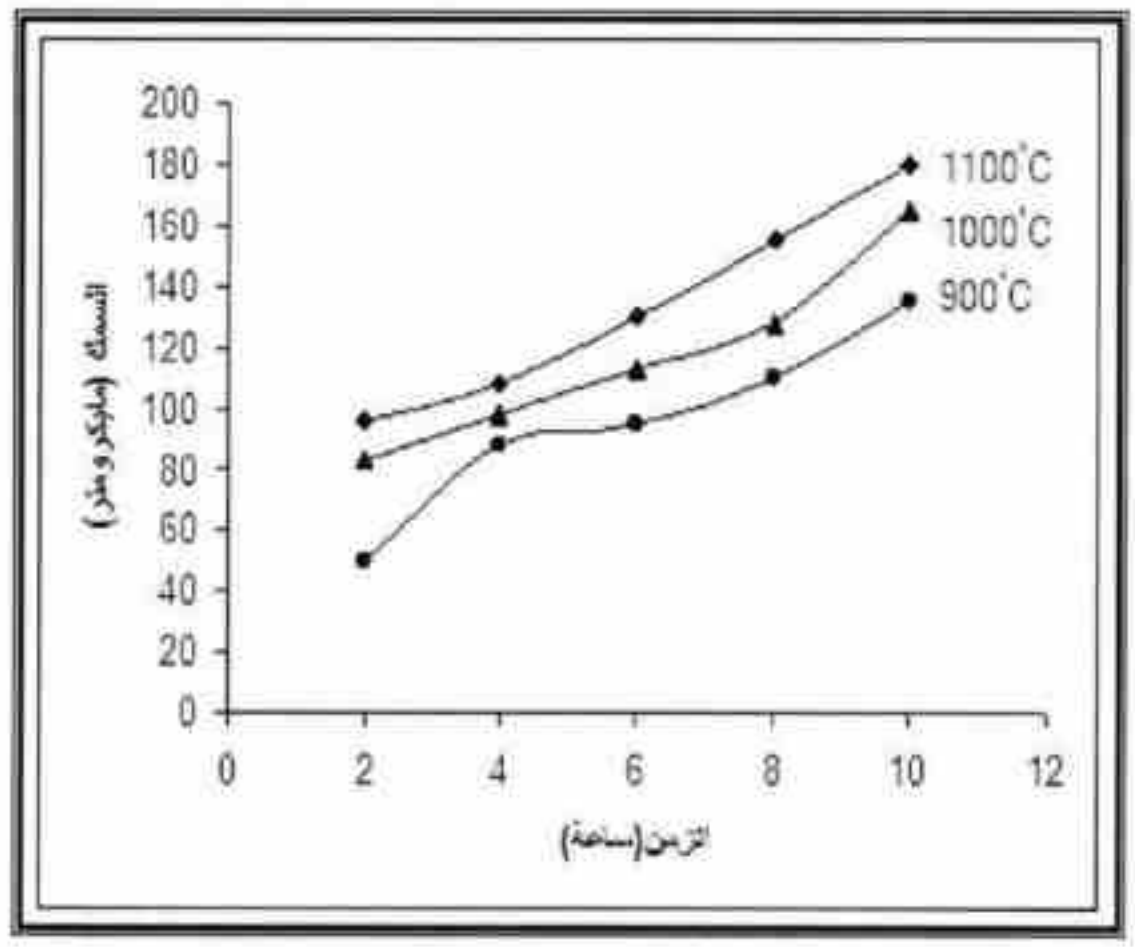
رقم العينة	درجة الحرارة(م)	الزمن (ساعة)	السماكة (ميكرون)	القساوة الميكروية (HV)		
1	بدون طلاء	-	-	170	168	172
2	900	2	50	143	90	150
3		4	88	202	140	210
4		6	95	308	230	290
5		8	110	247	180	255
6		10	135	252	201	266
7	1000	2	83	155	101	165
8		4	98	223	164	234
9		6	113	348	270	336
10		8	128	264	201	180
11		10	165	278	214	288
12	1100	2	96	169	106	180
13		4	108	225	165	233
14		6	130	396	308	388
15		8	155	275	202	267
16		10	180	283	315	290

جدول رقم (3) : نتائج اختبار إجهاد الانحناء لثلاث درجات حرارة

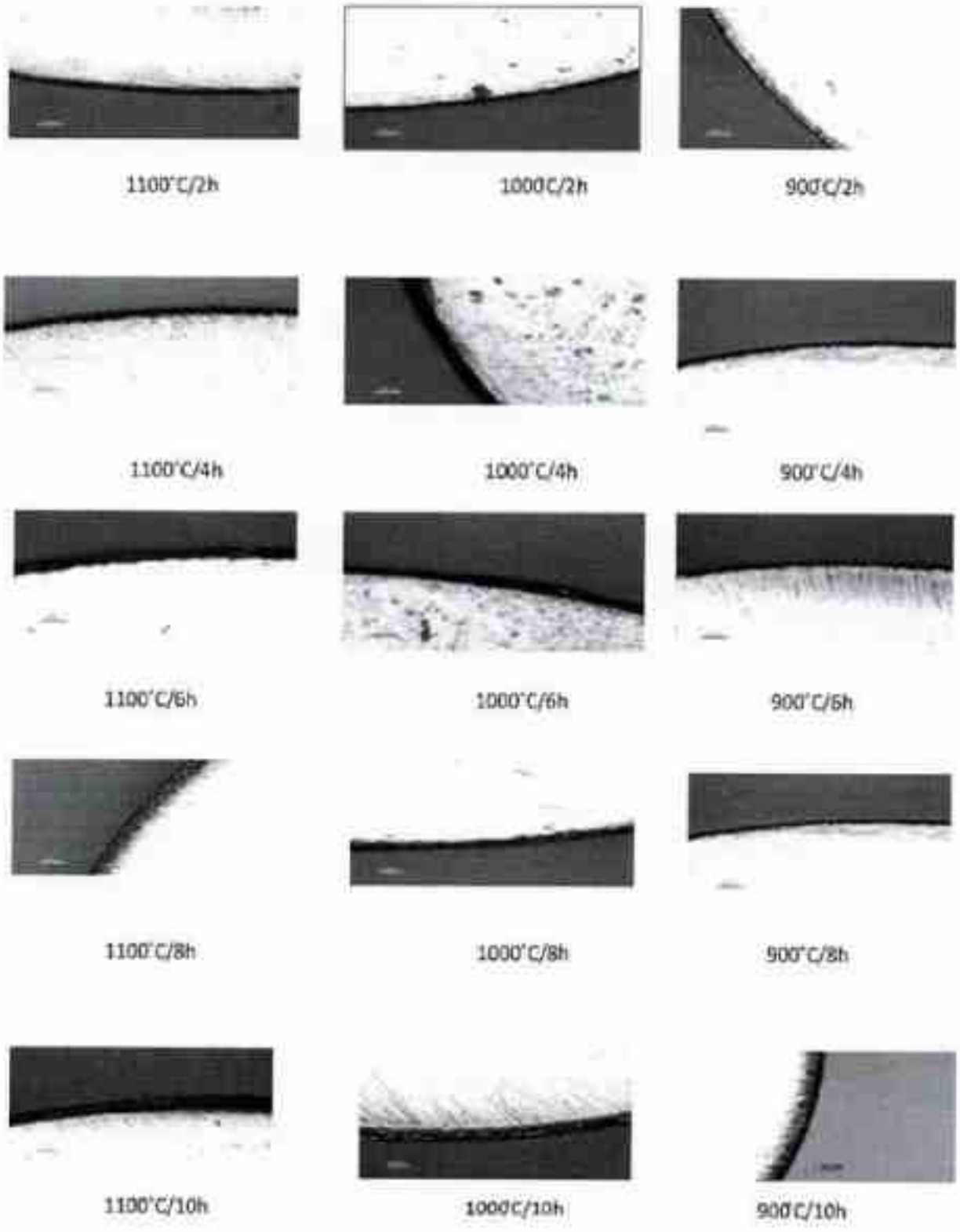
رقم العينة	درجة الحرارة(مْ)	الزمن (ساعة)	إجهاد الانحناء $\left[\frac{kg_f}{mm^2}\right]$
1	بدون طلاء	-	10.08
2	900	2	5.40
3		4	8.40
4		6	13.80
5		8	10.80
6		10	12.06
7	1000	2	6.06
8		4	9.84
9		6	16.20
10		8	12.06
11		10	12.84
12	1100	2	6.36
13		4	9.90
14		6	18.48
15		8	12.12
16		10	12.90



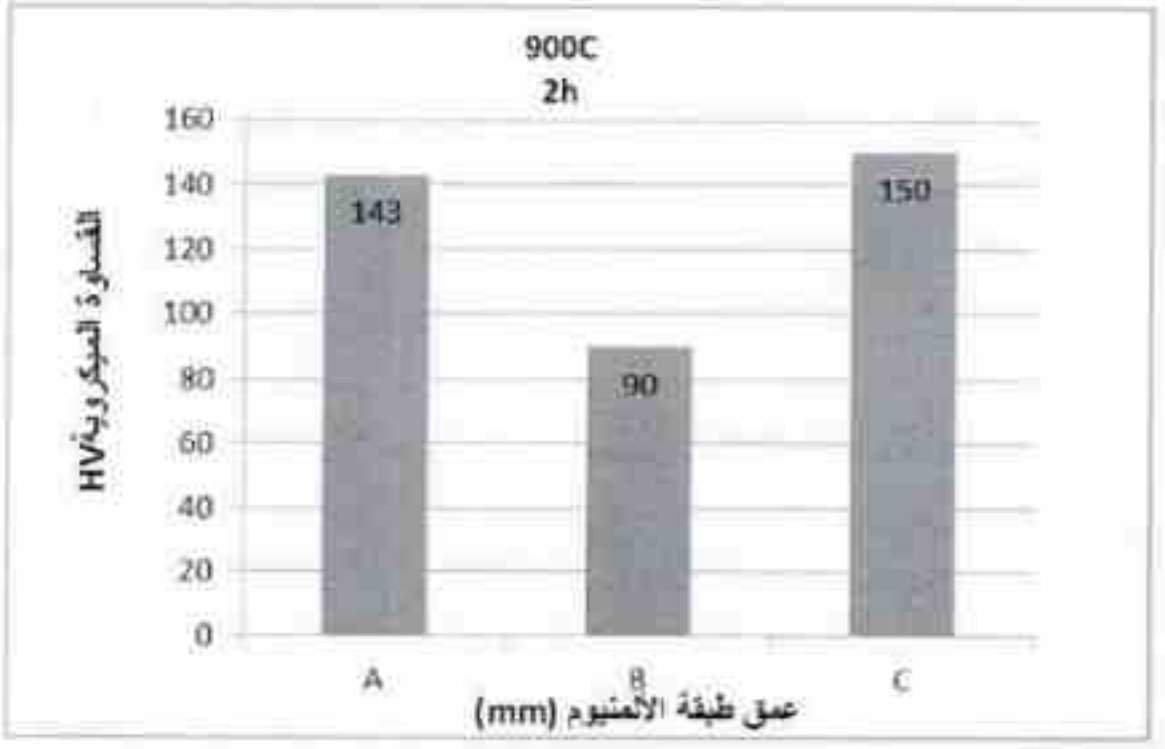
الشكل (1): مواقع اختبار القساوة الميكروية

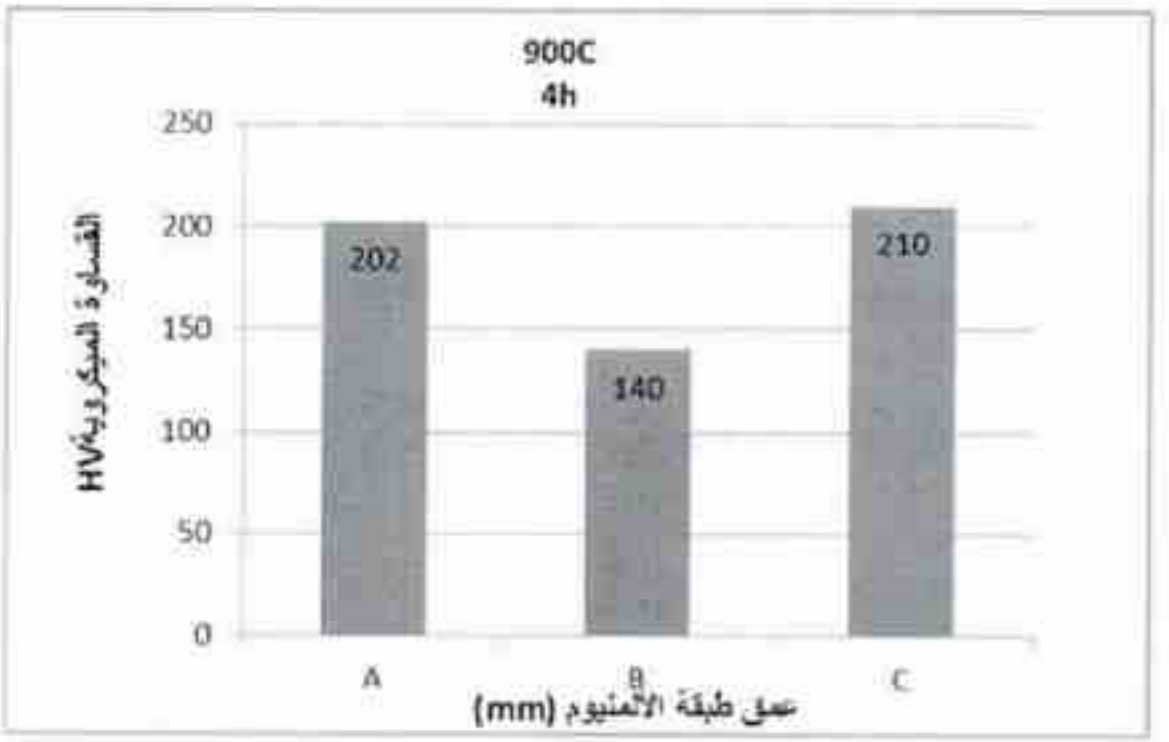


الشكل (2): العلاقة بين الزمن والسماكة لثلاث درجات حرارية

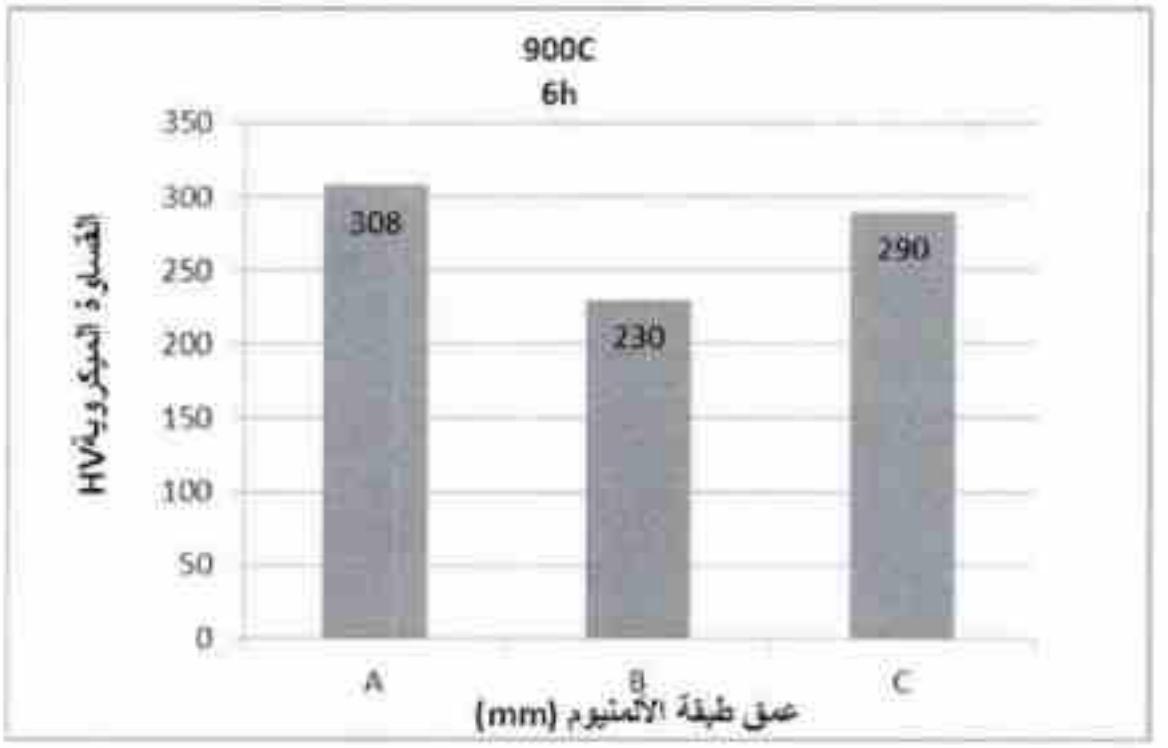


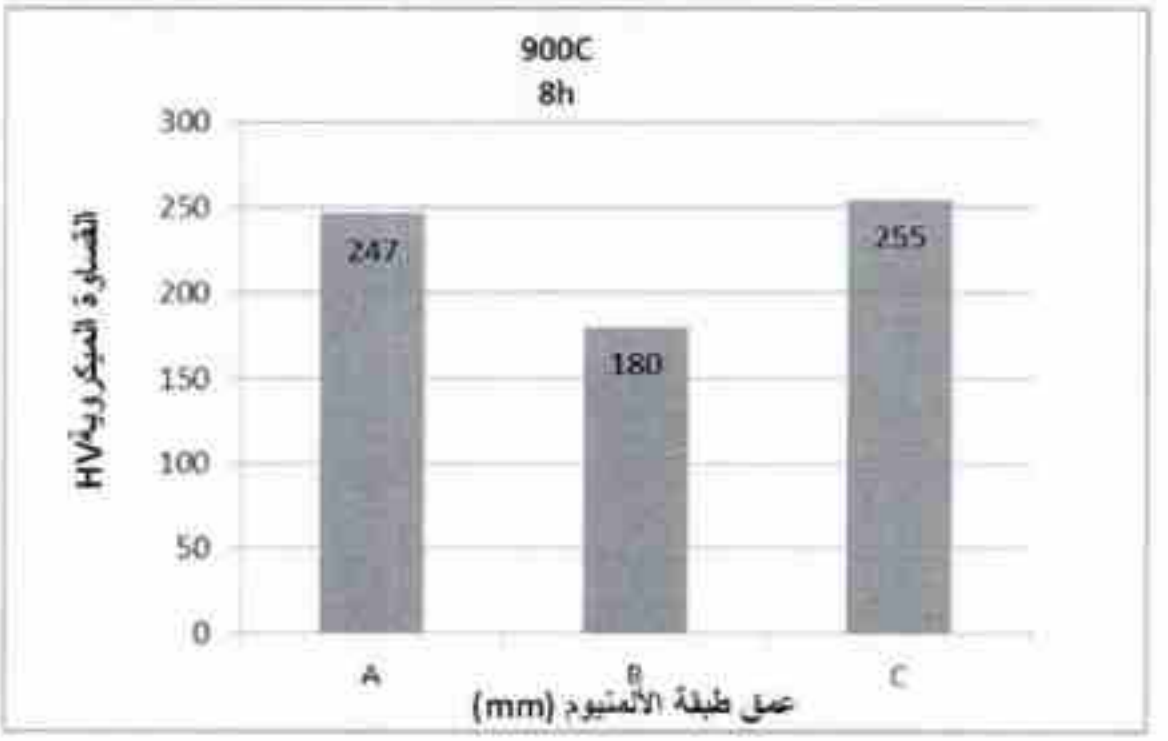
الشكل (3): التصوير المجهري لسماكة طبقة الطلاء للعينات المطلية لدرجات الحرارة الثلاث وللفترات الزمنية (2 ، 4 ، 6 ، 8 ، 10).



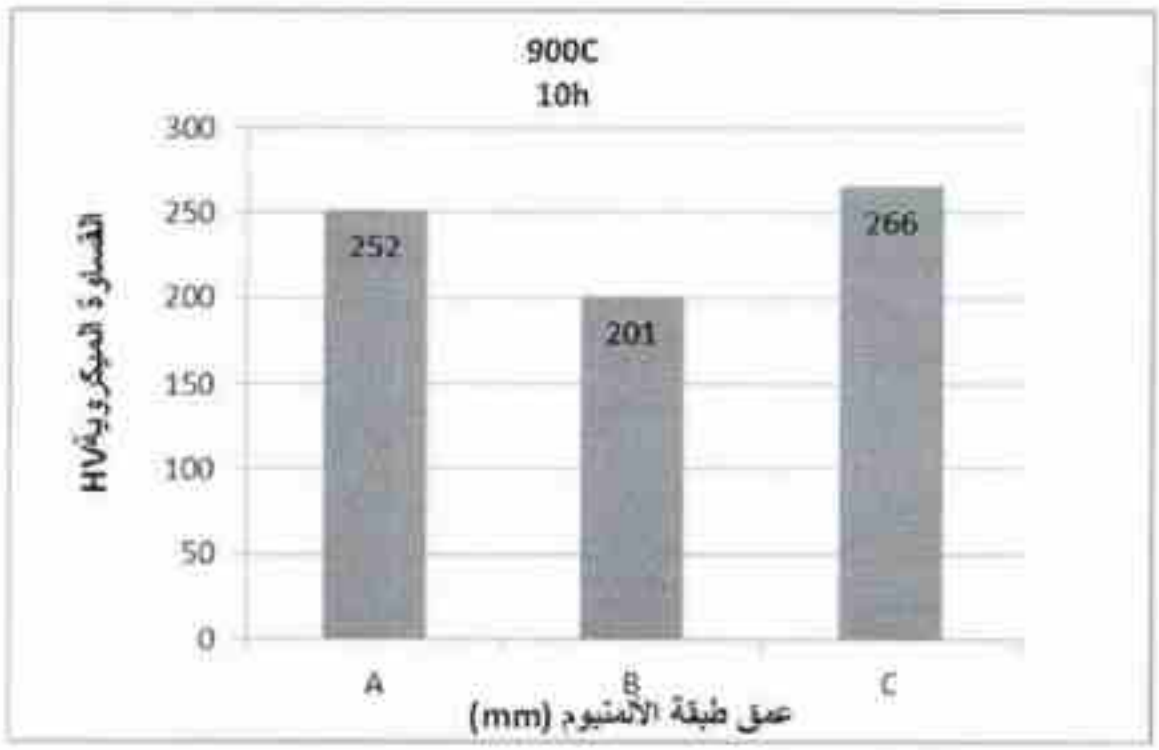


الشكل (4): العلاقة بين مقدار تغير القساوة الميكروية مع تغير عمق طبقة الألمنيوم عند المعالجة بدرجة حرارة ($900c^{\circ}$) وزمن قدره (2h و 4h).

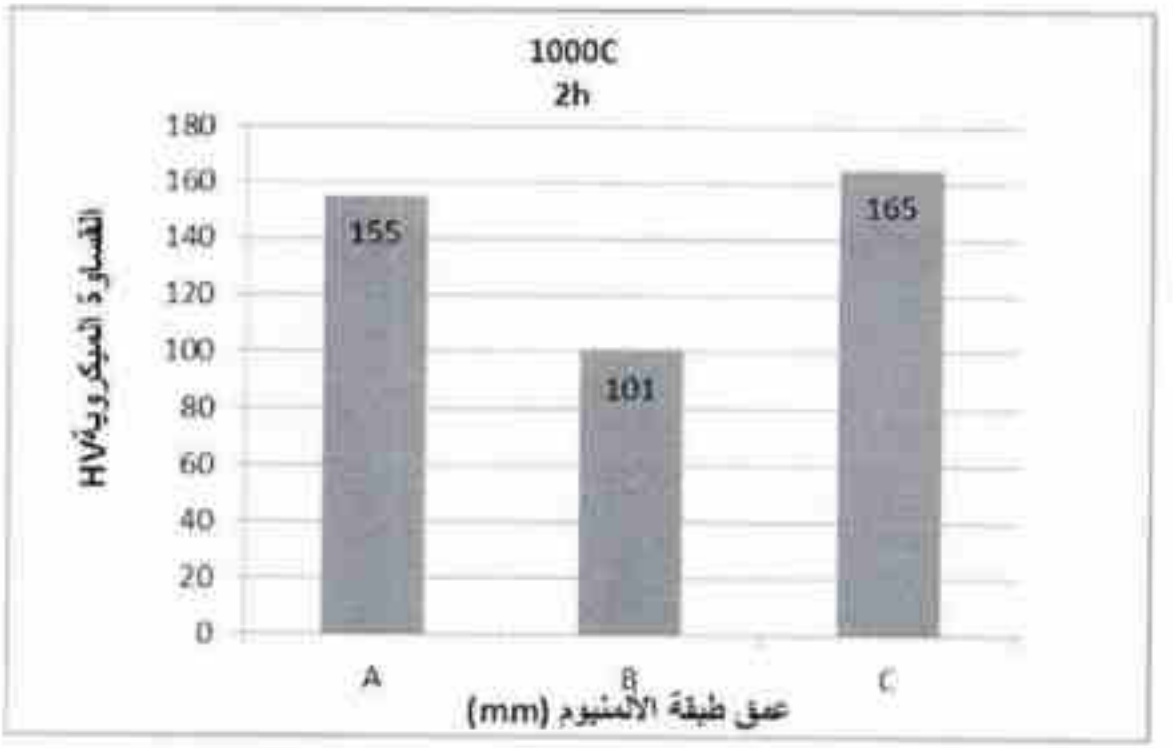


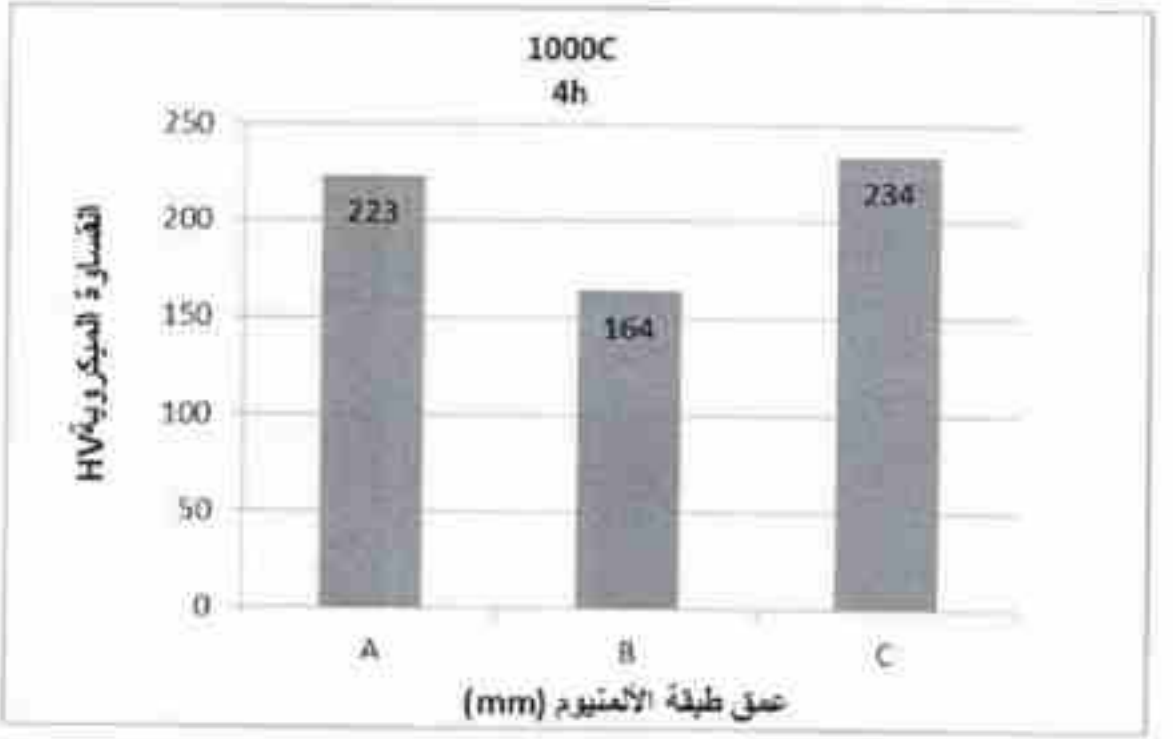


الشكل (5): العلاقة بين مقدار تغير القساوة الميكروية مع تغير عمق طبقة الألمنيوم عند المعالجة بدرجة حرارة ($900c^{\circ}$) وزمن قدره (6h و 8h)

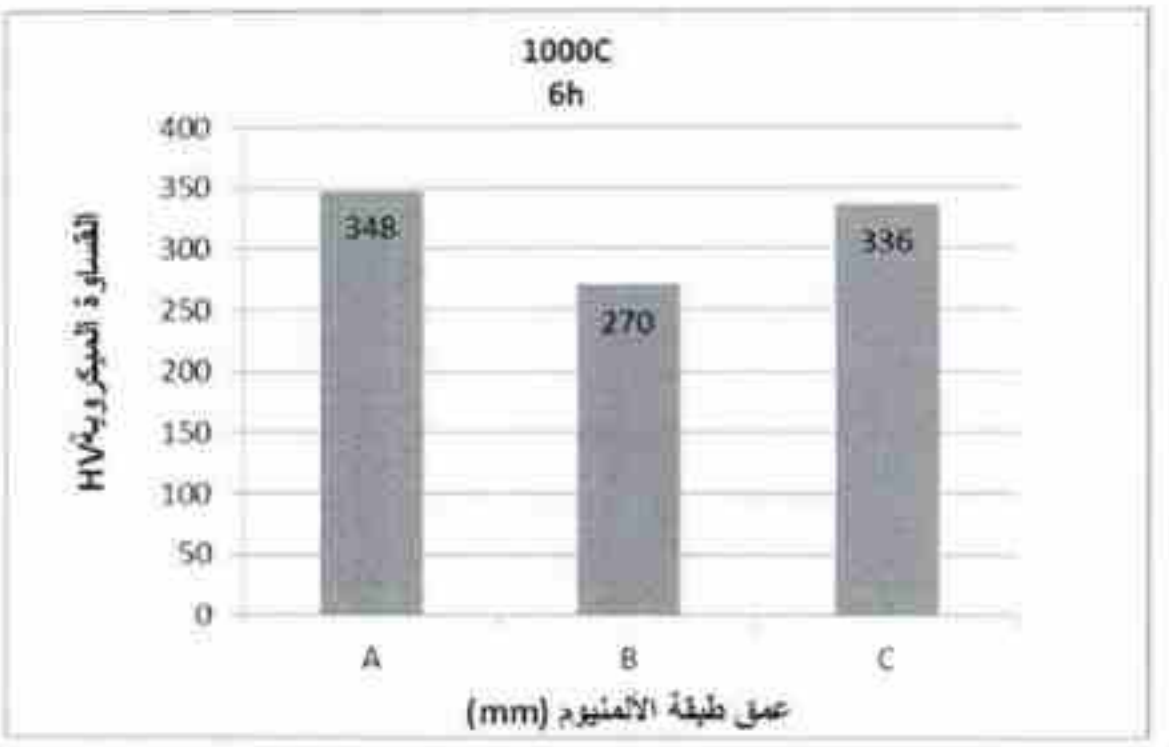


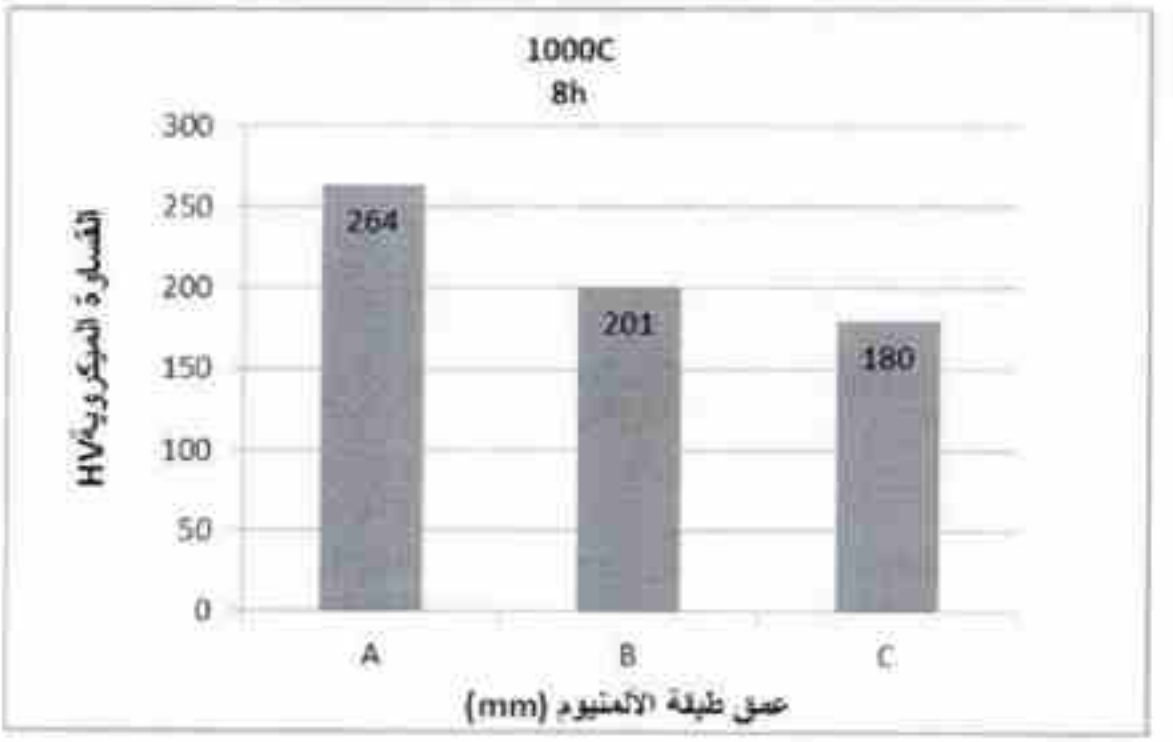
الشكل (6): العلاقة بين مقدار تغير القساوة الميكروية مع تغير عمق طبقة الألمنيوم عند المعالجة بدرجة حرارة ($900c^{\circ}$) وزمن قدره (10 h)



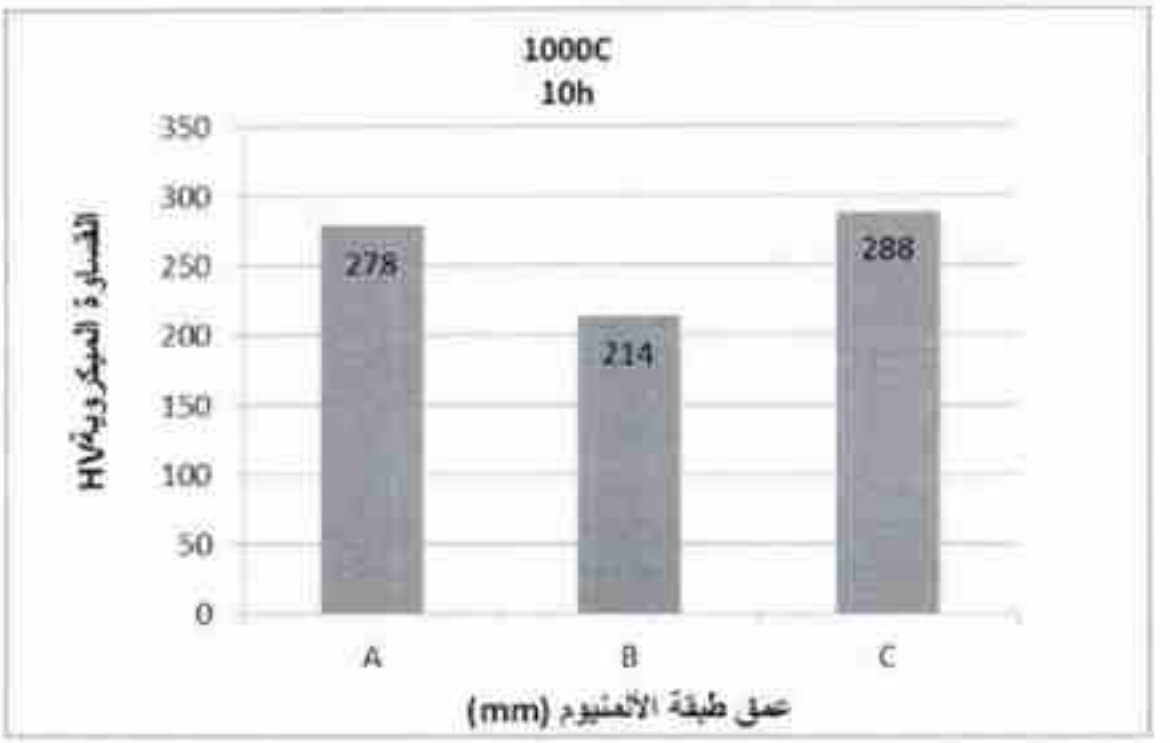


الشكل (7): العلاقة بين مقدار تغير القساوة الميكروية مع تغير عمق طبقة الألمنيوم عند المعالجة بدرجة حرارة ($1000c^{\circ}$) وزمن قدره (2h و 4h)

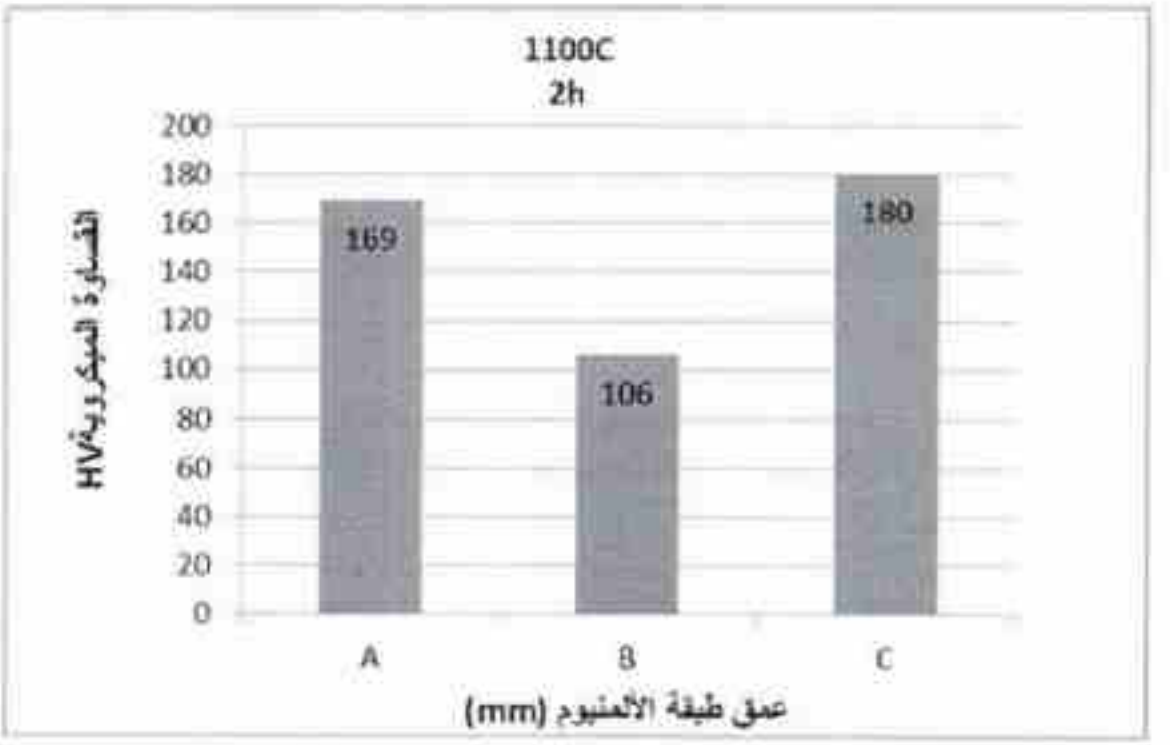


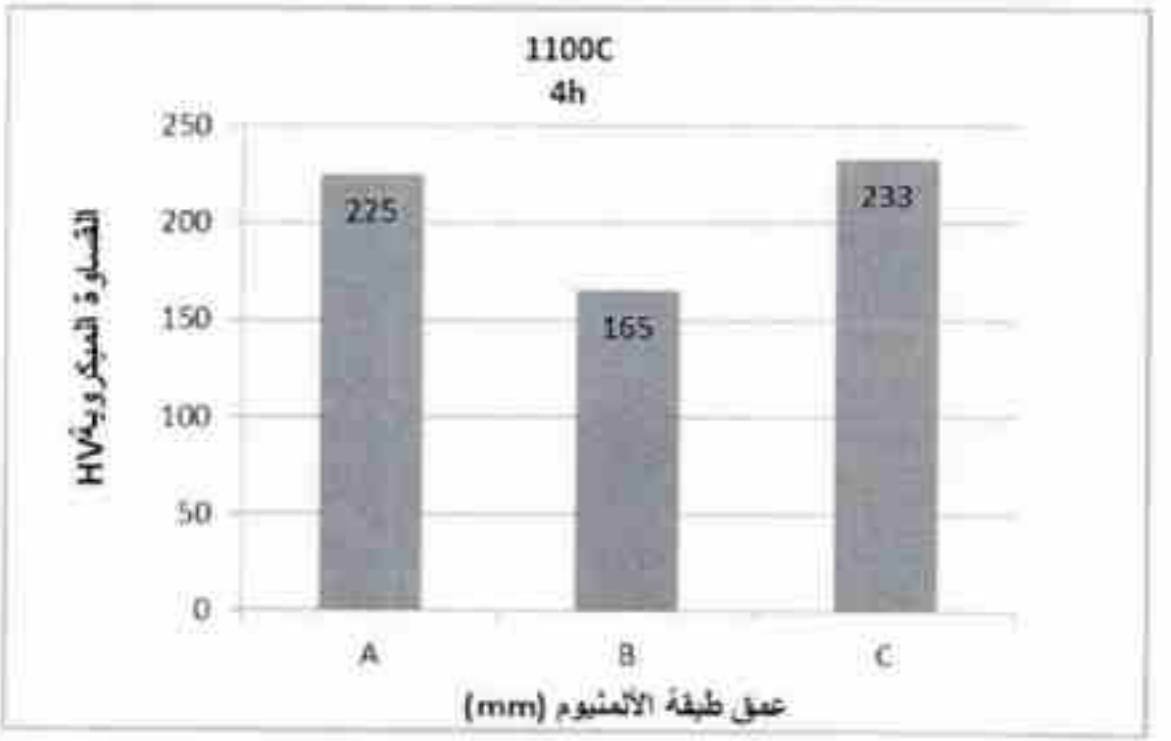


الشكل (8): العلاقة بين مقدار تغير القساوة الميكروية مع تغير عمق طبقة الألمنيوم عند المعالجة بدرجة حرارة ($1000c^{\circ}$) وزمن قدره (6h و 8h)

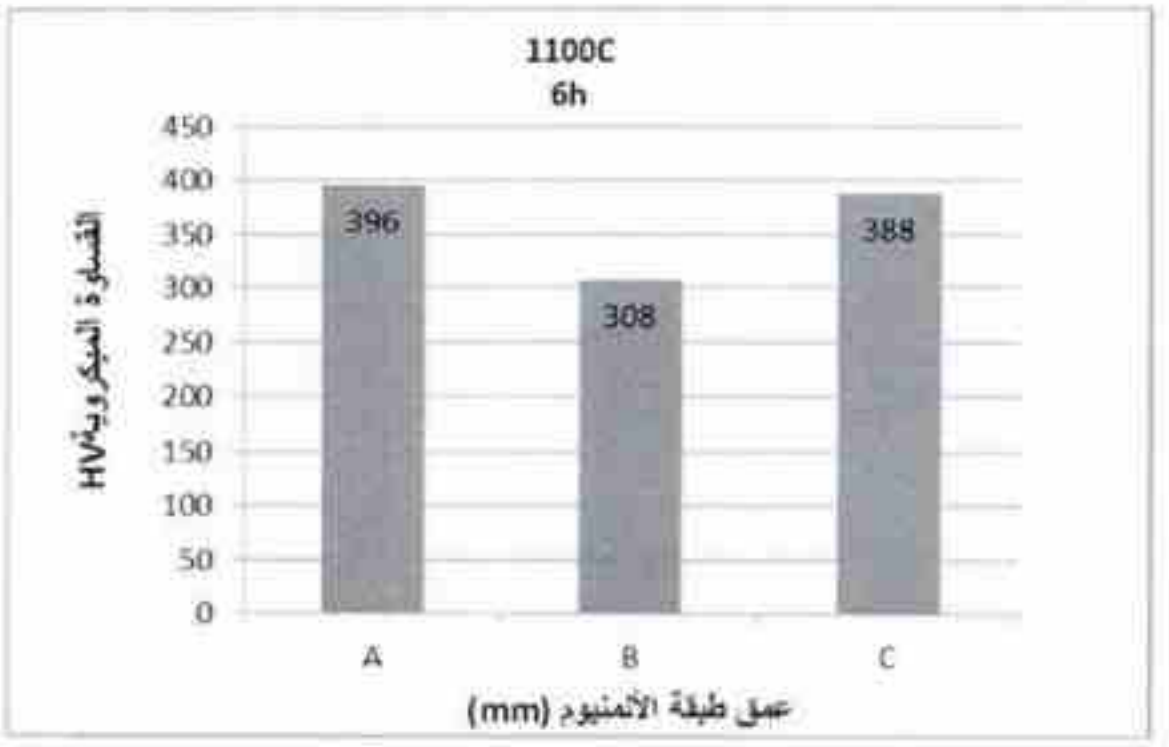


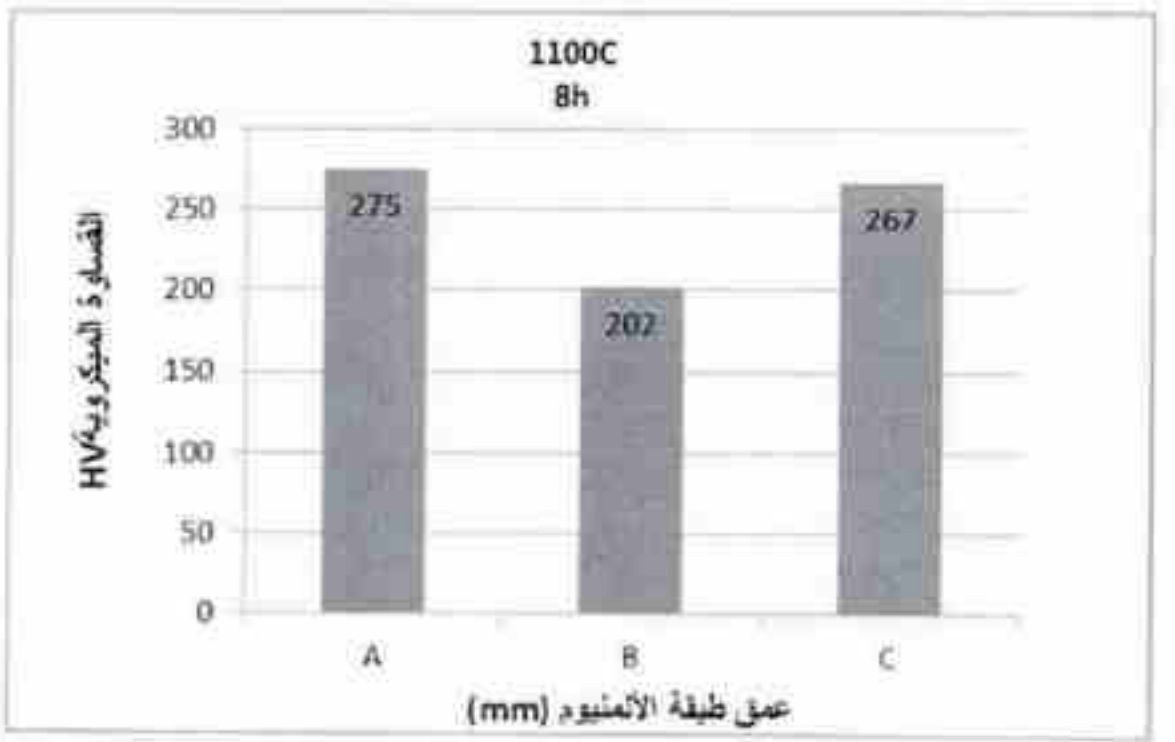
الشكل (9): العلاقة بين مقدار تغير القساوة الميكروية مع تغير عمق طبقة الألمنيوم عند المعالجة بدرجة حرارة $(1000c^{\circ})$ وزمن قدره (10 h).



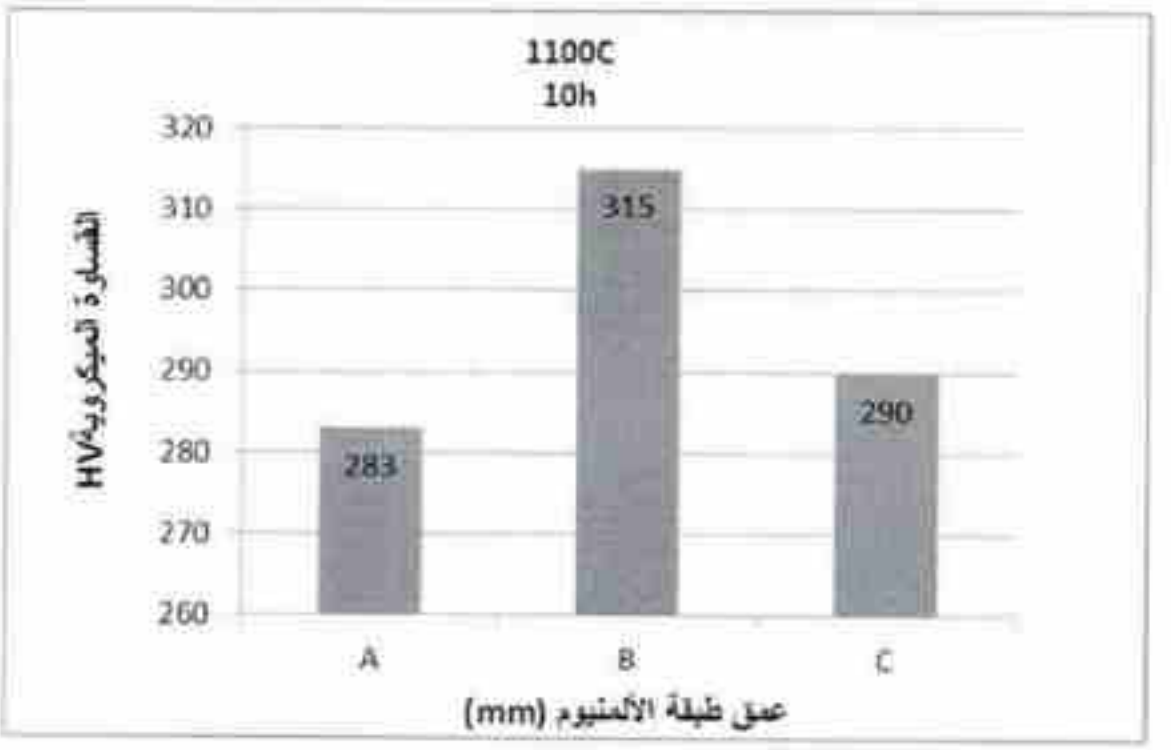


الشكل (10): العلاقة بين مقدار تغير القساوة الميكروية مع تغير عمق طبقة الألمنيوم عند المعالجة بدرجة حرارة ($1100c^{\circ}$) وزمن قدره (2h و 4h).





الشكل (11): العلاقة بين مقدار تغير القساوة الميكروية مع تغير عمق طبقة الألمنيوم عند المعالجة بدرجة حرارة ($1100c^{\circ}$) وزمن قدره (6h و 8h).



الشكل (12): العلاقة بين مقدار تغير القساوة الميكروية مع تغير عمق طبقة الألمنيوم عند المعالجة بدرجة حرارة $(1100c^{\circ})$ وزمن قدره (10h).

References

[1] Rajendran R., Venkataswamy S., "Effect of process Parameters in hot dip aluminizing of medium carbon steel" , Chennai 600 044, India, F6006SC13.

[2] Houngninou C., Chevalier S., Lapin J.P., "Synthesis and characterization of pack cemented Aluminized coating on metals " Applied Surface Science

[3] Zheng Minhui , Rapp Robert A., "Simultaneous Aluminizing and Chroming of Steels to Form (Fe, Cr) 3 Al Coatings", Oxidation of Metals, Vol. 49, Nos. 112, 1998.

[4] Yawing LI , Juan Wang , "Fine structures in Fe3Al alloy layer of a new hot dip aluminized Steel", Bull .mater sci. ,vol. 25, No.7, December 2002, pp. 635-639.

[5] Yawing Li, Juan Wang, Huiqiang, "XRD and TEM analysis of Fe3Al alloy layer on the surface of the colorized steel", materials research Bulletin 36 (2001) 2389 2394).

[6] Kee. Hyun, Kim, Van-Daele, Benny, Van-Tangelo, Gustaaf and Jong-kyu, Yoon, "Observations of Intermetallic Compound Formation of Hot Dip Aluminized steel" Materials Science Forum Vols.519-521 (2006) pp. 1871-1875.

[7] الدكتور المهندس غسان سلوم – جامعة حلب- كلية الهندسة الميكانيكية "مقاومة المواد" عزوم العطالة للمقاطع الهندسية وعزم الانحناء (الانعطاف)،1981 – 1982

[8] الدكتور المهندس جميل ابو جهجاه – جامعة دمشق - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية " علم المعادن " – المعالجات الكيميا حرارة للسطح (التغليف) المعالجة بالألمنيوم.

Received / /2013
Accepted / /2013

The effect of Aluminizing Process on the Mechanical Properties of Stainless Steel Type (305)

Abstract

The aim of this work is to study the thermal surface treatment by Aluminizing process of stainless steel (305) to modify the mechanical properties of the surface by pack cementation process. The coating process was done with various period of time (2, 4, 6, 8, 10) hours and temperatures (900, 1000, 1100) C°. The results showed that the thickness of coating layer was increased with the increment of time and temperature. The micro hardness values of coating layer was reduced from the outer surface to the core, also the results showed that the highest micro hardness of the coating was obtained at period of (6) hours and temperature of (900, 1000, 1100) C°, also the highest bending stress was obtained at the period of (6) hours and at all temperature.