

## دراسة تأثير المعاملات الحرارية على الخواص الميكانيكية لمسبوكة فولاذ منخفض السبائكية

حاتم عبد حسن

مدرس مساعد

المعهد التقني بعقوبة/ العراق

(الاستلام:-٢٠١٢/٤/١٢، القبول:-٢٠١٢/١١/١٣)

### الخلاصة

تم في هذا البحث تحديد درجة حرارة بدء ونهاية التحول للأطوار و لمعدلات تسخين وتبريد مختلفة وحساب فترة التحول لكل حالة وتم استخدام جهاز التمدد الحجمي ( Dilatometer test ) لذلك ولمسبوكة مكافئة للسبيكة DIN ١,٢٠٦٧ و تم دراسة سلوك الكلال والشد والصدمة و الصلادة لأربعة مجاميع اختبار هي المسبوكة وثلاث مجموعات معاملة حراريا . التقسية بالماء , التقسية بالماء والمراجعة عند (٢٦٠°C) , التقسية بالماء والمراجعة عند (٦٢٠°C) و أجريت اختبارات الكلال بتأثير أحمال ثابتة السعة لعينات قياسية اسطوانية الشكل باستخدام الجهاز الدوار وبنسبة إجهاد (R = -١) وعينات قياسية لاختبار الشد والصدمة و أظهرت النتائج إن المعاملة الحرارية تزيد عمر الكلال للعينات المقاسة بالماء والمراجعة مقارنة مع للمصبوبة الأصلية وكذلك يتحسن (يرتفع حد) إجهاد الخضوع و الكسر و متانة الصدمة والصلادة و أفضلها التقسية بالماء والمراجعة عند (٢٦٠°C).

### المقدمة

استخدام سكراب الهياكل المحطمة والمحركات وصناديق التروس ومعدات النقل والتعليق و المعدات الأخرى و فضلات الإنتاج للفولاذ الكربوني لإنتاج السبيكة المكافئة للسبيكة القياسية (DIN ١,٢٠٦٧) و تم تحديد الخواص الميكانيكية وفهم سلوكها قبل وبعد التعامل الحراري لبناء أسس نظرية وتطبيقية للمهندسين والفنيين بغية توسيع القاعدة العلمية والتطبيقية لديهم في هذا المجال وتوظيفها في القطاع الصناعي لبيان المجال الذي يمكن للسبيكة DIN ١,٢٠٦٧ أن تستخدم فيه و تحديد معدل التبريد والتسخين المناسبين للحصول على الأطوار والبنية المجهرية المرغوبة ومن ثم وضع برنامج المعاملة الحرارية المناسبة للحصول على الخواص والمواصفات المطلوبة . وان من العوامل المهمة في الصناعة هو تحسين متانة الشد و متانة الخضوع والاهم هو متانة الكلال للأجزاء المصنعة من السبيكة المكافئة للسبيكة القياسية DIN ١,٢٠٦٧ حيث تركيز الإجهاد عند أجزاء المكائن مثل عمود المرفق - الأجزاء الدوارة الأخرى - الحزوز (Filllets) - مجرى الخابور (key-way) - أسنان اللوالب (Screw thread) - توافقات الكبس (Press fits) في القوالب و الثقوب (holes) [ يؤدي إلى فشل الكلال لاحتوائها على مواقع تسبب تركيز الإجهاد . و تتخذ عدة طرق لتحسين مقاومة

الكلل في مثل هذه الأجزاء ومنها:- المعاملات الحرارية والمعاملات السطحية و تجنب معدلات التبريد والتسخين السريعة التي تسبب تشقق كذلك الحد من التسخين ألموقعي الناتج من عملية التجليخ وفقدان الكربون Decarburization و إجراء المعاملات الحرارية الكيميائية السطحية كالكربنة و النتردة و كاربونتردة و تكوين طبقة صلدة (١,٢,٣,٤). حيث وجد أن الكربنة الغازية للصلب الكربوني (٠,١٦C) عند درجة حرارة (٩٢٥°C) وزمن (٤hr) يؤدي إلى تحسين مائة الكلل بنسبة (٥٤%) مقارنة بالمعدن الأساس<sup>(٥)</sup>. كذلك تقليل مراكز الإجهاد من خلال التصميم المثالي للأجزاء و الحد من العيوب المجهرية والمسامية الدقيقة Microporosity والشوائب inclusion وغيرها بالتصميم الأمثل للمصببات و المغذيات<sup>(٣, ٤)</sup>. وان تجنب مراكز الإجهاد التي تحدث عن طريق التشغيل كالحشونة السطحية (Surface Roughness) من خلال الإنهاء السطحي الجيد و بتوليد اجهادات انضغاطية والتي على السطح بقذفه بكرات معدنية بقطر (٠,١mm) بسرعة عالية بحيث تولد اجهادات انضغاطية بعمق يتراوح بين (٠,٥- ٠,٢٥) من قطر الجزء المقذوف به . وهناك ما فيه الكفاية من الطرق المنشورة في إجراء المعاملات الحرارية الكيميائية لزيادة سعة الأحمال للتراكيب المعدنية للمواد<sup>(٧, ٦)</sup>. فقد وجد من خلال منحنيات (S, N) للعينات المحززة وغير المحززة و إن انخفاض مقاومة الشد يؤدي إلى انخفاض مقاومة الكلل ويمكن تعيين معامل الكلل أحملي (Kf) الذي يمثل النسبة بين حد الكلل للعينات غير المحززة و حد الكلل للعينات المحززة حيث قيمتها متغيرة مع كل من خطوة الحز و نوعه و نوع التحميل<sup>(٣, ٨, ٩)</sup> .

### إجراءات البحث العملية.

#### الاختبارات والنتائج

١- التحليل الكيميائي: - تم تحضير عينة مناسبة الأبعاد لمعرفة التركيب الكيميائي بجهاز التحليل الطيفي (Spectrometer) وبيين الجدول (١) نتيجة التحليل الفعلي للمصبوبة المستخدمة و هي مكافئة للسبيكة DIN ١,٢٠٦٧ حسب المواصفة الألمانية.

تم تحضير أربعة مجاميع من العينات القياسية لاختبار الشد والصدمة وفق المواصفة اليابانية القياسية (- JIS ١٠-٢٢٠١-Z) و (- JIS ١٠-٢٢٠٢-Z) على التوالي<sup>(١٠)</sup> و أربعة مجاميع أخرى (تسع عينات لكل مجموعة) لاختبار الكلل وقد صنفنا العينات وفق جدول (٢).

#### ٣- اختبار الكلل (Fatigue test)

اختبرت أربعة مجاميع (تسع عينات لكل مجموعة) لمعرفة منحنى ( الإجهاد - عدد الدورات) على جهاز اختبار الانحناء الدوار (PNN Rotary Bending Machine) بنسبة إجهاد R = -١ وكانت النتائج كما موضحة في الجدول (٣) و شكل - ١ - منحنى الإجهاد - عدد الدورات للمجاميع الأربعة لاختبار الكلل

#### ٤ - اختبار الشد

تم تصنيع عينات اختبار الشد وفق المواصفة القياسية اليابانية (J IS-Z-٢٢٠١) و إن الهدف من إجراء اختبار الشد هو حساب مقاومة الشد القصوى و كذلك أجهاد الخضوع والاستطالة النسبية, حيث يكون الحمل المسلط تدريجي حيث أن:

$$\sigma_f = \frac{\text{Force Frucure}}{\text{Area}} = \frac{P}{A_o} \quad (1) \quad \text{إجهاد الكسر (fracture stress) :- (1)}$$

$$\sigma_y = \frac{\text{Forcee}}{\text{Area}} = \frac{P_y}{A_o} \quad (2) \quad \text{إجهاد الخضوع (Yield Stress) :- (2)}$$

(Offset method) <sup>(١١)</sup>, <sup>(١٢)</sup>.

(Ductility) :- قابلية المادة على التشويه بعد تجاوز حد المرونة والمعادن المطيلية لها القابلية العالية على الطرق و

تقاس المطيلية بدلالة الاستطالة النسبية كما في المعادلة الآتية . (٣)  $Ductility = \frac{Lf - Lo}{Lo} \times 100$

و التقلص بالمساحة كما في المعادلة الآتية (١١) , (١٢) . (٤)  $Ductility = \frac{Ao - Af}{Ao} \times 100$

و للمواد المطيلية قيمة خاصية المطيلية لها أكثر من ٥% إذ هذه المواد تقاوم الأحمال المتكررة و إذا قلت عن هذه النسبة فإنها مواد هشة (Brittle material) ولكي تتحمل المواد الأحمال المتكررة بشكل كبير فان خاصية المطيلية يجب أن تكون أكثر من ١٢%. (١٣) ونتائج إجهاد الكسر (fracture stress) و إجهاد الخضوع (Yield Stress) و (Ductility) بدلالة الاستطالة النسبية في جدول (٤)

الصلادة (Hardness): و تعطى صلادة فيكرز وفق العلاقة الآتية:  $[HV = 1.8544 \frac{P}{d^2} [kg/mm^2]] - ٥$  (١٠)

P: الحمل المطبق [Kg] . d: متوسط قطر الأثر الذي يتركه الهرم [mm]. الحمل المطبق أثناء الاختبار يساوي ٢ kg

و نتائج الصلادة بطريقة فيكرز في جدول (٤)

#### ٦- اختبار الصدمة Impact test

و تم اختبار الصدمة بطريقة (V-Charpy) لمجاميع العينات الأربعة المصنفة حسب نوع التعامل الحراري قبل وبعد التعامل الحراري وللعينات مصنعة وفق المواصفة اليابانية (JIS-Z-٢٢٠٢-١٠) و نتائج اختبار الصدمة بطريقة (V-Charpy) في جدول (٤). (١٠)

#### ٧- اختبار التركيب المجهرى (Microstructure composition)

بعد إجراء المعاملات الحرارية للعينات المعدة لإظهار التركيب المجهرى تم إظهار التركيب المجهرى عبر ثلاثة مراحل وكما يأتي:-

أ عملية التنعيم :- استخدم ورق تنعيم كربيد السيلكون قياس (٣٢٠٠،٥٠٠،٨٠٠،١٠٠٠،١٢٠٠،٢٠٠٠) (حبيبه/انج<sup>٢</sup>) وباستخدام أجهزة التنعيم الميكانيكية.

ب عملية الصقل :- أجريت عملية الصقل باستخدام مادة الالومينا مع القماش الخاص والماء سائل تبريد.

ج عملية الإظهار :- تم استخدام محلول الإظهار المكون من ٢% حامض النتريك (HNO<sub>3</sub>) و ٩٨% كحول.

#### ٨- تحديد الأطوار

تم استخدام جهاز ( Dilatometer type ٤٠٢ ES ٣/٦) والذي يمكن أن تختبر فيه عينات اسطوانية أقطارها (٣ - ١٤ mm) و طولها (٢٥ - ٥٠ mm) وتم اختبار عينات بقطر ( ٥,٥<sup>±٠,١</sup> mm ) و بطول (٥,٥<sup>±٠,٥</sup> mm) وعدد (١٢) عينة ومدى الجهاز الحراري (١٥٥٠ - ٠) ومدى التمدد ( ٦,٢٣٣ mm - ٠,١١) . و اجري الاختبار لمعدلات تبريد تسخين مختلفة وتم فحص الأطوار لعينات مسندة و باستخدام المجهر الإلكتروني لفحص الصلادة للأطوار ( Micro hardness) و تحسب صلادة فيكرز وفق العلاقة (٥) و الحمل المطبق أثناء الاختبار يساوي ٤٠٠ gr و تم تحديد الأطوار وفق الصلادة والتمدد الحجمي مسجلة في جدول (٥)

#### ٩- مناقشة النتائج

للعينات المختبرة بجهاز ( Dilatometer type ٤٠٢ ES ٣/٦) ( للمسبوكة المكافئة للسبيكة DIN ١,٢٠٦٧ ) ومن التمدد الحجمي الذي تعطيه قراءة الجهاز صلادة الأطوار وتركيبها المجهرى يمكن الاستدلال إن استخدام معدل تسخين (٢°C/min) تحصل بداية تحول الفريت و البيرلايت إلى الأوستنايت (٧٤٧°C) ونهايته (٨٢٥°C) و لفترة ( ٣٧,٥ min) ولمدى حراري (٧٥°C) وعند التبريد بنفس المعدل فان بداية تحول الأوستنايت إلى الفريت و البيرلايت (٧٥٣°C)

ونهايته (633°C) و لفترة (60 min) ولمدى حراري (120°C) و لمعدل تسخين (5°C/min) فان بداية تحول الفرايت و البيرلايت إلى الاوستنايت (749°C) ونهايته (821°C) و لفترة (14,5 min) ولمدى حراري (72°C) وعند التبريد بنفس المعدل فان بداية تحول الاوستنايت إلى الفرايت و البيرلايت (738°C) ونهايته (588°C) و لفترة (30 min) ولمدى حراري (150°C) و لمعدل تسخين (10°C/min) فان بداية تحول الفرايت و البيرلايت إلى الاوستنايت (760°C) ونهايته (835°C) و لفترة (7,6 min) ولمدى حراري (76°C) وعند التبريد بنفس المعدل فان بداية تحول الاوستنايت إلى الفرايت و البيرلايت (718°C) ونهايته (584°C) و لفترة (13,4 min) ولمدى حراري (134°C) و لمعدل تسخين (20°C/min) فان بداية تحول الفرايت و البيرلايت إلى الاوستنايت (774°C) ونهايته (840°C) و لفترة (3,3 min) ولمدى حراري (66°C) وعند التبريد بنفس المعدل فان بداية تحول الاوستنايت إلى الفرايت و البيرلايت (715°C) ونهايته (609°C) و لفترة (5,4 min) ولمدى حراري (106°C) و لمعدل تسخين (5°C/min) فان بداية تحول الفرايت و البيرلايت إلى الاوستنايت (753°C) ونهايته (835°C) و لفترة (14,4 min) ولمدى حراري (66°C) وعند التبريد بمعدل (100°C/min) إلى درجة (700°C) بداية تحول الاوستنايت إلى الفرايت و البيرلايت ثم التبريد بمعدل (5°C/min) فان التحول ينتهي عند (620°C) و لفترة (4 min) ولمدى حراري (80°C) و لمعدل تسخين (5°C/min) فان بداية تحول الفرايت و البيرلايت إلى الاوستنايت (754°C) ونهايته (819°C) و لفترة (13 min) ولمدى حراري (65°C) وعند التبريد بمعدل (50°C/min) إلى درجة (697°C) بداية تحول الاوستنايت إلى الفرايت و البيرلايت ثم التبريد بمعدل (5°C/min) فان التحول ينتهي عند (631°C) و لفترة (3 min) ولمدى حراري (66°C) وعند التبريد بمعدل (10°C/min) و (20°C/min) و (50°C/min) و (100°C/min) فان تحول الاوستنايت إلى البايانايت هي (532±17°C) و لفترة (10 min) ويتبين كذلك أن التبريد بمعدل (10°C/min) يعطي بيرلايت و بيانايت و أن معدل التبريد (20°C/min) فأعلى يعطي تحولا إلى بيانايت بصورة تامة . تبين من نتائج تجربة الشد أن التقسية بالماء تحسن إجهاد الخضوع بنسبة (1,92%) وعند مراجعتها عند درجة (260°C) يتحسن إجهاد الخضوع بنسبة (2,236%) ويتحسن إجهاد الكسر بنسبة (1,24%) وعند مراجعتها عند درجة (260°C) يتحسن إجهاد الكسر بنسبة (1,34%) والصلادة تتحسن بنسبة (2,2%) وعند مراجعتها عند درجة (260°C) يتحسن (260°C) يتحسن بنسبة (1,17%) و إن مقاومة الصدمة تتحسن بنسبة (4,68%) وعند مراجعتها عند درجة (260°C) تتحسن بنسبة (2,34%) و يتحسن إجهاد الخضوع بنسبة (2,102%) عند المراجعة عند درجة (620°C) % و ينخفض إجهاد الكسر بنسبة (10%) والصلادة تتحسن بنسبة (1,88%) و إن مقاومة الصدمة تتحسن بنسبة (7,34%) . و أن (Ductility) هي (10%±3) وان حد الكلل يتحسن حيث يرتفع من (605 MPa إلى 640 MPa) عند التقسية بالماء وهذا يعزى إلى تكوين طور المارتنزيت الصلب وتشويه الشبكة البلورية مما أدى إلى إعاقة حركة الانخلاعات على الحدود البلورية وكذلك تكوين الاجهادات الضغطية السطحية والتي من شأنها تحسين مقاومة الكلل و بعد المراجعة عند (260°C) يتحسن اذ يرتفع من (605MPa إلى 680MPa) حيث يتحول المارتنزيت إلى طور المارتنزيت المراجع و كاربيد الحديد Fe<sub>3</sub>C وهو قصيف وصلد وكذلك إزالة الاجهادات المتخلفة عن التقسية والتي من شأنها تحسين مقاومة الكلل وهذا يعزى إلى أن شبكة (B.C.C) المشوه و الاجهادات الضغطية المتولدة مما أدى إلى إعاقة تقدم الشق إذ ينشأ الشق تحت هذه الطبقة الصلدة<sup>(14)</sup> وهذا ما أكدته الدراسات والبحوث<sup>(15, 16, 17)</sup> و بعد المراجعة عند (620°C) يتحسن إذ يرتفع من (605 MPa إلى 657 MPa) حيث يتحول طور المارتنزيت المراجع و كاربيد الحديد -Fe<sub>3</sub>C- طور صلدا نوعا ومطيلي ومغناطيسي (بيانات) ولا يتحول جميع الاوستنايت إلى بيانات بل تبقى نسبة من الاوستنايت المتبقي. وكذلك إزالة الاجهادات المتخلفة عن التقسية وان مطيلية المارتنزيت المراجع عند (620°C) خفضت حد الكلل عما كانت عليه عند المراجعة عند (260°C) إذ مقاومة الصدمة ارتفعت بنسبة (7,34%) مقارنة بالمصبوبة. إن القيود الفزيائية إلي تحدث في عملية الانكماش أثناء تبريد المسبوكة عند التجمد و الاختلافات

الحرارية التفاضلية الناتجة عن اختلاف في سرعة التبريد لمقاطع مختلفة وكنتيجة لاختلاف معدلات التبريد يحدث اختلاف في أطوار (الفرايت و البيرلايت) المعدن وتغيرات مرافقة لذلك في الحجم وتحدث في مواقع مختلفة في مختلف الأوقات والمعدلات و كذلك الاجهادات المتخلفة بسبب ذلك يجعل الخواص الميكانيكية لها أقل عما لو أجريت لها معاملات حرارية وهذا ما أكدته الدراسات والبحوث (١٩)

#### ١٠- الاستنتاجات:

- أ أفضل مقاومة لحد الكلال و إجهاد الكسر والخضوع هو عند التقسية بالماء والمراجعة عند  $260^{\circ}\text{C}$  ثم التقسية بالماء والمراجعة عند ( $620^{\circ}\text{C}$  و الأخيرة هي التقسية بالماء - للمسبوكة المكافئة للسبيكة (DIN ١,٢٠٦٧)).
- ب ساهمت المعاملة الحرارية - التقسية بالماء - التقسية بالماء والمراجعة عند ( $260^{\circ}\text{C}$ ) - التقسية بالماء والمراجعة عند ( $620^{\circ}\text{C}$ ) إلى رفع قيم متانة الصدمة والصلادة للمصبوبة (للمسبوكة المكافئة للسبيكة (DIN ١,٢٠٦٧)).
- ج ساهم تحديد بداية ونهاية والفترة الزمنية لتحول الأطوار في اختيار البرنامج المناسب للمعاملة الحرارية.

#### المصادر

١. Duggen T.V. and Byrne J., "Fatigue as Design Criterion", Revised edition The Macmillan press Ltd., ١٩٧٩.
٢. Bolton W., "Engineering Materials Technology", ٣<sup>rd</sup> edition, Better worth, pp.٤١٥-٤٢٩, ١٩٩٨.
٣. Robert Foley, rajentra M. Kelkar, internet / Google - charac ferization of the effect of alloy composition and particular geometry on carbon distribution in the steel, project ٨, ١٩٩٩.
٤. C.W. Tuck M.A. BMPTA Technical publications - Effect of heat treatment on fatigue strength, ١٩٩٩.
٥. Khairia A. Hassan, M.Sc., Dept. of Production Engineering and Metallurgy, University of Technology, ٢٠٠١.
٦. Lakhtin, Yu .M, Kogan, Ya D., Ships G.I., et al. Theory and Technology – Moscow; Metallurgiya, ١٩٩١ -٣٢٠p.
٧. Kogan, Ya .D, Shaporshnikov, V. N .influence of nitriding in smouldering discharge on physic state and properties of structural steel. ١٩٧٩
٨. V.M.J. Sharma, V. Diwaker, S. Arumugham and T. S. Laksmana, "Residual Strength of Aluminum Alloy", Afnor, ٧٠٢٠, ٢٠٠١.
٩. Jon a. Lutz, "Temperature Considerations in Gas Carburizing", Manager of Engineering as Published in the June ١٩٩٧, Issue of ASM, Heat Treading Progress.
١٠. Ferrous Materials and Metallurgy" JIS Hand book "Nihonboshi kayabacho, chuo-ku .Association -Hand book Tokyo, Japan ١٩٧٥
١١. R. A. Higging "Engineering Metallurgy-Applied physical metallurgy" part ١. ١٩٧٥.

١٢. Henry R. Clauser "industrial and engineering material" ١٩٧٥.

١٣. ملي ف ، ترجمة باقر رحمة الله " مبادئ هندسة المعادن والمواد" ، بغداد- الجامعة التكنولوجية هندسة الإنتاج والمعادن ١٩٨٥.

١٤. أ. د. العلكاوي وآخرون "استخدام تقنية الموجات فوق الصوتية لتقييم بعض المواصفات الميكانيكية لسبائك حديدية وغير حديدية" مجلة التقني العدد ٢١, ٢٠٠٨

١٥. H.C. Child. B. S. C. Eng. F.I.M., "Surface Hardening of Steel", Engineering Design Guides, ٣٧, ١٩٨٠.

١٦. Averbach B.L., Person B-U fair child R.E. and Bamberger E.N., "Fatigue Crack Propagation in Carburizing Alloy Steels", Metallurgical Transaction, Vol. ١٦A, ١٩٨٥.

١٧. Hertzberg R.W., "Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials", ٤<sup>th</sup> Edition, John Wiley and Sons Inc., Canada, ١٩٩٦.

١٨. Edited by E.J. HEARAN Translated by Dr. Sabah al mala Ali Mechanics of materials "An introduction to the Mechanics of Elastic and plastic Deformation of solid and structural components" .١٩٩٠.

جدول (١): يبين التركيب الكيميائي الفعلي للمصبوبة المستخدمة في البحث

Chemical composition											التركيب الكيميائي
Element	C%	Si%	Mn%	Cr%	P%	Cu%	Mo%	Ni%	S%	Fe%	
	٠,٣٠٧	٠,٤٠٥	٠,٩	٠,٨٤	٠,٠٢٩	٠,١٥٨	٠,١٨٨	٠,١١٩	٠,٠٣	٩٦,٨٢٩	

جدول (٢): يبين تصنيف العينات المستخدمة في البحث

الرمز	R <sub>٣</sub>	R <sub>٢</sub>	R <sub>١</sub>	Ro
نوع العينة	عينات مقساة بالماء ومراجعة عند درجة حرارة (٦٢٠ °C)	عينات مقساة بالماء ومراجعة عند درجة حرارة (٢٦٠ °C)	عينات مقساة بالماء	المصبوبة الأصلية

جدول (٣): نتائج حد الكلال

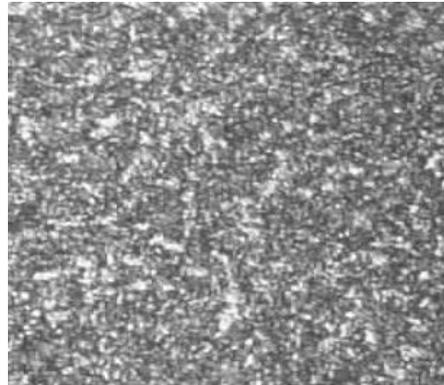
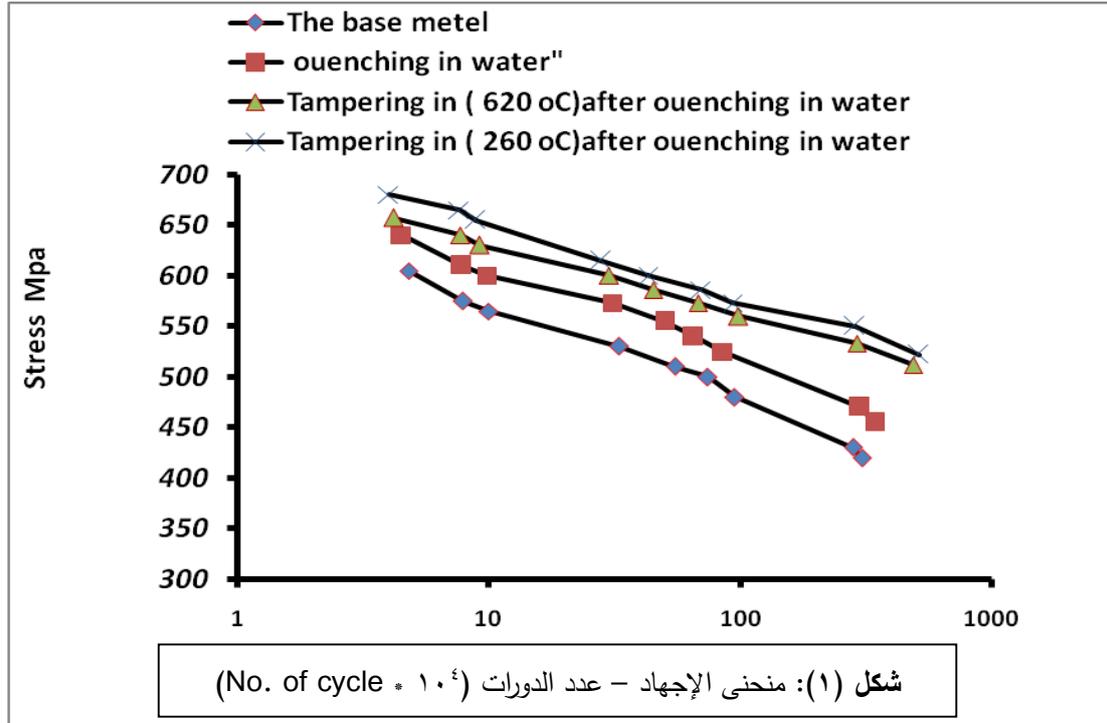
No	العينات	حد الكلال Fatigue Limited MPa
١	Ro	٤٢٠ MPa
٢	R <sub>١</sub>	٤٥٥ MPa
٣	R <sub>٢</sub>	٥١٢ MPa
٤	R <sub>٣</sub>	٥٢٢ MPa

جدول (٤): نتائج اختبار الشد والصلادة والصدمة.

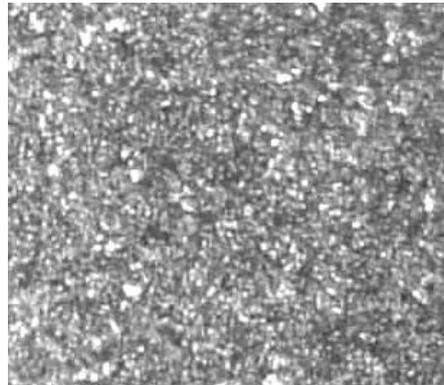
No	صلادة فيكر (VHN)	Ductility بدلالة الاستطالة النسبية	مقاومة الصدمة (J/mm <sup>2</sup> )	إجهاد الكسر ( $\sigma_F$ MPa)	إجهاد الخضوع ( $\sigma_y$ MPa)	العينات
١	٢٢٠	١٥%±٣)	٠,١٦	٦٦٠	١٩٠	R <sub>0</sub>
٢	٤٥٨		٠,٧٥	٨٢٤	٣٦٥	R <sub>١</sub>
٣	٢٩٠		٠,٣٧٥	٨٨٥	٤٢٥	R <sub>٢</sub>
٤	٤١٥		١,٨٢٥	٥٩٧	٤٠٠	R <sub>٣</sub>

جدول (٥): القراءات و النتائج للأطوار.

تحول الأوستنايت إلى بيرلايت و فرايت				تحول البيرلايت و الفرايت إلى أوستنايت			
مدة التحول دقيقة	مدى التحول °C	End of transformation °C	Beginning of transformation °C	مدة التحول دقيقة	مدى التحول °C	End of transformation °C	Beginning of transformation °C
٢٠	١٢٠	٣١٦	٧٥٣	٢	٠,٨٧	٦٧	٣٢٧
٢٠	١٥٠	٣٧٥	٨٣٨	٥	٠,٣٤	٦٨	٣٤٦
٣١,٤	٣٣١	٣٧٥	٨١٨	١٠	٠,٦٧	٦٨	٣٦٠
٣٥	٤٠١	٤٠٦	٥١٨	٢٠	١,٢٦	٦٦	٣٨٨
٤	٨٠	٤١٠	٧٠٠	٥/١٠٠	٣,٤٣	٦٨	٣٥٨
٥	٤٦	٤١٦	٧٦٦	٥/٥٠	٣	٥٦	٣٥٨
تحول الأوستنايت إلى بيرلايت				تحول أوستنايت إلى بيرلايت			
مدة التحول دقيقة	مدى التحول °C	End of transformation °C	Beginning of transformation °C	مدة التحول دقيقة	مدى التحول °C	End of transformation °C	Beginning of transformation °C
١	-	-	-	٢	٠,٥٠	٦٣	٣١٦
٢	-	-	-	٥	٠,٣٤	٦٨	٣١٦
٣	١٢	٣١٦	٣١٥	١٠	٠,٦٧	٦٦	٣١٦
٥	٨٠	٤١٠	٣٢٥	٢٠	١,٢٦	٦٦	-
١٠	١٨٠	٤١٠	٣٣٥	٥٠/١٠٠	-	-	-
٢٠	٣٨٠	٤١٠	٣٤٥	٥٠/٥٠	-	-	-



شكل (٢): طورمارتنزيت لعينة مقساء بالماء (X٥٠)



شكل (٣): طورمارتنزيت مراجع عند ٦٢٠<sup>o</sup>C لعينة مقساء بالماء (X٥٠)



شكل (٤): طور مارتنزيت مراجع عند  $260^{\circ}\text{C}$  لعينة مقاسة بالماء (X٥٠).

## STUDY THE EFFECT OF HEAT TREATMENT TO MECHANICAL PROPERTIES FOR ALLOW ALLOY CASTING STEEL

**Hatem Abd Hassan**

Assistant lecturer

Institute of Technology- Baquba / Iraq

**ABSTRACT:** In this research the degree of starting the end of transformation for phases have been identified in different averages levels of heating and cooling and calculated the transformation time in each case by using device of Dilatometer for casting steel DIN ١.٢٠٦٧. The behaviors of fatigue strength, tension strength, impact strength and hardness strength have been studied for four selection groups one of them casting and other three have been heated treatment such as quenching in water, quenching in water and tempering at ٢٦٠ °C, quenching in water and tempering at ٦٢٠ °C. These tests carried out by affecting of constant stress capacity for standard samples have cylindrical shape by using the rotating bending with stress ratio is (R= -١) and standard samples for testing tension strength and impact strength. The results have been shown that the heat treatments lead to improve fatigue strength, fracture stress, yield point, impact strength, hardness and the best was quenching in water and tempering at ٢٦٠ °C.