دراسة تأثير أوساط التقسية البوليمرية على بعض الخواص لسبيكة الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37)

د. وليد عاصم حنا*، د. ليث قيس عباس* و منار عبد الجبار نجم*

تاريخ الاستلام:2009/2/19
تاريخ ألقبول :2009/12/3

الخلاصة

تم في البحث الحالي دراسة تأثير التقسية بالأوساط البوليمرية على بعض الخواص لسبيكة الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37)، إذ تضمنت المعاملات الحرارية ثلاث عمليات مختلفة هي التقسية، التقسية ثم المراجعة والتقسية ثم التصقيع، مع مقارنة تأثير أوساط التقسية البوليمرية المستخدمة والمتمثلة بالمحلول المائي للبولي فينول الكحول (PVA) مع تأثير أوساط التقسية التقليدية المستخدمة والمتمثلة بالماء المقطر، زيت المحركات وزيت عباد الشمس، في الحصول على خواص أفضل. حيث تم قياس كل من صلادة برينيل، معدل البلى والموصلية الحرارية للعينات قبل وبعد القيام بالمعاملات الحرارية. لقد أظهرت النتائج أن المعاملات الحرارية في العموم تؤدي إلى تحسن الخواص وعلى وجه الخصوص بعد عمليتي التقسية ثم التصقيع. وفي أغلب الحالات أعطت أوساط التقسية البوليمرية نتائج أفضل من أوساط التقسية التقليدية. وتم القيام بعملية المحاكاة لنتائج الجانب العملي للبحث وبإستخدام لغة البيسك المرئي "Visual Basic" (VB-6)، حيث كانت عملية المحاكاة وسيلة للتنبؤ بسلوك خواص العينات عند تراكيز مختلفة من أوساط التقسية البوليمرية التي تقع بين التراكيز المستخدمة في الجانب العملي، بالإضافة إلى الإستفادة من إمكانيات البرنامج والحاسوب في عرض التجارب بشكل يعمل على تدريب المهندسين بشكل أفضل في مجال المعاملات الحرارية والفحوصات.

Study of Polymer Quenchants Effect on Some Properties of Low Alloy Steel Type (St37)

Abstract

This study is concerned with the effect of polymer quenching on some properties of low alloy steel type (St37). Three different operations of heat treatment have been done including quenching, quenching with tempering and quenching with freezing. A comparison has been done between the effect of polymeric quenchant i.e. water solution of poly vinyl alcohol (PVA) and the conventional quenchants represented by distilled water, engine oil and food oil in having better properties. Tests have been done to the original and heat treated specimens which were Brinell hardness test, wear rate test and thermal conductivity test. Results had revealed that the heat treatments generally enhance the properties especially the treatment of quenching with freezing and in most cases the polymeric quenchants gave better results than the conventional quenchants. Also a simulation to the results of the experimental work has been done by using the Visual Basic language, and the results gave us an indication to the behaviour of specimens' properties at different concentrations of polymeric quenchants over the range used in the experimental work, beside the great possibilities of the program in display the experiments which help in training engineers in heat treatment and testing fields.

*قسم هندسة المواد , الجامعة التكنولوجية / بغداد

https://doi.org/10.30684/etj.28.5.20
2412-0758/University of Technology-Iraq, Baghdad, Iraq
This is an open access article under the CC BY 4.0 license http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

1- المقدمة

تتضمن عملية التقسية تسخين الفولاذ إلى درجة حرارة ملائمة وكافية لتحويل الفولاذ الفرايتي إلى فولاذ أوستنايتي متجانس من حيث التركيب الكيمياوي ودرجة الحرارة، بعدها يبرد بسرعة تتلائم ومقدار الصلادة المطلوبة. إن درجة الحرارة التي يسخن اليها الفولاذ وزمن المعاملة ومعدل التبريد تعتمد على عدة عوامل منها التركيب الكيمياوي ، حجم الجزء والخواص الميكانيكية المطلوبة [1]. إن إختيار وسط التقسية يتأثر بنوع المادة المراد تهيئتها والخواص النهائية المطلوبة للمنتج، ومن أهم الخواص التي يجب أن تتوفر في وسط التقسية هي [1،2]:-

أ- معدل تبريد عالي في مدى التحولات الإنتشارية أعلى من معدل التبريد الحرج، وذلك لتفادي تحول أي جزء من الأوستنايت إلى برلايت بأشكاله المختلفة.

ب- معدل تبريد واطئ في مدى التحولات المارتنسايتية، وذلك لتفادي حصول الإجهادات والتشققات.

ج- لزوجة منخفضة.

د- سعة حرارية نوعية عالية. *

ومن أوساط التقسية الحديثة نسبياً هي أوساط التقسية البوليمرية ، فقد وجد أن هنالك أنواع معينة من البوليمرات العضوية القابلة للذوبان في الماء تحسن من خواص التبريد الخاصة بالماء. ولكون أوساط التقسية البوليمرية محاليل مائية فإنها توفر معدلات تبريد أسرع بالمقارنة مع الزيوت خلال مدى التحولات المارتنسايتية ولذلك تستخدم هذه الأوساط غالباً في التطبيقات التي تتطلب معدلات تبريد تتوسط الماء والزيوت ذات معدلات التبريد المعتدلة، مما يتيح لنا معالجة مواد معينة مثل الفولاذ العالي الكاربون أو العالي السبائكية، والمنتجات ذات العيوب السطحية والحاوية على رافعات الأجهادات [4].

تعرف المحاكاة بأنها وسيلة أو محاولة للتنبؤ بالخواص ذات الصفات غير المستقرة والمتغيرة للتوصل إلى القرار الأمثل بشأنها. كما يمكن تعريفها بأنها إسلوب رياضي يستلزم تنفيذه على الحاسوب الألكتروني لمعالجة المشاكل التي تتداخل فيها أنواعاً معينة من العلاقات الرياضية والمنطقية الضرورية لوصف سلوك أو هيئة نظام لعالم حقيقي واقعي معقد ولفترات زمنية غير محددة [6،5]. وتدخل إستخداماتها في المجالات العسكرية، الطبية، الهندسية، التعليمية، البحرية، إدارة الموارد المالية، بالإضافة إلى المجالات الترفيهية والألعاب [7].

ويهدف البحث الحالي الى:

1- دراسة أثر وسط التقسية البوليمري والمتمثل بالمحلول المائي للبولي فينول الكحول "Poly vinyl alcohol" (PVA) في كل من الصلادة، مقاومة البلى و الموصلية الحرارية للفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37) ، ومقارنة النتائج مع أوساط التقسية التقليدية الأخرى مثل الماء والزيت.

2- دراسة محاكاة "Simulation" عملية التقسية بالأوساط البوليمرية بإستخدام الحاسوب من خلال تتبع تغير الخواص مع تغير تركيز المحلول البوليمري المستخدم لمحاولة إستخراج معادلات توضح السلوك الهندسي لتقسية السبيكة المذكورة أعلاه وتتبع التغيرات في العلاقات المتضمنة في التجارب وتحليل ورسم أهم العلاقات البيانية وصولاً إلى إستخراج المعادلات الرياضية التي تصف هذه العملية الهندسية.

2- الجزء العملي:-

تم في الجانب العملي إستخدام سبيكة الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37) والجدول (1) يبين التركيب الكيمياوي النظري لهذه السبيكة [8]، أما الجدول رقم (2) فيبين التركيب الكيمياوي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المقاس لهذه السبيكة. حيث تم تصنيع (31) عينة أجريت المعاملات الحرارية المتمثلة بالتقسية، التقسية ثم المراجعة، والتقسية ثم التصقيع على ثلاثين عينة منها مع بقاء عينة واحدة بدون معاملات حرارية ثم تم قياس كل من صلادة برينيل ومعدل البلى والموصلية الحرارية مع القيام بفحص البنية المجهرية للعينات المعاملة حرارياً والعينة الغير معاملة أيضاً لغرض المقارنة، ويبين الجدول (3) تفاصيل المعاملات الحرارية لهذه السبيكة .

أما معدل البلى فتم حسابه بإستخدام الطريقة الوزنية وبدلالة المعادلة التالية [9] :-

$$\text{Wear rate} = (w_1-w_2/w_1)*100 \quad \ldots..(1)$$

حيث أن :-

W_1 = وزن العينة قبل القيام بفحص معدل البلى، W_2 = وزن العينة بعد القيام بفحص معدل البلى.

أما الموصلية الحرارية فتم قياسها بإستخدام جهاز قرص لي لقياس الموصلية الحرارية [10].إن المحاكاة التي تم إجرائها في البحث الحالي تسمى بمحاكاة العمليات "Operation Simulation" حيث تم بناء برنامج المحاكاة الحالي بعد إجراء التجارب العملية التي تم من خلالها التعرف على المعايير الأساسية التي تتحكم بعملية التقسية البوليمرية لسبيكة الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37) والمستخدمة في البحث الحالي فقد تم اللجوء إلى برنامج (Grapher under Windows V.4)) من أجل إستخراج المعادلات الرياضية الواصفة للسلوك الهندسي الخاص بتغير الخواص مع تغير تركيز المحلول البوليمري المستخدم في تقسية السبيكة أي تم بناء نموذج رياضي. ثم تم تدقيق المعادلات المستخرجة بالبرنامجين (MATTLAB V.7) والبرنامج (Excel-XP) وقد أستخدم هذان البرنامجان من أجل التوصل إلى أفضل المعادلات التي تصف تتبع تغير السلوك الهندسي الخاص بخواص السبيكة (St37) حيث أعتمدت المعادلات التي لها أعلى نسبة مئوية للدقة أي أقل نسبة مئوية للخطأ " Standard error%"، أعلى معامل إرتباط للقيم المستخرجة من المعادلة وقيم التجارب الحقيقية "Correlation Factor"، أقل معامل تراجع للمعادلة في تمثيل البيانات المستخرجة بالمقارنة مع النتائج العملية "Regression Factor" وأقل قيمة للخطأ المتراكم "Residual sum. of squares" عند تطبيق القيم بالمعادلة المستخرجة، وبعد هذه العملية تم بناء نموذج برنامج المحاكاة الحالي بالإعتماد على النتائج العملية والمعادلات المستخرجة المستندة على قيم التجارب العملية التي تم تحليل نتائجها.

3- النتائج والمناقشة:-

(3-1) فحص الصلادة:-

يوضح الشكل (1) العلاقة بين تركيز البولي فينول الكحول وصلادة برينيل لعينات الفولاذ الواطيء السبائكية نوع (St37) بعد إجراء المعاملات الحرارية والتي تمثلت بالتقسية، التقسية ثم المراجعة والتقسية ثم التصقيع. إذ كانت صلادة العينة قبل المعاملة (162.751HB)، وبعد إستخدام الوسط البوليمري الحاوي على (0.2غم/لتر) من البولي فينول الكحول وبإجراء المعاملات الحرارية الثلاثة كانت الصلادة عالية نوعاً ما، إذ بلغت بعد إجراء التقسية (308.195HB)، وبعد إجراء التقسية والمراجعة (288.856HB)، وبعد إجراء التقسية والتصقيع (295.893HB). و يلاحظ من البنية المجهرية لهذه العينات والمبينة في الشكل (3-ب)، (3-ج) و (3-د) على التوالي تكون بنية غنية بالبرلايت أكثر من الفرايت بعد إجراء التقسية فقط أما بعد إجراء التقسية بنفس الوسط مع إجراء عملية المراجعة أيضاً حصل تكور في

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

البرلايت مما يعلل إنخفاض الصلادة [11]. وبإجراء التقسية ثم التصقيع فقد تكون برلايت حبيبي أكثر تماسكاً. ولكون الوسط البوليمري الحاوي على (0.2 غم / لتر) ذو لزوجة قليلة أدى ذلك الى أنه وفر معدل تبريد عالي مما أدى إلى الحصول على قيم عالية نسبياً للصلادة[12]. ويوضح الشكل (1) أنه بإرتفاع تركيز البولي فينول الكحول أي بزيادة لزوجة الوسط البوليمري وإنخفاض معدل التبريد أدى ذلك إلى إنخفاض قيم الصلادة بعد إجراء التقسية فقط حتى بلغ تركيز الوسط (1.2 غم / لتر) من البولي فينول الكحول إذ إزدادت عنده قيمة الصلادة إلى (263.04 HB) و تظهر البنية المجهرية للعينة المقساة بهذا الوسط والموضحة في الشكل (3-هـ) إن البنية متكونة من البانايت السفلي و الأوستنايت المتبقي. بعد ذلك عادت الصلادة لتنخفض بعد التقسية في الوسط البوليمري الحاوي على (1.4 غم / لتر) من البولي فينول الكحول حيث يلاحظ من البنية المجهرية للعينة المقساة بهذا الوسط و المبينة في الشكل (3-و) تكون بنية من البرلايت المترسب على الحدود البلورية للفرايت. أما عند إجراء التقسية ثم المراجعة يلاحظ إنه بزيادة تركيز البولي فينول الكحول الى (0.4 غم / لتر) إزدادت صلادة برينيل الى (329.508HB)، حيث تظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (3-ز) عبارة عن برلايت حبيبي مع مارتنسايت مراجع مما أدى إلى إرتفاع صلادة هذه العينة. وبإستمرار زيادة تركيز البولي فينول الكحول أي بإنخفاض معدل التبريد لهذه الأوساط، فقد إنخفضت الصلادة الناتجة عند إجراء التقسية والمراجعة لحين الوصول الى تركيز(1.2 غم /لتر) من البولي فينول الكحول إذ ازدادت من جديد عنده قيمة الصلادة حتى بلغت (267.101HB)، وتظهر البنية المجهرية للعينة المقساة بهذا الوسط والمبينة في الشكل (3-ح) تكوُّن بنية من البانايت السفلي الناعم والمارتنسايت المراجع مما أدى إلى زيادة الصلادة. وبزيادة تركيز البولي فينول الكحول الى (1.4 غم /لتر) عادت وإنخفضت الصلادة مرة أخرى حتى بلغت (205.91HB) و يعزى السبب في ذلك وكما يظهر من خلال البنية المجهرية للعينة المقساة بهذا الوسط والمبينة في الشكل (3-ط) حدوث تخشن في حجم البانايت المتكون مما أدى الى إنخفاض الصلادة [13]. و بعد إجراء التقسية والتصقيع، فقد لوحظ إنه بزيادة تركيز البولي فينول الكحول الى (0.4 غم/ لتر) إنخفضت الصلادة إلى (183.961HB) حيث تظهر البنية المجهرية للعينة المقساة بهذا الوسط والمبينة في الشكل (3-ي) تكون برلايت حبيبي ناعم مع فرايت مما أعطى صلادة منخفضة لهذه العينة، لكن مع زيادة تركيز البولي فينول الكحول الى (0.6 غم/لتر) إرتفعت الصلادة الى(365.799HB) وإن سبب هذه الصلادة العالية وكما يظهر من خلال البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (3-ك) تكون بانايت سفلي ومارتنسايت. بعد ذلك إنخفضت الصلادة بزيادة تركيز البولي فينول الكحول أي بإنخفاض معدل التبريد لهذه الأوساط إذ بلغ أقصى إنخفاض بعد التقسية بالوسط البوليمري الحاوي على (1.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول حيث بلغت الصلادة (180.445HB) ويعزى ذلك وكما هو ظاهر من البنية المجهرية للعينة المقساة بهذا الوسط والمبينة في الشكل (3-ل) تكون بنية من البانايت السفلي الخشن والفرايت مما أدى الى إنخفاض الصلادة [14]. أما الشكل (2) فيبين مقارنة بين الوسط البوليمري

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المستخدم الذي أعطى أعلى صلادة وأوساط التقسية التقليدية المستخدمة والمتمثلة بالماء المقطر، زيت المحركات وزيت عباد الشمس وبإجراء المعاملات الحرارية الثلاثة، حيث بعد إجراء التقسية فقط، أعطى الماء المقطر صلادة أعلى من التي تم الحصول عليها بعد التقسية بالوسط البوليمري الحاوي على (0.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، إذ بلغت الصلادة عند التقسية بالماء المقطر (326.727 HB) وتظهر البنية المجهرية للعينة المقساة بهذا الوسط والمبينة في الشكل (3-م) تكون بنية من الكاربيدات الناعمة والاوستنايت المتبقي، حيث تعطي هذه الكاربيدات صلادة عالية. أما عند إجراء المعاملة بالتقسية والمراجعة أو التقسية والتصقيع وكما هو موضح في الشكل (2) لم تكن أوساط التقسية التقليدية أفضل من الوسط البوليمري المستخدم والذي أعطى أعلى صلادة.

(3-2) فحص معدل البلى:-

يوضح الشكل (4) العلاقة بين تركيز البولي فينول الكحول والنسبة المئوية للفقدان بالوزن لعينات الفولاذ الواطيء السبائكية نوع (St37) بعد إجراء المعاملات الحرارية والمتمثلة بالتقسية ،التقسية ثم المراجعة والتقسية ثم التصقيع. إذ كانت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة الاساسية والغير معاملة حرارياً (0.0731) % وبعد إجراء التقسية إنخفض معدل البلى بزيادة تركيز البولي فينول الكحول لحين الوصول الى تركيز (0.6 غم / لتر) والذي نتج عنه أعلى مقاومة بلى، إذ بلغت عنده النسبة المئوية للفقدان بالوزن (0.0246) % وتُظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-ب) تكون بنية مؤلفة من البرلايت الحبيبي الناعم والفرايت مما يعطي العينة مقاومة بلى وصلادة معتدلة. وبزيادة تركيز البولي فينول الكحول إلى (0.8 غم / لتر) إزدادت النسبة المئوية للفقدان بالوزن الى (0.0546)% وبالتالي زاد معدل البلى، حيث تُظهر البنية المجهرية للعينة المقساة بهذا الوسط والمبينة في الشكل (6-ج) تكون بنية ناعمة من البانايت السفلي والفرايت لكن بتركيز أكثر للفرايت مما أدى الى إنخفاض كل من مقاومة البلى والصلادة أيضاً لهذه العينة. وكانت أقل قيمة لمقاومة البلى هي بعد التقسية في الوسط البوليمري الحاوي على (1.2غم / لتر) من البولي فينول الكحول، إذ بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساة بهذا الوسط (0.0615)% وتظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-د) تكون بنية من البانايت السفلي و الفرايت، فبالرغم من أن صلادة هذه العينة عالية نوعاً ما إلا إنها لم تعطي مقاومة عالية للبلى ويعود سبب ذلك إلى أن الأطوار المتكونة هي أطوار هشة مشبعة بالأجهادات مما أدى إلى إنخفاض مقاومة البلى. أما بعد إجراء التقسية ثم المراجعة فقد لوحظ إنخفاض معدل البلى إنخفاضاً عالياً وخصوصاً عند التقسية في الوسط البوليمري الحاوي على (0.2غم / لتر) من البولي فينول الكحول، حيث بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساة في هذا الوسط(0.0188)% ويلاحظ من البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-هـ) تكون بنية من البرلايت الحبيبي والفرايت مما أعطى قيمة معتدلة لمقاومة البلى والصلادة. ومع زيادة تركيز البولي فينول الكحول إنخفضت مقاومة البلى لحين الوصول الى (0.8 غم / لتر) من تركيز البولي فينول الكحول، حيث زادت مقاومة البلى للعينة المقساة بهذا الوسط لتبلغ النسبة المئوية للفقدان بالوزن (0.0086)% وتظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

في الشكل (6-و) تكون بنية مؤلفة من الكاربيدات والمارتنسايت المراجع مما أدى الى الحصول على مقاومة عالية للبلى. ثم بزيادة تركيز البولي فينول الكحول إنخفضت مقاومة البلى نتيجة لإنخفاض الصلادة أيضاً لحين الوصول الى تركيز (1.4 غم/لتر) والذي أعطى أعلى مقاومة بلى إذ بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساة في هذا الوسط (0.0076)% وتُظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-ز) تكون باينايت سفلي ومارتنسايت مراجع مما أدى الى الحصول على قيمة عالية لمقاومة البلى ومعتدلة للصلادة. أما بعد إجراء التقسية ثم التصقيع فقد زادت مقاومة البلى بعد التقسية في الوسط البوليمري الحاوي على (0.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول إذ بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن (0.0155)% وتظهر البنية المجهرية للعينة المقساة في هذا الوسط والمبينة في الشكل (6-ح) تكون بنية من البرلايت الحبيبي مما أدى الى الحصول على مقاومة بلى عالية. وبزيادة تركيز البولي فينول الكحول فقد إنخفضت مقاومة البلى نتيجة لزيادة لزوجة أوساط التقسية البوليمرية وبالتالي إنخفاض معدل التبريد لهذه الأوساط. ويوضح الشكل (5) مقارنة بين وسط التقسية البوليمري وأوساط التقسية التقليدية المستخدمة في التقسية والمتمثلة بالماء المقطر، زيت المحركات وزيت عباد الشمس بعد إجراء المعاملات الحراية الثلاثة تقسية، تقسية ثم مراجعة وتقسية ثم تصقيع ولوحظ أنه بعد إجراء التقسية كان الماء المقطر أفضل من أوساط التقسية البوليمرية في الحصول على أعلى مقاومة بلى إذ بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساة بهذا الوسط (0.0192)% وقد أعطت هذه العينة أعلى صلادة أيضاً عند إجراء التقسية، حيث يظهر من البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-ط) تكون بنية من الكاربيدات الناعمة والأوستنايت المتبقي. وبعد إجراء التقسية ثم المراجعة كان الوسط البوليمري الحاوي على (1.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول أفضل من أوساط التقسية التقليدية المستخدمة.أما بعد إجراء التقسية ثم التصقيع فقد نتج عن التقسية بزيت المحركات أعلى مقاومة للبلى، إذ انخفضت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساة بهذا الوسط الى (0.0085)% حيث تُظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-ي) تكون بنية من الكاربيدات الخشنة والأوستنايت المتبقي و إن التخشن في حجم الكاربيدات أدى الى الحصول على صلادة منخفضة لهذه العينة.

(3-3) فحص الموصلية الحرارية

يوضح الشكل (7) تأثير تركيز البولي فينول الكحول على الموصلية الحرارية لعينات الفولاذ الواطيء السبائكية نوع (St37) بعد إجراء المعاملات الحرارية والمتمثلة بالتقسية، التقسية ثم المراجعة والتقسية ثم التصقيع. بعد إجراء عملية التقسية يلاحظ من الشكل (7) أن العينة الأصلية حافظت على نفس موصليتها الحرارية بعد التقسية في الأوساط الحاوية على (0.4غم/لتر)، (1.2 غم/لتر) و (1.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول إذ بلغت الموصلية الحرارية لهذه العينات (0.000449) واط /م.م°. وبمقارنة الأوساط البوليمرية التي أعطت أعلى موصلية حرارية مع أوساط التقسية التقليدية المستخدمة والمتمثلة بالماء المقطر، زيت المحركات وزيت عباد الشمس وكما هو موضح في الشكل (8) حافظت العينات المقساة في أوساط التقسية التقليدية على نفس الموصلية الحرارية للعينات الاصلية أيضاً. أما بعد إجراء التقسية ثم المراجعة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يوضح الشكـــل (7) عدم تحسن الموصلية الحرارية وقد حافظت العينات المقساة في الأوساط البوليمرية الحاوية على (0.4 غم/لتر) و (1 غم/لتر) من البولي فينول الكحول على نفس الموصلية الحرارية للعينة الأصلية أيضاً. وإذا ما قورنت هذه الأوساط مع أوساط التقسية التقليدية المستخدمة وكما موضح في الشكل (8) يلاحظ إنها كانت أفضل من أوساط التقسية التقليدية، حيث إنخفضت الموصلية الحرارية للعينات المقساة في أوساط التقسية التقليدية المستخدمة الى (0.000354) واط /م.م° وبالتالي إنخفضت الموصلية الحرارية بنسبة (21.158)% مقارنة بالموصلية الحرارية للعينة الأساس. أما بعد إجراء التقسية ثم التصقيع ومن الشكل (7) يلاحظ أيضاًعدم تحسن الموصلية الحرارية بعد التقسية في جميع تراكيز الأوساط البوليمرية المستخدمة ولكنها كانت أفضل من أوساط التقسية التقليدية المستخدمة وذلك في الحصول على موصلية حرارية أعلى وكما هو واضح في الشكل (8).

(3-4) نتائج المحاكاة:-

أظهرت نتائج برنامج المحاكاة بلغة البيسك المرئي (Visual Basic) لكل من المعاملات الحرارية والمتمثلة بالتقسية، التقسية ثم المراجعة، والتقسية ثم التصقيع والفحوصات لعينات الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37)، مدى تقارب غالبية النتائج التي حصلنا عليها من برنامج المحاكاة مع نتائج الجانب العملي. حيث بعد إختيار الفحص المراد إجراءه من بين فحوصات الصلادة ، معدل البلى والموصلية الحرارية نقوم بإختيار المعاملة الحرارية المطلوبة من بين التقسية، التقسية ثم المراجعة أو التقسية ثم التصقيع. بعدها سوف يقوم البرنامج برسم المنحني الخاص بالمعاملة وإجراء الحسابات كما ستظهر لنا النتائج المطلوبة مع تسقيط نقطة على المنحني تمثل التركيز المدخل للبولي فينول الكحول، حيث يحددنا البرنامج بتركيز يتراوح مابين (0 – 1.4غم/لتر) من البولي فينول الكحول، وبذلك يقوم برنامج المحاكاة أيضاً بالتنبؤ بنتائج الفحوصات في حالة التقسية بإستخدام أوساط بوليمرية بتراكيز تقع بين التراكيز المستخدمة في الجانب العملي. والملحق (A) يوضح بعض شاشات البرنامج.

4- الإستنتاجات :-

أ- بعد إجراء فحص الصلادة لعينات الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37) تم الحصول على أفضل صلادة بعد المعاملة بالتقسية ثم التصقيع وبإستخدام الوســط البوليمري الحاوي على (0.6 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، إذ بلغت النسبة المئوية للزيادة بالصلادة (125)% وكانت بحدود (365.799HB). بينما أقل صلادة كانت بعد المعاملة بالتقسية ثم المراجعة بإستخدام زيت المحركات كوسط تقسية حيث بلغت النسبة المئوية للإنخفاض بالصلادة (22)% وكانت بحدود (126.606HB).

ب- بعد إجراء فحص معدل البلى لعينات الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37) تم الحصول على أعلى مقاومة بلى بعد المعاملة بالتقسية ثم المراجعة وبإستخدام الوسط البوليمري الحاوي على (1.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول كوسط تقسية إذ بلغت النسبة المئوية للزيادة في مقاومة البلى (90)%، وكانت نسبة الفقدان في الوزن بحدود (0.0076)%. بينما أقل مقاومة بلى تم الحصول عليها كانت بعد المعاملة بالتقسية فقط وبإستخدام الوسط البوليمري الحاوي على (1.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، حيث بلغت النسبة المئوية للزيادة في مقاومة البلى (16)%

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وكانت نسبة الفقدان في الوزن بحدود (0.0615)%.

ج- بعد إجراء فحص الموصلية الحرارية لعينات الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37)، لم تتحسن الموصلية الحرارية عند إجراء المعاملات الحرارية الثلاثة، ولوحظ أن قيم الموصلية إما إنخفضت أو حافظت على قيمها في بعض العينات.

المصادر

[1]- الراوي، د.عويد زهمك، خضر، د. عبد الرزاق إسماعيل ، "المعاملات الحرارية للمعادن الحديدية واللاحديدية"، الجامعة التكنولوجية، 1989.

[2]- د.ج. ديفيز، ل.ا.ويلمان، "المعادن بنيتها وخواصها ومعاملاتها الحرارية"، ترجمة د.جعفر طاهر الحيدري وعدنان نعمة، الجامعة التكنولوجية، 1989.

[3]-"Specific heat" Internet site, http://www.wikipediathe free encyclopedia.org/wiki/spesific heat, 17/12/2006.

[4]- N.A.Hilder, " polymer Quenchanta-a Review", Heat treatment of metals, vol. 13, pp.15-26,1986.

[5]-"Computer Simulation", Internet Site, http://www.Edutechwiki.com ,23/3/2008.

[6]- الحمداني، د. رفاه شهاب، "المحاكاة الحاسوبية"، جامعة العلوم التطبيقية، عمان ،الأردن، 2002.

[7]- "Simulation", Internet Site, http://www.wikipediathefreeencyclopedia.htm ,12/2/2008.

[8]- "Pipe/Tube standard data", Internet site, http://www.e-pipe.co.kr/eng/DIN/1630.htm, 2/3/2007.

[9]- E.Rabinowicz, "Friction and wear of Materials", J.willeyand sons.Inc. (New York), 1965, pp. 14-138.

[10]- E. Parrot & A.D. Stuckes, "Thermal Conductivity of Solids", J.W. Arrow Smith, 1975.

[11]-الحمداني، معن يحيى، هاشم كاظم الجواهري، "خواص المواد"، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، هيئة المعاهد الفنية، 1990.

[12]-"Houhgton on Quenching", Internet Site, http://www.dfoggknives.com/pdf/Hougnton-on-quenching.pdf .2007.

[13]- Robert F. Mehl, Metals hand book, "Atlas of Microstructure of Industrial Alloys", Vol.7, 8th edition, 1972.

[14]- يو.لاختين، "علم المعادن والمعاملات الحرارية للمعادن"، دار (مير) للطباعة والنشر، الإتحاد السوفييتي، موسكو، 1979.

الجدول (1) يبين التركيب الكيمياوي % للفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37) [8]

C%	Si%	Mn%
0.2-0.3	0.3	1.4

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

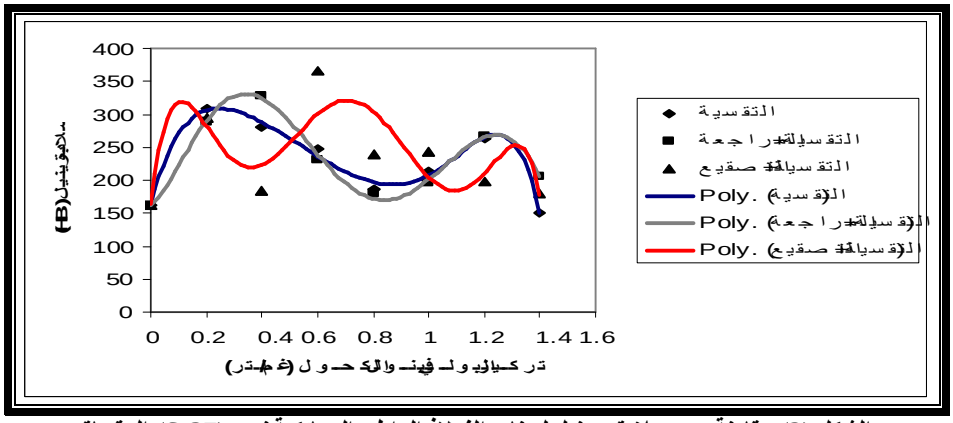
الجدول (2) يبين التركيب الكيمياوي % المحسوب للفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37)

C%	Si%	Mn%
0.3	0.405	0.505

الجدول (3) يبين تفاصيل المعاملات الحرارية لسبيكة الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37)

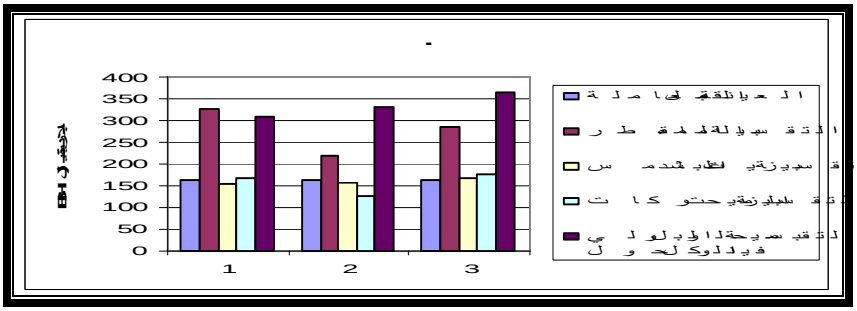
درجة حرارة التقسية	زمن التثبيت	أوساط التقسية	درجة حرارة المراجعة	زمن التثبيت	وسط التبريد	درجة حرارة التصقيع	زمن التثبيت
(960) مº	-(11.5) دقيقة لعينات البلى. -(16.5) دقيقة لعينات الموصلية	ماء مقطر. زيت عباد الشمس. زيت محركات. محلول البولي فينول الكحول.	(250) مº	-(1) ساعة لعينات البلى. -(1) ساعة لعينات الموصلية	الهواء	-17 مº	(48) ساعة

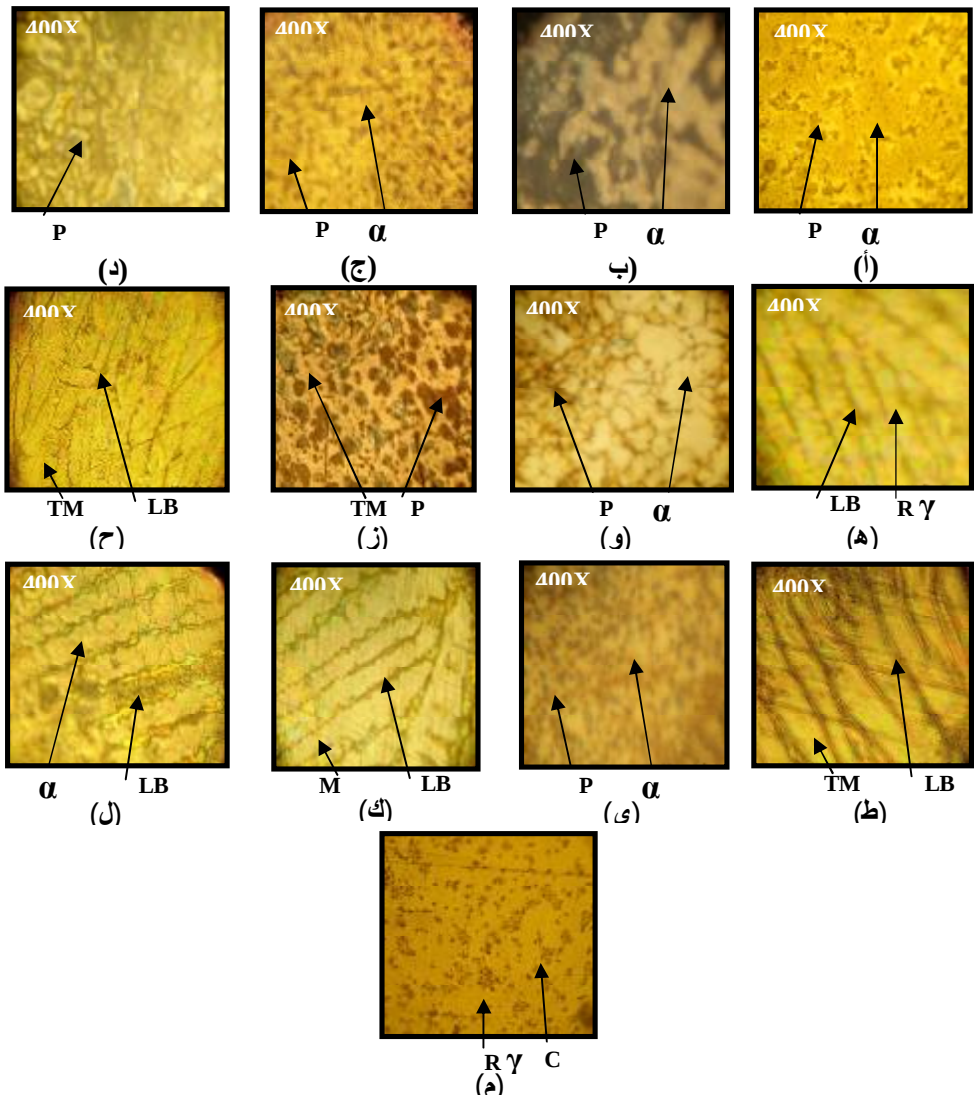
الشكل (1) يوضح العلاقة بين تأثير تركيز البولي فينول الكحول على صلادة برينيل لعينات الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37)



الشكل (2) مقارنة بين صلادة برينيل لعينات الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37) المقساة في أوساط التقسية التقليدية ووسط التقسية البوليمري (PVA)

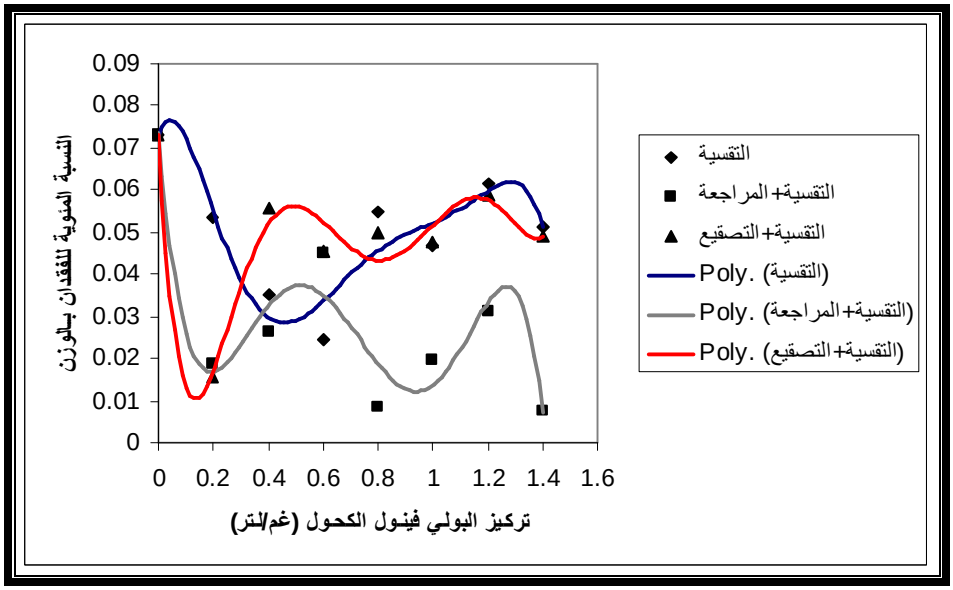
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



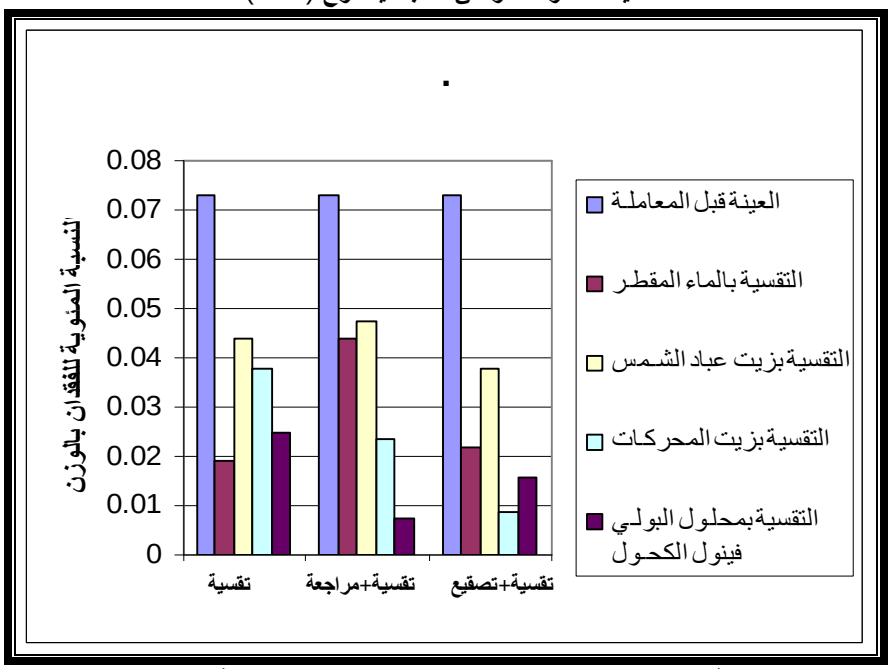


الشكل (3) يوضح بعض صور البنية المجهرية لعينات الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37)
أ- العينة قبل المعاملة، ب- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.2، ج- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.2 +مراجعة، د- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.2 +تصقيع، هـ- تقسية ماء مقطر مع PVA%1.2، و- تقسية ماء مقطر مع PVA%1.4، ز- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.4 +مراجعة، ح- تقسية ماء مقطر مع PVA%1.2 +مراجعة، ط- تقسية ماء مقطر مع PVA%1.4 +مراجعة، ي- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.4 +تصقيع، ك- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.6 +تصقيع، ل- تقسية ماء مقطر مع PVA%1.4 +تصقيع ،م- تقسية ماء مقطر.
* α = فرايت، P = برلايت، γ R = أوستنايت متبقي، LB = باينايت سفلي، TM = مارتنسايت مراجع، M = مارتنسايت، C = كاربيدات.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

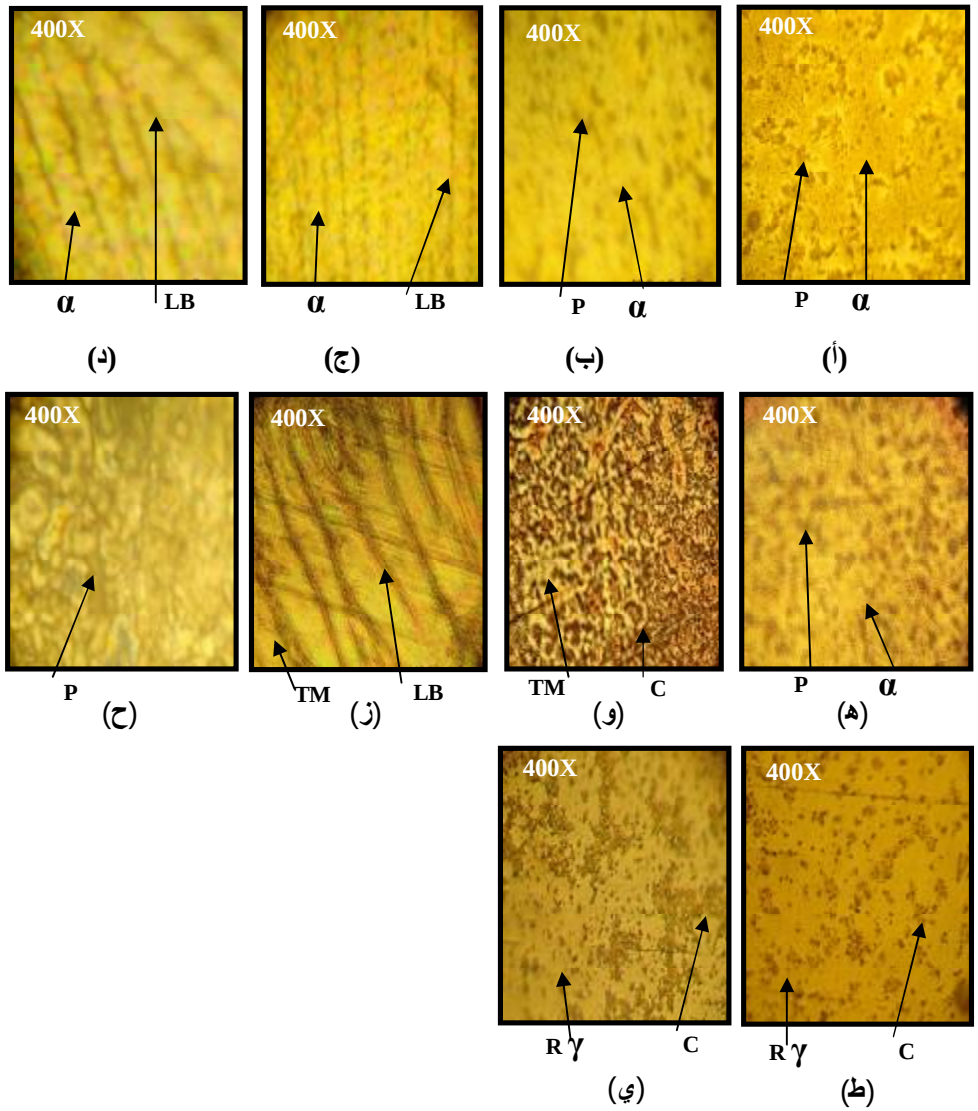


الشكل (4) يبين العلاقة بين تأثير تركيز البولي فينول الكحول على معدل البلى لعينات الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37)



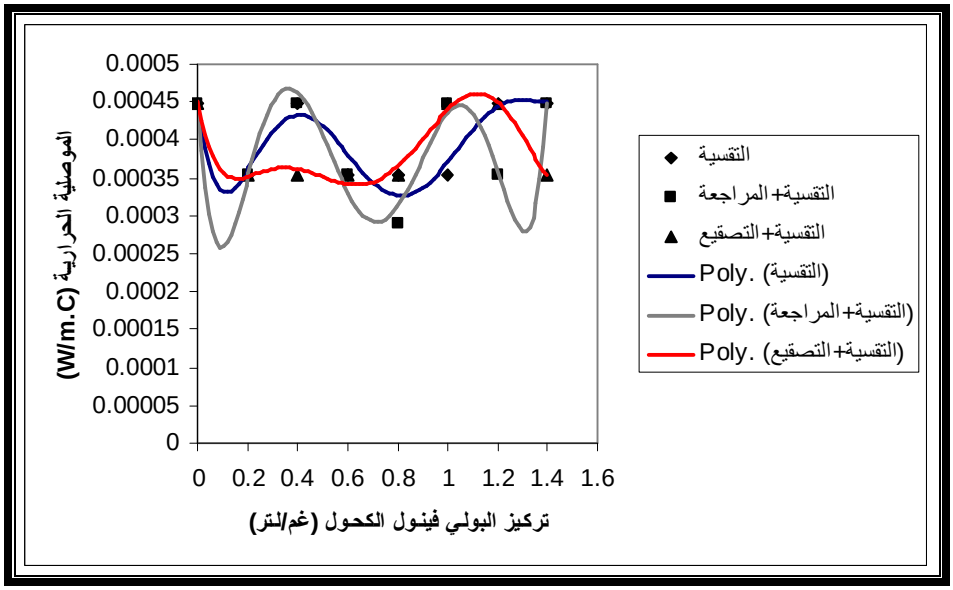
الشكل (5) مقارنة بين معدل البلى لعينات الفولاذ الفولاذ الواطئ السبائكية نوع (St37) المقساة في أوساط التقسية التقليدية ووسط التقسية البوليمري (PVA)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

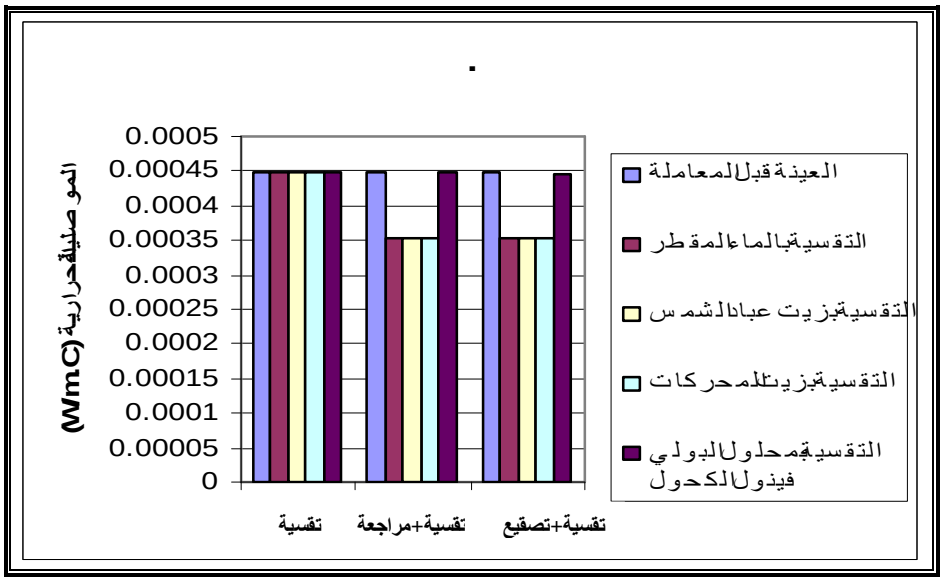


الشكل (6) يوضح بعض صور البنية المجهرية لعينات الفولاذ الواطي السبائكية نوع (St37).
أ- العينة قبل المعاملة، ب- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.6، ج- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.8، د- تقسية ماء مقطر مع PVA%1.2، هـ- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.2+مراجعة، و- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.8+مراجعة، ز- تقسية ماء مقطر مع PVA%1.4+مراجعة، ح- تقسية ماء مقطر مع PVA%0.2+تصقيع، ط- تقسية ماء مقطر، ي- تقسية زيت محركات+تصقيع.
*** α = فرايت، P = برلايت، LB = باينايت سفلي ، C = كاربيدات، TM = مارتنسايت مراجع،**
R γ = أوستنايت متبقي .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

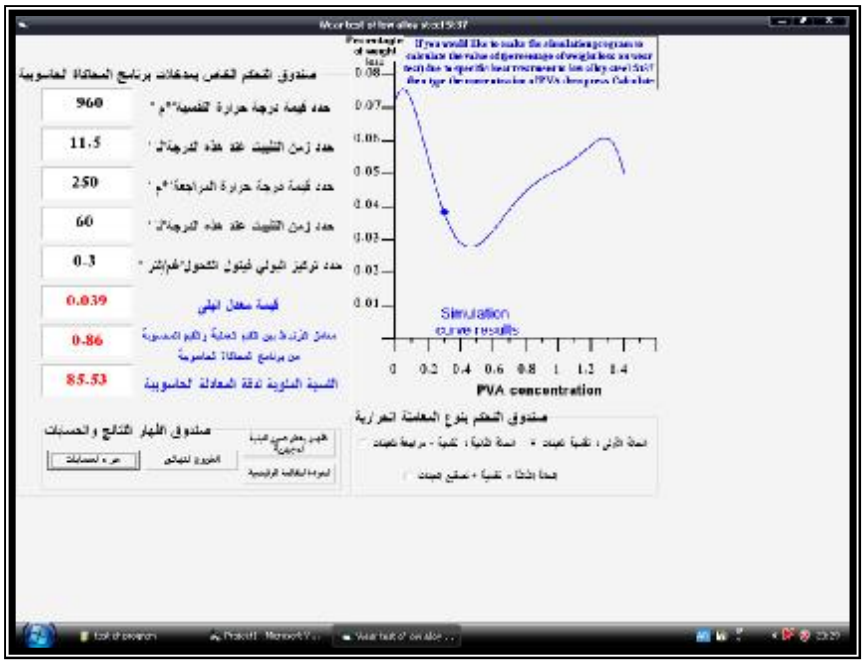


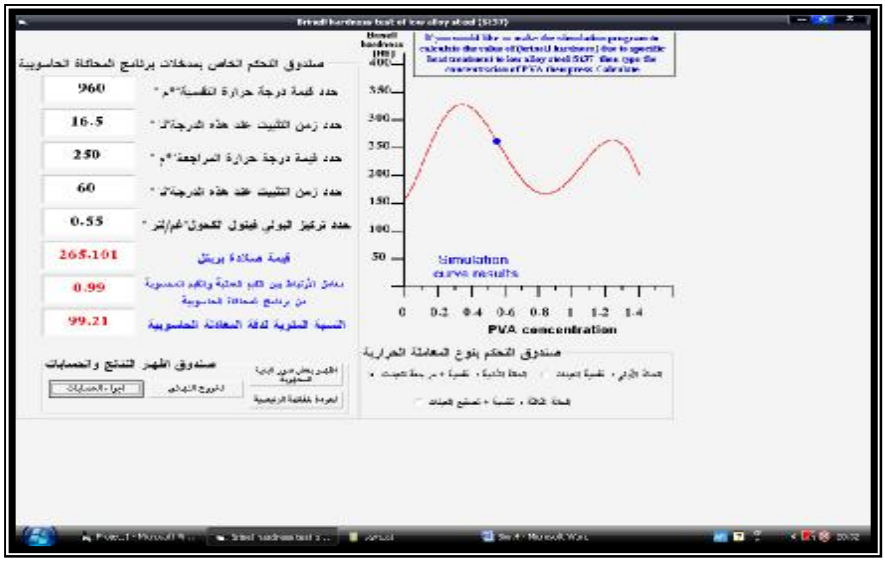
الشكل (7) يبين العلاقة بين تأثير تركيز البولي فينول الكحول على الموصلية الحرارية لعينات الفولاذ الواطي السبائكية نوع (St37)



الشكل (8) مقارنة بين الموصلية الحرارية لعينات الفولاذ الواطي السبائكية نوع (St37) المقساة في أوساط التقسية التقليدية ووسط التقسية البوليمري (PVA)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com





ملحق(A)

شاشات من برنامج المحاكاة توضح كيفية قيام برنامج المحاكاة بإجراء الحسابات وإستخراج النتائج لعينات الفولاذ الواطي السبائكية نوع (St37)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com