

دراسة تأثير أوساط التقسية البوليمرية على بعض الخواص لسبيكة فولاذ العدة السبائكي نوع (X155)

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

تاريخ الاستلام: 2009/2/23

تاريخ القبول: 2009/11/5

الخلاصة

تم في البحث الحالي دراسة تأثير التقسية بالأوساط البوليمرية على بعض الخواص لسبيكة فولاذ العدة السبائكي نوع (X155)، 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 وباستخدام لغة البيسك المرئي "Visual Basic" (VB-6)، حيث كانت عملية المحاكاة وسيلة للتعرف بسلوك خواص العينات عند تراكيز مختلفة من أوساط التقسية البوليمرية التي تقع بين التراكيز المستخدمة في الجانب العملي، بالإضافة إلى الاستفادة 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 Alloyed Tool Steel (X155)

Abstract

This study is concerned with the effect of polymer quenching on some properties of an alloyed tool steel (X155). 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.

المقدمة

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

- أ- معدل تبريد عالي في مدى التحولات الانتشارية 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 التفسية الحديثة نسبياً هي أوساط التفسية البوليمرية، فقد وجد أن هنالك أنواع معينة من البوليمرات العضوية القابلة للذوبان في الماء تحسن من خواص التبريد الخاصة بالماء. ولكون أوساط التفسية 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 الكربون أو العالي السبائكية، والمنتجات ذات العيوب السطحية والحاوية على رافعات الأجهادات [4].

يسمى الفولاذ الكربوني والفولاذ السبائكي ذو المتانة والصلادة ومقاومة البلى المرتفعة بفولاذ العدة. ويستخدم هذا الفولاذ في إنتاج العدد وأدوات القطع "Cutting Tools"، أدوات القياس وقوالب التشكيل (الأسطوانات). ويشكل

الفولاذ سريع القطع مجموعة خاصة من فولاذ العدد ويحتوي على (C 0.7-1.5%) [5]. وقد أكتشف فولاذ العدة لأول مرة في أكلترا عام (1868) من قبل العالم روبرت موشيت "Robert Mushet" عندما لاحظ فجأة أن إضافة كميات كبيرة من التكتستن والمنغنيز إلى الفولاذ تؤدي إلى الحصول على فولاذ يصلد بمجرد تبريده بالهواء "Air hardening"، وتفسير ذلك يتلخص في أن هذه الإضافات تحسن من قابلية الإصلا "Hardenability" للفولاذ لدرجة يكون فيها التبريد بالهواء كافياً لتجنب تكوين البرلايت والباينايت وبذلك يكون المارتنسايت مباشرة [6]. ويصنف فولاذ العدة إلى [5]:-

- أ- فولاذ العدة الكربوني.
 - ب- فولاذ العدة السبائكي.
 - ج- فولاذ العدد ذو القطع السريع.
- وتتضمن عملية تصليد فولاذ العدة التسخين إلى مدى من درجات الحرارة يتراوح ما بين (760-1300)°م وحسب نوع فولاذ العدة ومن ثم التبريد السريع. وتتراوح معدلات التبريد المستخدمة ما بين السريعة جداً (عند التفسية بالماء) والبطيئة جداً (عند التفسية بالهواء) [7].

أما مراجعة فولاذ العدة فتتضمن إعادة تسخين فولاذ العدة المقسى إلى مدى من درجات الحرارة يتراوح ما بين (150-675)°م وحسب نوع فولاذ العدة. وبعد إجراء مراجعة واحدة لفولاذ العدة سوف نحصل على بنية مكونة من مارتنسايت مراجع، مارتنسايت متكون حديثاً من الأوستنايت المتبقي، بعض الأوستنايت المتبقي وكاربيدات لذلك يفضل أحياناً أن نقوم بعملية مراجعة ثانية للمارتنسايت المتكون حديثاً لنحوه إلى مارتنسايت مراجع. أما فولاذ العدة العالي السرعة ذو المحتوى العالي من الكربون فيوصى بإجراء ثلاث عمليات مراجعة له [8].

تعرف المحاكاة بأنها وسيلة أو محاولة للتنبؤ بالخواص ذات الصفات غير المستقرة والمتغيرة للتوصل إلى القرار الأمثل بشأنها. كما يمكن تعريفها بأنها أسلوب رياضي

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 باستخدام الطريقة الوزنية وبدلالة المعادلة التالية [13] :-
$$\text{Wear rate} = ((W_1 - W_2) / W_2) * 100 \%$$

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 باستخدام جهاز قرص لي لقياس الموصلية الحرارية [14].

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 فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) والمستخدم 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 (MATLAB V.7) والبرنامج (Excel-XP) وقد أستخدم هذان البرنامجان من أجل التوصل إلى أفضل المعادلات التي تصف تتبع تغير السلوك الهندسي الخاص بخواص السبيكة (X155) حيث أعتمدت المعادلات التي لها أعلى نسبة مئوية للدقة أي أقل نسبة مئوية للخطأ "Standard error"، أعلى معامل ارتباط للقيم المستخرجة من المعادلة وقيم التجارب الحقيقية "Correlation Factor"، أقل معامل تراجع للمعادلة في تمثيل البيانات المستخرجة بالمقارنة مع النتائج العملية "Regression

يستلزم تنفيذه على الحاسوب الإلكتروني لمعالجة المشاكل التي تتداخل فيها أنواعا معينة من العلاقات الرياضية والمنطقية الضرورية لوصف سلوك أو هيئة نظام لعالم حقيقي واقعي معقد ولفترات زمنية غير محددة [9،10].
وتدخل إستخداماتها في المجالات العسكرية، الطبية، الهندسية، التعليمية، البحرية، إدارة الموارد المالية، بالإضافة إلى المجالات الترفيهية والألعاب [11].

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 والموصلية الحرارية لفولاذ العدة السبائكي نوع (X155)، ومقارنة النتائج مع أوساط التقسية التقليدية الأخرى مثل الماء والزيت.

2- دراسة محاكاة "Simulation" عملية التقسية بالأوساط البوليمرية باستخدام 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 فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) والجدول (1) يبين التركيب الكيماوي النظري لهذه السبيكة [12]، أما الجدول رقم (2) فيبين التركيب الكيماوي 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

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:-

(1-3) فحص الصلادة:-

يوضح الشكل (1) العلاقة بين تركيز البولي فينول الكحول وصلادة برينيل لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) بعد إجراء المعاملات الحرارية والمتمثلة بالتقسية، التقسية ثم المراجعة والتقسية ثم التصقيع. إذ كانت صلادة العينة قبل المعاملة (185.998HB)، وبعد إجراء التقسية فقط ازدادت صلادة العينات بزيادة تركيز البولي فينول الكحول لحين الوصول إلى تركيز (0.8 غم/لتر) الذي تم الحصول عنده على أقصى صلادة، إذ بلغت صلادة برينيل للعينة المقاسة بهذا الوسط (576.225HB) حيث تظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (3-ب) تكون كاربيدات بتركيز عالي مع الأوستنايت المتبقي وهذه الكاربيدات هي كاربيدات العناصر السبائكية مما يعطي صلادة عالية للعينة [15]. وبزيادة تركيز البولي فينول الكحول إلى (1 غم/لتر) إنخفضت الصلادة إلى (499.51HB)، ويعود سبب ذلك وكما هو واضح من البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (3-ج) هو حصول تخشن في حجم الكاربيدات المتكونة مما يؤدي إلى خفض الصلادة. ثم عادت قيمة الصلادة لتزداد عند تركيز (1.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول إذ بلغت (565.47HB) ويعزى ذلك إلى زيادة نسبة الكاربيدات المترسبة وكما هو واضح من البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (3-د). أما عند زيادة تركيز البولي فينول الكحول إلى (1.4 غم/لتر) فقد إنخفضت نسبة الكاربيدات المترسبة وكما هو واضح من البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (3-هـ)، وإن سبب ذلك هو إنخفاض معدل التبريد

للوسط بزيادة تركيز البوليمر مما أدى إلى إنخفاض الصلادة الناتجة [16]. أما بعد عمليتي التقسية ثم المراجعة فمع زيادة تركيز البولي فينول الكحول ازدادت صلادة برينيل لحين الوصول إلى تركيز (0.8 غم/لتر) والذي إنخفضت عنده الصلادة إلى (201.768HB)، وتظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (3-و) تكون بنية من المارتنسايت المراجع والأوستنايت المتبقي مع نسبة قليلة من الكاربيدات مما يؤدي إلى إنخفاض الصلادة. وبزيادة تركيز البولي فينول الكحول إلى (1 غم/لتر) ازدادت الصلادة بعد إجراء عمليتي التقسية والمراجعة، إذ بلغت صلادة العينة المقاسة بهذا الوسط (277.665HB)، حيث تظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (3-ز) زيادة نسبة المارتنسايت المراجع والكاربيدات مما يؤدي إلى زيادة الصلادة. ومع زيادة تركيز البولي فينول الكحول أي بإنخفاض معدل التبريد للأوساط البوليمرية إنخفضت قيم الصلادة بعد إجراء التقسية والمراجعة. أما بعد إجراء عمليتي التقسية ثم التصقيع، يلاحظ إزداد قيم الصلادة بعد زيادة تركيز البولي فينول الكحول لحين الوصول إلى التركيز (0.6 غم/لتر) والذي نتج عنه أعلى صلادة بعد المعاملة بالتقسية والتصقيع، إذ بلغت صلادة العينة المقاسة بهذا الوسط (517.061HB). وتظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (3-ح) ترسب كاربيدات ناعمة وبتركيز عالي مع المارتنسايت مما أدى إلى زيادة الصلادة. أما بزيادة تركيز البولي فينول الكحول أي بإنخفاض معدل التبريد للأوساط البوليمرية المستخدمة فقد إنخفضت قيم الصلادة الناتجة وكما هو واضح من البنية المجهرية حيث يلاحظ تخشن في حجم الكاربيدات بعد التقسية بالوسط البوليمري الحاوي على (0.8 غم/لتر) من البولي فينول الكحول مما أدى إلى خفض الصلادة، كما ويلاحظ إنخفاض نسبة الكاربيدات المترسبة عند التقسية في الوسط البوليمري الحاوي على (1 غم/لتر) من البولي فينول الكحول وأدى ذلك إلى خفض الصلادة

أكثر. أما برفع نسبة البولي فينول الكحول إلى (1.2 غم/لتر) فقد ازدادت قيمة الصلادة إلى (501.069HB) حيث تظهر البنية المجهرية للعينة المقساء بهذا الوسط إزداد نسبة الكاربيدات المترسبة ومن الواضح أن نسبتها تفوق نسبة المارتنسايت أو الأوستنايت المتبقي. أما الشكل (2) فيوضح مقارنة بين الوسط البوليمري الذي أعطى أعلى صلادة وأوساط التقسية التقليدية المستخدمة والمتمثلة بالماء المقطر، زيت المحركات وزيت عباد الشمس بعد إجراء المعاملات الحرارية الثلاثة.

(3-2) فحص معدل البلى:-

يوضح الشكل (4) العلاقة بين تركيز البولي فينول الكحول والنسبة المئوية للفقدان بالوزن لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) بعد إجراء المعاملات الحرارية الثلاثة والمتمثلة بالتقسية، التقسية ثم المراجعة والتقسية ثم التصقيع. إذ كانت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة قبل معاملتها حرارياً (0.0512)%. وبعد إجراء التقسية فقط ازدادت مقاومة البلى لتبلغ أقصاها عند التقسية في الوسط البوليمري الحاوي على (0.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول إذ بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساء بهذا الوسط (0.0302)%. وتظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-ب) تكون كاربيدات بتركيز عالي مع الأوستنايت المتبقي مما يعطي مقاومة عالية للبلى مع صلادة عالية أيضاً. ومع زيادة تركيز البولي فينول الكحول فقد إنخفضت مقاومة البلى ويعزى ذلك نتيجة إلى زيادة لزوجة الوسط البوليمري وبالتالي إنخفاض معدل التبريد وقد بلغت أقل مقاومة للبلى عند التقسية بالوسط البوليمري الحاوي على (1.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، إذ بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساء بهذا الوسط (0.0532)%. ويعود سبب ذلك أيضاً وكما هو واضح من البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-ج) إلى إنخفاض نسبة الكاربيدات المترسبة. أما بعد إجراء التقسية ثم المراجعة فقد ازدادت مقاومة البلى عند التقسية بالوسط البوليمري الحاوي

على (0.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول وبلغت أقصاها عند تركيز (0.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول إذ بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساء بهذا الوسط (0.0303)%. وتظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-د) تكون بنية من الكاربيدات الناعمة والمارتنسايت المراجع. أما بزيادة تركيز البولي فينول الكحول إلى (0.6 غم/لتر) فقد إنخفضت مقاومة البلى من جديد وبلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساء بهذا الوسط (0.0371)%. ويعود سبب ذلك وكما هو واضح من البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-هـ) إلى إنخفاض نسبة الكاربيدات المترسبة. وبزيادة تركيز البولي فينول الكحول فقد بدأت مقاومة البلى بالإزداد من جديد وبلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساء في الوسط البوليمري الحاوي على (1.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول (0.0306)%. حيث يظهر من البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-و) إزداد نسبة الكاربيدات المترسبة مما يؤدي إلى زيادة مقاومة البلى. أما بعد معاملتي التقسية ثم التصقيع فقد ازدادت مقاومة البلى بشكل كبير بعد التقسية في الوسط البوليمري الحاوي على (0.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول إذ بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساء بهذا الوسط (0.0191)%. وتظهر البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-ز) تكون كاربيدات ناعمة ولكن بزيادة تركيز البولي فينول الكحول إلى (0.4 غم/لتر) حدث تخشن في الكاربيدات المتكونة وكما هو واضح من البنية الجهرية للعينة المقساء في هذا الوسط والمبينة في الشكل (6-ح)، مما أدى إلى إنخفاض كل من قيمتي الصلادة ومقاومة البلى. أما أعلى مقاومة بلى فقد كانت بعد إجراء التقسية ثم التصقيع وعند إستخدام الوسط البوليمري الحاوي على (0.6 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، إذ بلغت النسبة المئوية للفقدان بالوزن للعينة المقساء بهذا الوسط (0.0119)%. وتطابق ذلك مع إزداد الصلادة بعد إجراء نفس المعاملة الحرارية. حيث تُظهر

البنية المجهرية لهذه العينة والمبينة في الشكل (6-ط) زيادة نسبة الكاربيدات المترسبة مما أدى إلى زيادة كل من الصلادة ومقاومة البلى. ويزيادة تركيز البولي فينول الكحول أكثر فقد أدى ذلك إلى إنخفاض مقاومة البلى لتصل النسبة المئوية للفقدان في الوزن عند التغطية في الوسط البوليمري الحاوي على (1.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول إلى (0.0305%) ويلاحظ من البنية المجهرية للعينة المقاسة في هذا الوسط والمبينة في الشكل (6-ي) إنخفاض نسبة الكاربيدات مع حدوث تخشن في حجوم هذه الكاربيدات. ويوضح الشكل (5) مقارنة بين تأثير الوسط البوليمري والذي نتج عنه أعلى مقاومة بلى وأوساط التغطية التقليدية المستخدمة والمتمثلة بالماء المقطر، زيت المحركات وزيت عباد الشمس، حيث لوحظ بأن أوساط التغطية البوليمرية المستخدمة كانت أفضل من أوساط التغطية التقليدية في الحصول على أعلى مقاومة بلى.

(3-3) فحص الموصلية الحرارية:-

يوضح الشكل (7) العلاقة بين تأثير تركيز البولي فينول الكحول على الموصلية الحرارية لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) بعد إجراء المعاملات الحرارية والمتمثلة بالتغطية، التغطية ثم المراجعة والتغطية ثم التصقيع. بعد إجراء التغطية وكما يلاحظ في الشكل (7) سُجلت أفضل موصلية حرارية بعد التغطية في الوسط البوليمري الحاوي على (1.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول. إذ بلغت الموصلية الحرارية (0.000449) واط /م.م° وبالتالي ازدادت الموصلية الحرارية بنسبة (27.556%) مقارنة بالموصلية الحرارية للعينة الأساس والبالغة (0.000352) واط /م.م° وبمقارنة هذا الوسط مع أوساط التغطية التقليدية المستخدمة والمتمثلة بالماء المقطر، زيت المحركات وزيت عباد الشمس وكما هو واضح في الشكل (8) فقد أعطت التغطية في الماء المقطر أفضل موصلية حرارية، إذ بلغت (0.000604) واط /م.م° وبالتالي زادت الموصلية الحرارية بنسبة (71.590%) مقارنة بالموصلية الحرارية

للعينة الأساس. أما بعد إجراء التغطية ثم المراجعة لنفس السبكة كما يلاحظ في الشكل (7) فإن أعلى موصلية حرارية سُجلت كانت بعد التغطية في الوسط البوليمري الحاوي على (1.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، إذ بلغت (0.000607) واط /م.م° وبالتالي زادت الموصلية الحرارية بنسبة (72.443%) مقارنة بالموصلية الحرارية للعينة الأساس. وإذا ما قورنت هذه النتيجة مع أوساط التغطية التقليدية المستخدمة وكما هو واضح في الشكل (8) نجد أن المعاملة في الوسط البوليمري كانت أفضل من أوساط التغطية التقليدية. كما يوضح الشكل (7) أيضا المعاملة الحرارية والمتمثلة بالتغطية ثم التصقيع، ويلاحظ من الشكل إن الأوساط البوليمرية الحاوية على (0.4 غم/لتر)، (0.6 غم/لتر) و(1.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول أعطت أعلى موصلية حرارية، إذ بلغت الموصلية الحرارية للعينات المقاسة في هذه الأوساط (0.000449) واط /م.م° وبالتالي زادت الموصلية الحرارية بنسبة (27.556%) مقارنة بالموصلية الحرارية للعينة الأساس. وبالمقارنة مع أوساط التغطية التقليدية المستخدمة وكما هو واضح في الشكل (8) نجد أن العينة المقاسة في زيت المحركات كانت لها موصلية حرارية أعلى، إذ بلغت موصليتها الحرارية (0.000607) واط /م.م° وبالتالي زادت الموصلية الحرارية بنسبة (72.443%) مقارنة بالموصلية الحرارية للعينة الأساس.

(3-4) نتائج المحاكاة:-

أظهرت نتائج برنامج المحاكاة بلغة البيسك المرئي (Visual Basic) لكل من المعاملات الحرارية والمتمثلة بالتغطية، التغطية ثم المراجعة، والتغطية ثم التصقيع والفحوصات لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155)، 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 التغطية، التغطية ثم المراجعة أو التغطية ثم التصقيع. بعدها سوف يقوم

كانت باستخدام الماء المقطر كوسط تفسية، وبعد المعاملة بالتفسية ثم المراجعة كانت باستخدام الوسط البوليمري الحاوي على (1.2 غم/لتر) من البولي فينول الكحول أما بعد المعاملة بالتفسية ثم التصقيع فكانت باستخدام زيت المحركات كوسط تفسية.

المصادر :-

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

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

[3] - "Specific heat" Internet site, [http://www.wikipediafreeencyclopedia.org/wiki/specific heat](http://www.wikipediafreeencyclopedia.org/wiki/specific_heat), 17/12/2006.

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

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

[6] - O.M.Becker, "High speed steels", Mc Graw Hill, N.Y., 1970.

[7] - "Hardening and Tempering of Engineering steels", Internet site, <http://www.chta.co.uk>, 1996.

[8] - "Heat treating of tool steel", Internet site, <http://www.Uddeholm.com>, 2006.

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

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

[11] - "Simulation", Internet Site, <http://www.wikipediafreeencyclopedia.htm>, 12/2/2008.

البرنامج برسم المنحني الخاص بالمعاملة وإجراء الحسابات كما ستظهر لنا النتائج المطلوبة مع تسقيط نقطة على المنحني تمثل التركيز المدخل للبولي فينول الكحول، حيث حددنا البرنامج بتركيز يتراوح ما بين (0 - 1.4 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، وبذلك يقوم برنامج المحاكاة أيضاً بالتنبؤ بنتائج الفحوصات في حالة التفسية باستخدام أوساط بوليمرية بتركيز تقع بين التراكيز المستخدمة في الجانب العملي والملحق (A) يوضح بعض شاشات البرنامج.

4- الإستنتاجات :-

أ- بعد إجراء فحص الصلادة لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) تم الحصول على أفضل صلادة بعد المعاملة بالتفسية فقط وباستخدام الوسط البوليمري الحاوي على (0.8 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، إذ بلغت النسبة المئوية للزيادة بالصلادة (210%) وكانت بحدود (576.225HB). بينما أقل صلادة كانت بعد المعاملة بالتفسية ثم المراجعة وباستخدام الوسط البوليمري الحاوي على (0.8 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، حيث بلغت النسبة المئوية للزيادة بالصلادة (8%) وكانت بحدود (201.768HB).

ب- بعد إجراء فحص معدل البلى لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) تم الحصول على أعلى مقاومة بلى بعد المعاملة بالتفسية ثم التصقيع وباستخدام الوسط البوليمري الحاوي على (0.6 غم/لتر) من البولي فينول الكحول، إذ بلغت نسبة الزيادة (77%) وكانت نسبة الفقدان في الوزن بحدود (0.0119%). بينما أقل مقاومة بلى تم الحصول عليها بعد المعاملة بالتفسية ثم المراجعة وباستخدام زيت عباد الشمس كوسط تفسية حيث بلغت النسبة المئوية للانخفاض في مقاومة البلى (12%) وكانت نسبة الفقدان بالوزن بحدود (0.0572%).

ج- بعد إجراء فحص الموصلية الحرارية لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155)، بلغت أقصى نسبة للزيادة في الموصلية الحرارية بعد إجراء المعاملات الحرارية الثلاثة (72%). حيث بعد المعاملة بالتفسية

[15]- "Houhgton on Quenching",
Internet Site,
<http://www.dfoggknives.com/pdf/Houhgton-on-quenching.pdf>. 2007.
[16]- G.E.Totten, L.C.F.Canale,
"Polymer Quenchants", Encyclopedia
of Materials Science and Technology,
ISBN: 0-08-043152-6, 2005, pp. 1-11.

[12]- G.A. Roberts and R.A. Cary, Tool
Steels, Fourth edition, "American
Society For Metals", 1980.

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

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

الجدول (1) يبين التركيب الكيميائي % لفولاذ العدة السبائكي نوع (X155) [12]

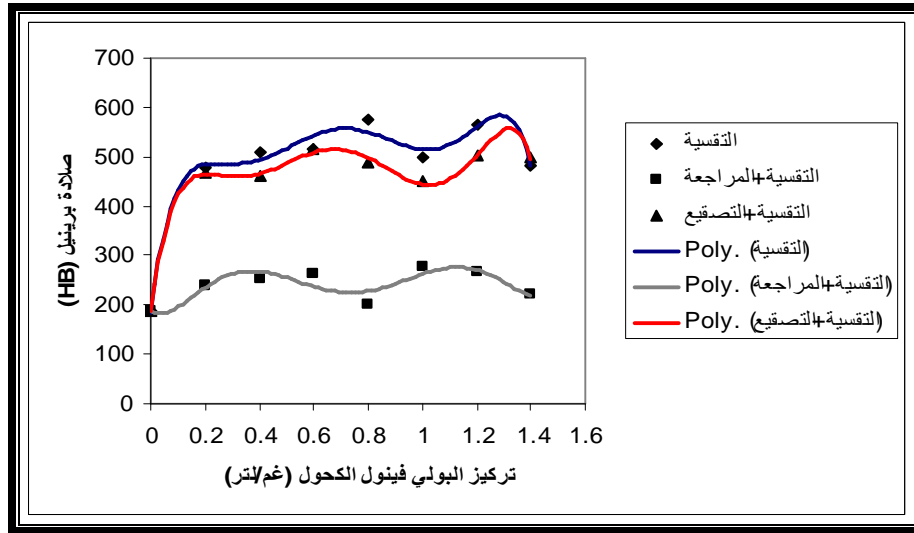
C%	Si%	Mn%	Cr%	V%	Mo%
1.5-1.6	0.2-0.5	0.2-0.5	11-13	0.75-1.1	0.6-1

الجدول (2) يبين التركيب الكيميائي % المحسوب لفولاذ العدة السبائكي نوع (X155)

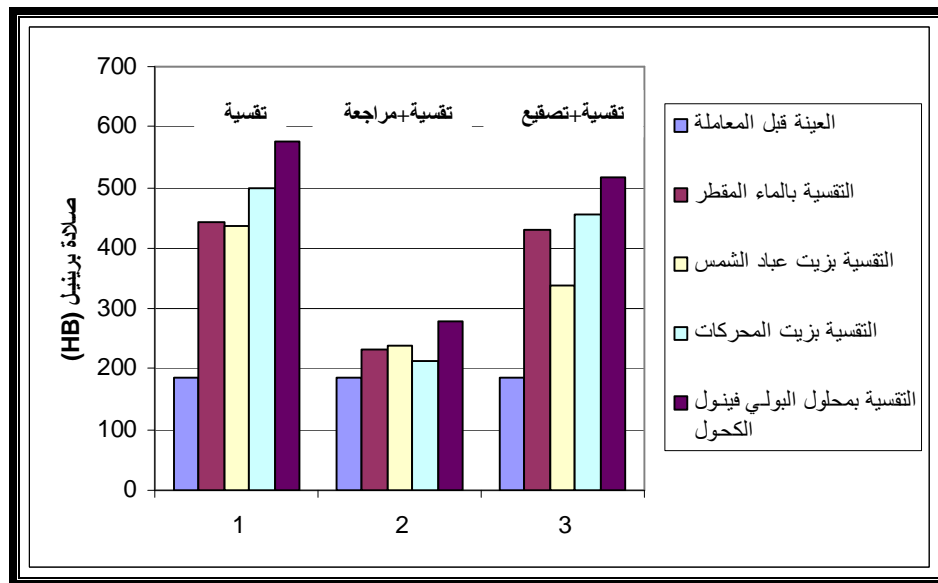
C%	Si%	Mn%	Cr%	V%	Mo%
1.6	0.48	0.323	12.8	0.553	0.6

الجدول (3) يبين تفاصيل المعاملات الحرارية لسبيكة فولاذ العدة السبائكي نوع (X155)

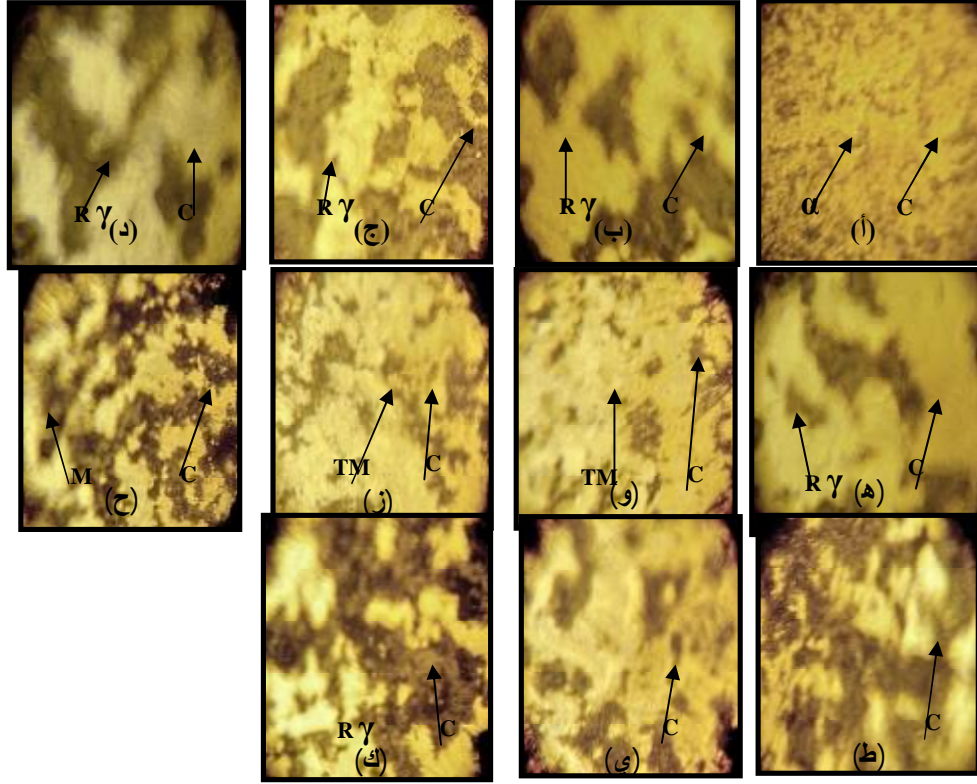
درجة حرارة التقسية	زمن التثبيت	أوساط التقسية	درجة حرارة المراجعة	زمن التثبيت	وسط التبريد	درجة حرارة التصقيع	زمن التثبيت
(875) °م	(11.5) دقيقة	ماء مقطر. زيت عباد الشمس. زيت محركات. محلول البولي فينول الكحول.	(150) °م	(1) - ساعة لعينات البلي. (1) - ساعة لعينات الموصلية	الهواء	- 17 °م	(48) ساعة



الشكل (1) يوضح العلاقة بين تأثير تركيز البولي فينول الكحول على صلادة برينيل لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155)

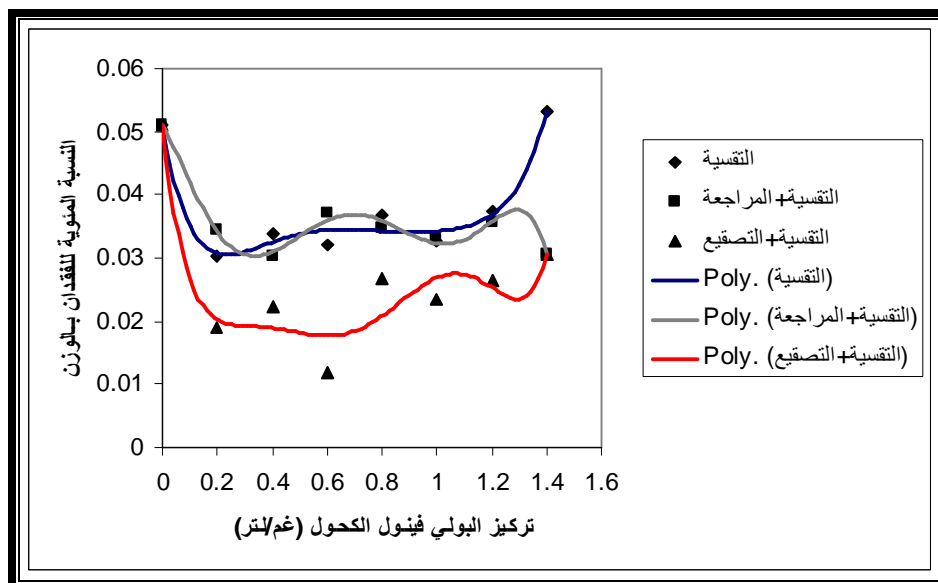


الشكل (2) مقارنة بين صلادة برينيل لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) المقاسة في أوساط التغطية التقليدية ووسط التغطية البوليمري (PVA)

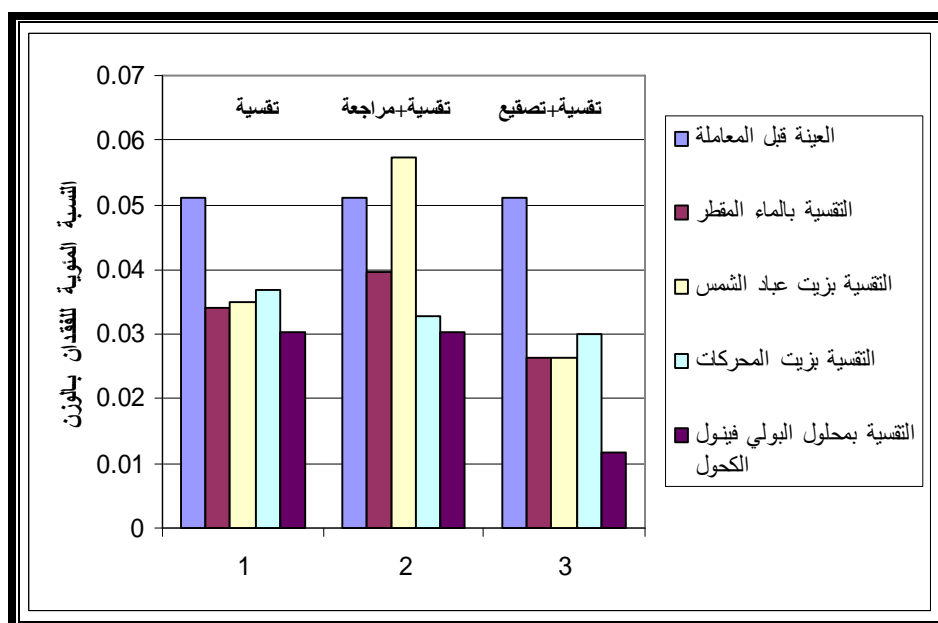


الشكل (3) يوضح بعض صور البنية المجهرية لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155).

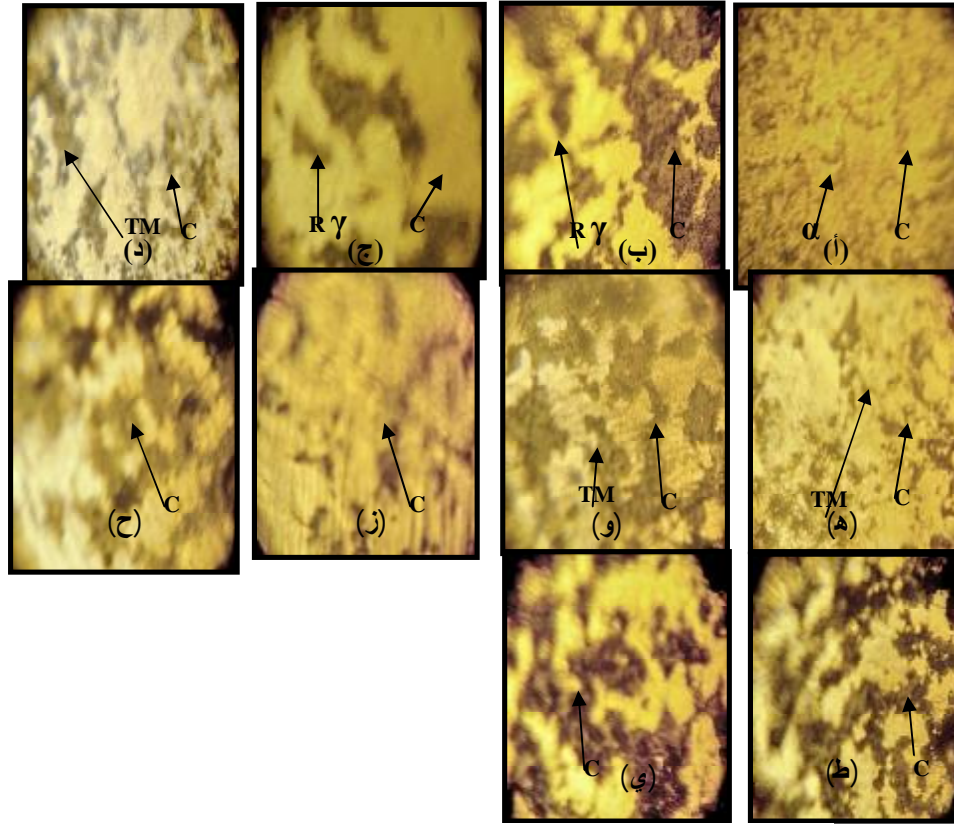
أ- العينة قبل المعاملة، ب- تفسية ماء مقطر مع 0.8% PVA، ج- تفسية ماء مقطر مع 1% PVA، د- تفسية ماء مقطر مع 1.2% PVA، هـ- تفسية ماء مقطر مع 1.4% PVA، و- تفسية ماء مقطر مع 0.8% PVA + مراجعة، ز- تفسية ماء مقطر مع 1% PVA + مراجعة، ح- تفسية ماء مقطر مع 0.6% PVA + تصقيع، ط- تفسية ماء مقطر مع 0.8% PVA + تصقيع، ي- تفسية ماء مقطر مع 1% PVA + تصقيع، ك- تفسية ماء مقطر مع 1.2% PVA + تصقيع
* C = كربيدات، α = فرايت، R γ = أوستنايت متبقي، TM = مارتنسايت



الشكل (4) يبين العلاقة بين تأثير تركيز البولي فينول الكحول على معدل البلى لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155)

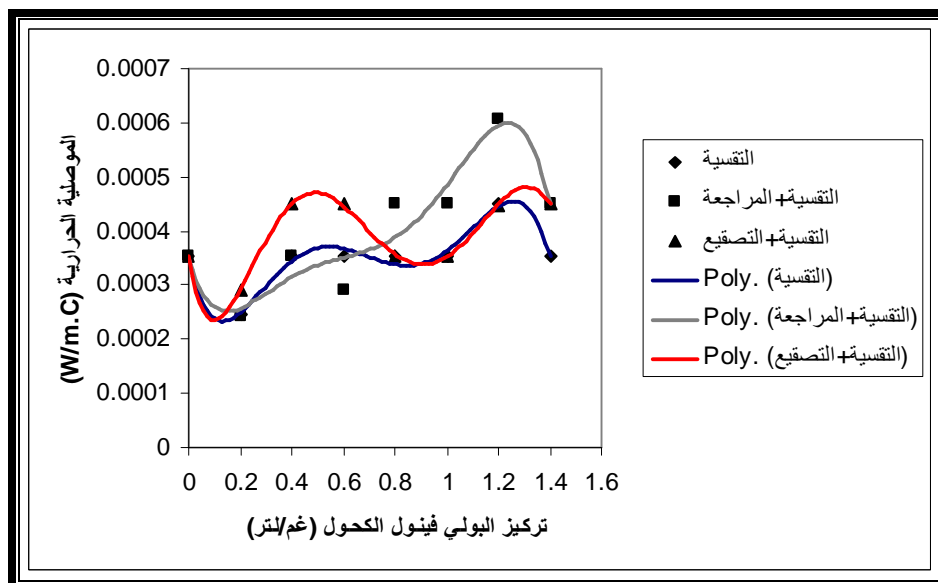


الشكل (5) مقارنة بين معدل البلى لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) المقاسة في أوساط التفسية التقليدية ووسط التفسية البوليمري (PVA)

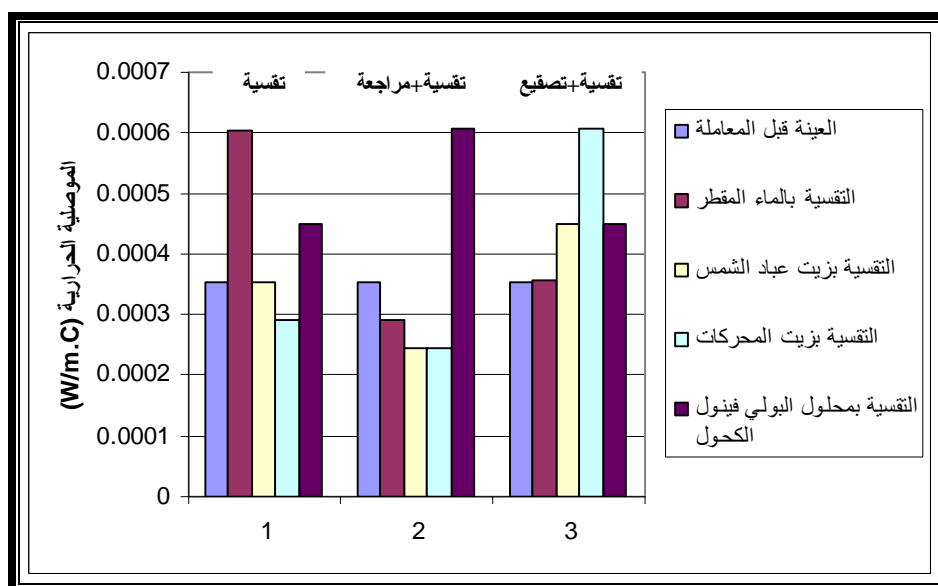


الشكل (6) يوضح بعض صور البنية المجهرية لعينات فولاذ العدة
السبائكي نوع (X155)

ا-العينة قبل المعاملة، ب- تقسية ماء مقطر مع 0.2% PVA، ج-
تقسية ماء مقطر مع 1.4% PVA، د- تقسية ماء مقطر مع
0.4% PVA + مراجعة، هـ- تقسية ماء مقطر مع 0.6% PVA +
مراجعة، و- تقسية ماء مقطر مع 1.4% PVA + مراجعة، ز- تقسية
ماء مقطر مع 0.2% PVA + تصقيع، ح- تقسية ماء مقطر مع
0.4% PVA + تصقيع، ط- تقسية ماء مقطر مع 0.6% PVA +
تصقيع، ي- تقسية ماء مقطر مع 1.4% PVA + تصقيع. * C =
كاربيدات، α = فرايت، R γ = أوستنايت متبقي، TM = مارتنسايت
مراجع.



الشكل (7) يبين العلاقة بين تأثير تركيز البولي فينول الكحول على الموصلية الحرارية لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155)



الشكل (8) مقارنة بين الموصلية الحرارية لعينات فولاذ العدة السبائكي نوع (X155) المقاسة في أوساط التفسية التقليدية ووسط التفسية البوليمري (PVA)



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