ISSN 1999 - 8716

**مجلة ديالى**

**للعلوم الهندسية**

المجلد الرابع , العدد الأول , صفحات البحث (٢٠-٣٠) , حزيران ٢٠١١

# دراسة تأثير التقسية بزيت المحركات فاقد اللزوجة والمراجعة على بعض الخواص الميكانيكية لسبيكة الفولاذ (CK 38)

**حاتم عبد حسن**

**مدرس مساعد**

**المعهد التقني بعقوبة**

*(الاستلام:-١٧/٢/٢٠١٠ ، القبول:-١٢/١/٢٠١١)*

**الخلاصة**

يهدف البحث لتحسين بعض الخواص والمواصفات الميكانيكية للفولاذ الكربوني السبيكة (CK38) و منها (إجهاد الخضوع , أقصى إجهاد شد , إجهاد الكسر , اجهادات القص , المطيلية , مقاومة الصدمة و طاقة الكسر الديناميكية و الاستاتيكية ) من خلال تقسية (١٥) عينة لكل من اختبار الشد والصدمة بالزيت الفاقد للزوجته و وظيفته التزييتية كوسط تقسية مع التدوير للزيت عند إجراء التقسية ثم المراجعة عند درجة حرارة ( 650 °C , 460 °C , 260 °C ) ( أي (٣) عينات لكل درجة حرارة مراجعة , (٥) لاختبار الصلادة و (١) لاختبار التركيب الكيمياوي . و تمت مقارنة مواصفات وخواص العينات قبل المعاملة الحرارية بمواصفات وخواص العينات بعد المعاملة الحرارية لغرض بيان إمكانية استخدامها في تصنيع أجزاء هندسية كثيرة وهامة المكائن والمعدات والعدد والقوالب وقد بينت النتائج ان المعاملة الحرارية المنفذة أحدثت تحسينا في المطيلية , إجهاد الخضوع أقصى إجهاد شد , إجهاد الكسر , اجهادات القص , مقاومة الصدمة , الصلادة وطاقة الكسر الديناميكية و الاستاتيكية مما يوسع مجال استخدامها في التصنيع .

## المقدمة

استخدام الفولاذ الكربوني بدون التعامل الحراري والتعامل السطحي يرفع الكلف الاقتصادية لاستهلاك الأجزاء الهندسية بفترة زمنية قليلة بالمقارنة مع كلف الأجزاء المعاملة حراريا أو سطحيا أو بكليهما لان الأخيرة تطيل عمرها بتحسين خواصها ومواصفاتها التركيبية و البنائية وعدم استخدام المعاملة يعني تصميم الأجزاء بحجم اكبر أو استخدامها لفترة زمنية اقل أو الاثنان لما يرفع الكلف ويعقد عمل الأجزاء و يزيد من وزنها الأمر الذي يؤدي إلى نضوب المادة الخام كما أن استخدام الصلب السبائكي هو الآخر مكلف أيضا لذلك لابد من اختيار معاملات حرارية ومعاملات سطحية ذات أوساط مناسبة و منخفضة الكلفة لرفع خواص الصلب الكربوني وجعله في متناول أيدي المصممين والمصنعين لأنه البديل الأهم لخفض الكلف الاقتصادية .

## تعريف بعض المصطلحات الرياضية

معامل المرونة في الشد (Modulus of elasticity) (E) :- $E = \frac{\sigma}{e} = \frac{Stress}{Strian}$ ---------- (١) [٢، ٣]

الإجهاد الهندسي Frucure( stress) :- $\sigma_e = \frac{Force\ Fracure}{Area} = \frac{P}{Ao}$ ---------- (٢)

إجهاد الشد الأقصى (Ultimate stress) :- $\sigma_u = \frac{Max\ Force}{Area} = \frac{P}{Ao}$ -------- (٣)

إجهاد الخضوع (Yield Stress) :- $\sigma_y = \frac{Forcee}{Area} = \frac{Py}{Ao}$ ----(٤) ( Offset method) [١،٢]

.

إجهاد القص الأعظم (Ultimate Shear strength) Sus = 0. 75 Su ---------- (٥)

مقاومة الخضوع في القص ( Yield Shear strength) :- Sys = 0. 5 Su ---------- (٦)

المطيلية (Ductility) Ductility = $\frac{Lf-Lo}{Lo}$ ×١٠٠ . أو Ductility = $\frac{Af-Ao}{Ao}$ ×١٠٠ --- (٧)

طاقة الكسر الاستاتيكية :- $E_e = \frac{1}{2}E\varepsilon = \frac{1}{2}\sigma\varepsilon$ ----------(٨)

طاقة الكسر الاستاتيكية = المساحة تحت منحني الإجهاد الانفعال ----------(٩)

طاقة الكسر الديناميكية = طاقة كسر العينة بطريقة اختبار شاربي مقسوما على مساحة العينة القياسية (١٠)

## الصلادة (Hardness)

الصلادة خاصية مهمة واستنبطت لها العديد من الاختبارات منها (برينل, روكويل , فيكـر) وهـي مقاومـة الانبعاج (Resistance to indentation) ولها علاقة وثيقة بصلابة ومقاومة حد المرونة للمعدن [٢][٤] .

## المعاملة الحرارية

**التقسية** :- تعني تسخين ا لمعدن إلى درجة حرارة أعلى من درجة التحولات الطورية بدرجة ($50 - 100\ ^0C$) والتثبيت لفترة زمنية مناسبة وحسب البنية المطلوبة للمعدن ثم التبريد بسرعة بمعدل أعلى من معدل التبريد الحرج أي يقسى (Quenching) في الماء أو الزيت أو مصهور ملحي أو قاعدي أو بوليميري للحصول على البنية المطلوبة وبالنسبة للصلب اليوتكتويدي يتحول إلى اوستنايت و اوستنايت وبيرلايت للصلب تحت اليوتكتويدي و سمنتايت و اوستنايت للصلب فوق اليوتكتويدي وللفولاذ CK38 التسخين بمعدل $10\ ^0C$ /min والتثبيت لمدة ٣٠ دقيقة لكل ١ سم ثم التبريد بالزيت [٦][٧].

ويمر التبريد في التقسية بثلاثة مراحل هي :-

١- مرحلة التبريد بغطاء البخار (Vapor –Blanket cooling stage) (A) ، تتميز هذه المرحلة ببطيء معدل التبريد لتكوين غطاء من البخار حول سطح القطع المقساة يعمل كعازل يمنع الإشعاع والتبادل الحرا ري .

٢- مرحلة التبريد بغطاء البخار (Vapor –Transport cooling stage) (B) ، تبدأ من مرحلة انهيار غطاء البخار ويصبح وسط التقسية بتماس مع سطح المعدن المقسى الساخن مما ينتج غليان الوسط ويتكون بخار قليل مما يجعل امتصاص الحرارة بمعدلات عالية لإزالة الحرارة كحرارة كامنة للتبخير (Latent heat vaporization) تتميز هذه المرحلة بسرعة معدل التبريد .

٣- مرحلة التبريد بغطاء البخار (C) (Liquid – Transport cooling stage) ، تبدأ من مرحلة عندما تصبح درجة حرارة غليان الوسط مساوية تقريبا لدرجة سطح المعدن المقسى الساخن مما يجعل معدل التبريد لهذه المرحلة بطيء لانتقال الحرارة بالتوصيل (Conductive) والحمل (Convective) [٦] [٧].

**الزيوت**

تكون عمليات التقسية بالزيت ذات معدلات منخفضة مقارنة بالماء لذلك فان الاجهادات الداخلية تكون اقل والزيوت تكون على عدة أنواع منها ,المعدنية , الحيوانية , النباتية و زيت محركات الفاقد للزوجته أفضل في التبريد واهم مزايا الزيوت بصورة عامة هي :- [٦].

١. معدل تبريد منخفض في منطقة التحولات المارتنزايتية
٢. تأثير مقدرة الزيت على التقسية قليلة في المدى الحراري المحصور بين ( $^{o}$C 150–20 )
٣. يبرد الزيت الصلب أكثر انتظاما على طول جميع المقطع العرضي بمقارنته بالماء.

**مضار التقسية بالزيت**

١. يعطي معدلات تبريد منخفضة في منطقة التحولات المارتنزايتية الانتشارية والمشتركة (البانايتية)
٢. له قابلية الاشتعال .
٣. قابل للتخثر مع مرور الزمن .

## المراجعة (Tempering)

تجرى للصلب المقسى في المدى الحراري ($^{0}$C $Ac_1$ --- 120–) بحسب تركيبه ألمجهري و الكيمياوي وتكون مفردة, مزدوجة أو ثلاثية المراحل وتتم عند درجات حرارية منخفضة أو متوسطة أو عالية أو دون الصفرية والغرض منها التخلص من الاجهادات الداخلية ولزيادة المطيلية وللحصول على أفضل نسبة بين مقاومة الصدمة ومقاومة الشد القصوى بالنسبة للصلب الإنشائي أو على مقاومة صدمة ومتانة مرونة عاتيتين أو لتحويل الاوستنايت المتبقي إلى مارتنزابت [٨] [٩] .

البحوث السابقة :-

من البحوث السابقة في هذا المجال هي

١. ما قام به الباحث- التميمي- من بيان تأثير التقسية بالماء تتبعها المراجعة والتقسية المتكررة والمراجعة المتكررة على الخواص والثوابت الميكانيكية (المطيلية والمتانة للشد ومقاومة الصدمة والصلادة والثوابت $\nu$ , G, E) للفولاذ الكربوني المتوسط وبالذات للسبيكة CK 35 والتي يمكن استخدامها في صناعة بعض العدد والقوالب كبديل لبعض السبائك [١٠].
٢. ما قام به الباحث (عدنان وآخرون) في بيان تأثير وسط التقسية بالزيت العراقي مع سرع تدوير مختلفة على الفولاذ (١٠٤٥) وحسب المواصفة AISI حيث النتائج أن التبريد بالزيت تكون تقليدية عند درجات دون $^{0}$C ٩٠ و أعلى منها يكون تبريده سريعا عند سرع التدوير الواطئة والمتوسطة [١١] .

٣. ما قام به الباحث (العلكاوي وآخرون) في إيجاد بعض المواصفات الميكانيكية (G, E , ν) باستخدام تقنية الموجات فوق الصوتية لسبيكة الفولاذ ١٠٤٠ وحسب المواصفة AISI وهي من السبائك المقاربة مواصفاتها بالنسبة للثوابت المقاسة للسبيكة المستخدمة في البحث. [١].

٤. ما قام به الباحث (ألعزي) في بيان تأثير أوساط التقسية الزيت ومحلول بوليميري بتركيز ٠,٣٥% مع زيادة سرع تدوير الوسط لسبيكة الفولاذ ١٠٥٠ وحسب المواصفة AISI وبينت النتائج زيادة سرعة التدوير لا تؤثر على شدة التقسية بالنسبة للمحلول البوليميري وتخفض الصلادة قليلا [١٢] .

## الجانب العملي

تضمن البحث دراسة تأثير المعاملات – التقسية بالزيت الفاقد للزوجة والمراجعة للفولاذ (CK 38) المستخدم في السوق المحلية ذو المنشأ التركي ل (١٥ ) لاختبار الشد هي (٣) الاختبار بدون معاملة و (٣) للاختبار بعد التقسية و (٩) للاختبار بعد التقسية والمراجعة لدرجات حرارة 260°C , 460 °C , 650 °C على التوالي و (٣) عينات لكل حالة و (١٥) لاختبار الصدمة هي (٣) للاختبار بدون معاملة و (٣) للاختبار بعد التقسية و (٩) للاختبار بعد التقسية والمراجعة لدرجات حرارة ,260 °C , 460 °C , 650 °C على التوالي بعد التثبيت لمدة نصف ساعة بالنسبة للتقسية و لمدة ساعة للمراجعة و (٣) عينات لكل حالة و (٥) لاختبار الصلادة و (١) لاختبار التركيب الكيميائي .

## إجراءات البحث العملية

### التحليل الكيميائي

جدول (١) يبين التركيب الكيميائي الفعلي للسبيكة المستخدمة في البحث بعد أجراء التحليل للعينة بجهاز التحليل الطيفي (Spectrometer).

### تحضير العينات

تم تصنيع عينات اختبار الشد والصدمة وفق المواصفة اليابانية القياسية (JIS –Z–2201–10) و (JIS– –Z– 2202–10) على التوالي هي (١٥)عينة لكل من اختبار الشد والصدمة و(٥) عينات بإبعاد مناسبة لاختبار الصلادة واحدة للتحليل الكيميائي وقد صنفت وفق الجدول(٢). [١٣] .

### المعاملات الحرارية

نفذت المعاملات الحرارية باستخدام أفران كهربائية يابانية المنشأ ( NAKAIHON– ROKOGYO CO., L T D) طاقتها ( 21KW) وأقصى درجة حرارة تعطيها هي (1200 °C) وهي خاصة بالمعاملات الحرارية وجرى التسخين لجميع العينات المعدة للاختبار و التثبيت لمدة نصف ساعة عند درجة حرارة (850 °C) ثم التقسية في الزيت الفاقد اللزوجة (زيت المحركات الأسود) مع التدوير ثم بعدها تمت المراجعة للمجموعة R1 عند درجة حرارة 260 °C وعند درجة حرارة 460 °C للمجموعة R2 و عند درجة حرارة ٦٥٠ °C للمجموعةٌ R3 والمخططات (١) و(٢) و(٣) تبين التقسية بالزيت تتبعها المراجعة بعد التثبيت نصف ساعة لكل حالة .

## النتائج والمناقشة

الأشكال على التوالي من شكل (٤) إلى شكل (١١) تمثل مخططات العلاقات البيانية لنتائج الحسابات التي تم الحصول عليها باستخدام المعادلات الرياضية والتعريفات (من ١ إلى ١٠ ص٢ ) بالنسبة الاجهادات وطاقة الكسر الاستاتيكية و المطيلية وتم حساب طاقة الكسر الديناميكية من اختبر شاربي بجهاز اختبار الصدمة (بريطاني المنشأ) وللصلادة من اختبار برينل للصلادة باستخدام جهاز برينل – روكل ألماني المنشأ وتبين تأثير المعاملات الحرارية للفولاذ الكربوني (CK38).

### مناقشة نتائج مخرجات تجربة الشد

يمكن تلخيص أهم النتائج في الآتي:- التقسية والتقسية تتبعها المراجعة ترفع اجهادات الخضوع و أقصى إجهاد شد و إجهاد الكسر و اجهادات القص والمراجعة تخفض قيمها عن قيمها عند التقسية والإشكال (٩),(١٠),(١١) توضح التحسن في قيم الاجهادات للتقسية والتقسية تتبعها المراجعة على الاجهادات عن قيمها قبل المعاملة الحرارية . كما أن لدرجة المراجعة تأثير على أقصى إجهاد شد موضح بشكل (٥)حيث المخطط الأعلى يمثل تأثير زيادة درجة حرارة المراجعة على أقصى إجهاد شد يتبعه تأثير مماثل على إجهاد الكسر ثم تحته خط يمثل تأثير زيادة درجة حرارة المراجعة على إجهاد الخضوع وتحته تأثير المراجعة على إجهادي القص الأعظم وإجهاد قص الخضوع بينما تزداد قيم المطيلية بعد المراجعة وشكل (٦) يوضح هذا التغير على الزيادة بدلالة الاستطالة بالطول والتقلص بالقطر.وللمصمم أن يختار حسب ظروف العمل ونوع الإجهاد الذي يتعرض له الجزء وكذلك الكلف الاقتصادية المناسبة وتحديد المعاملة السطحية المناسبة .

### مناقشة نتائج الصدمة

تأثير زيادة درجة حرارة المراجعة على طاقة الكسر الاستاتيكية والديناميكية يوضحه شكل (٤) الخط الأعلى يمثل التأثير على طاقة الكسر الاستاتيكية محسوبة ($J/mm^2$) وتحته يمثل التغير في طاقة الكسر الديناميكية (Toughness) والانخفاض واضح وأقصى انخفاض له عند درجة حرارة ($460^oC$) لكون السبيكة أكثر هشاشة في هذا المدى وكما يوضحه خطا التغير بالطاقة أن الكسر بالقوة الاستاتيكية هي الأعلى إضافة إلى الطاقة المتخلفة والتي تحدث تشويه دائم ويقتربان كلما ارتفعت درجة الحرارة عن ($460^oC$ وعند درجة حرارة مراجعة ($650^oC$) تتقارب قيمتاهما حيث إن السبيكة ذات مطيلية عالية بعد أن كانت من المواد الهشة والقريبة من مدى المواد المطيلية قبل المعاملة الحرا رية .

### مناقشة نتائج الصلادة

إن المعاملة الحرارية التقسية ترفع الصلادة إلى (438 HBN) وتنخفض بعد المراجعة عند درجة حرارة ($260^oC$) إلى (415 HBN) وشكل (٧) يوضح تأثير درجة حرارة المراجعة على الصلادة في المدى ($260^oC$--$650^oC$) وهذه القيم للصلادة جيدة لاستخدامات كثيرة للأجزاء الهندسية و كما أن شكل (٨) يوضح العلاقة بين الصلادة وطاقة الكسر الاستاتيكية والديناميكية وهي تضيف تصور للعلاقة بين الصلادة وهاتان الخاصيتان الهامتان .

## الاستنتاجات

استخدام المعاملة الحرارية – التقسية بالزيت الفاقد للزوجته و المراجعة بعد التقسية يحسن الخواص الميكانيكية ( المطيلية , إجهاد الخضوع , إجهاد الكسر, أقصى إجهاد شد , اجهادات القص , مقاومة الصدمة و الصلادة للفولاذ 38 (CK) مما يحسسن و يوسع مجال استخدامها في التصنيع .

## المصادر


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

2. R . A . Higging "Engineering Metallurgy-Applied physical metallurgy" part 1 1975.
3. Eian . June . herate " Mechanical metallurgy" part 2 1975.
4. Henry R . Clauser " industrial and engineering material " 1975.

٥. بيرفي ريجيسكي بيريولوك ترجمة داود سليمان المنير " مقاومة المواد "١٩٦٨

6. Karl- Erik Therling "steel and It's heat treatment ' 2nd –Sweden -1984 .
7. Internet sit.http: //www. Sweethaven Com /academic “Quenching Median / lessons / Quenching Medial” Sweden 2001.
8. Internet sit.http: //www, webriaster acomforge Com. “ forgining Dies steel” Sweden, 2000.
9. Key to steel West Germany 2003.

١٠.ألتميمي , ، دراسة المعاملات الحرارية للفولاذ CK35المستخدم في صناعة العدد والقوالب في الصناعات الكهربائية،رسالة ماجستير الجامعة التكنولوجية, قسم التعليم التكنولوجي. ٢٠٠٥.

١١.د.عدنان ورائد واحمد "معايرة زيت التقسية العراقي ٧٩٠١"، مجلة التقني العدد ١ ٢٠٠٤ .

١٢.ألعزي , صالح كريم ، استخدام الحاسوب لدراسة تقسية الفولاذ بالمحاليل البوليميرية ، رسالة ماجستير الجامعة التكنولوجية, قسم التعليم التكنولوجي. ٢٠٠٢.

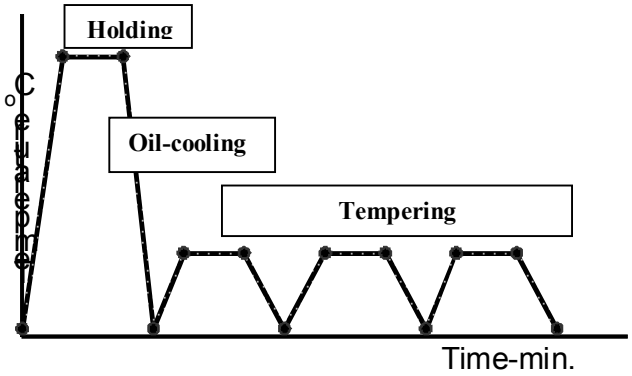
13. . Ferrous Materials and Metallurgy" JIS Hand book"Nihonboshi kayabacho , chuo- ku Association -Hand book Tokyo , Japan 1975


**جدول (١):** يبين التركيب الكيميائي الفعلي للسبيكة المستخدمة في البحث.

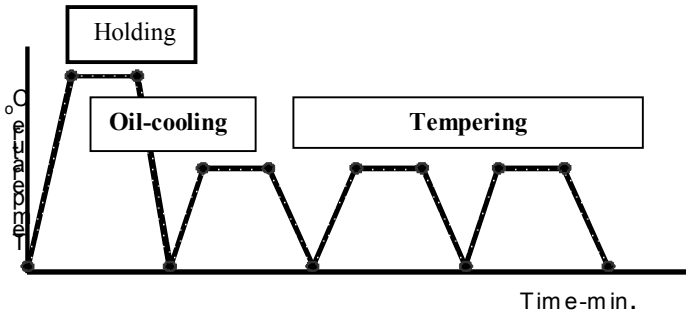
| Chemical compassion | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Element | C% | Si% | Mn% | Cr% | P% | S% | Co% | Ni% | Fe% |
| | ٠,٣٨٥ | ٠,٢١١ | ٠,٤٧٣ | ٠,٢٢٨ | 0.001 | 0.0021 | ٠,٠٣٥ | ٠,٠٦٠ | ٩٨,٦٠٨ |

**جدول (٢):** اختبار العينات

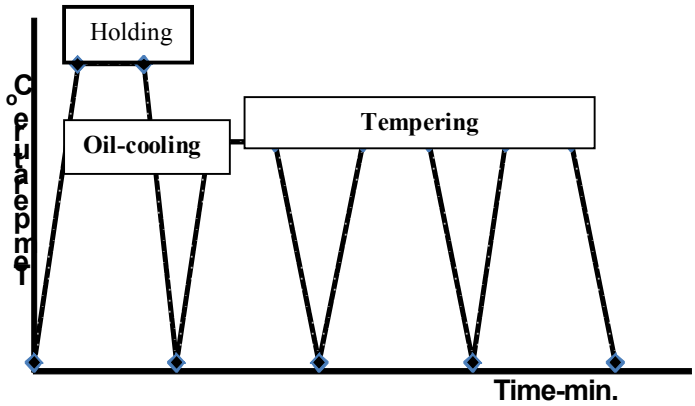
| الرمز | R1 | R2 | R3 | R4 |
|---|---|---|---|---|
| نوع العينة | مقساة بالزيت | مقساة بالزيت ومراجعة بدرجة ($260^0C$) | مقساة بالزيت ومراجعة بدرجة ($460^0C$) | مقساة بالزيت ومراجعة بدرجة ($650^0C$) |



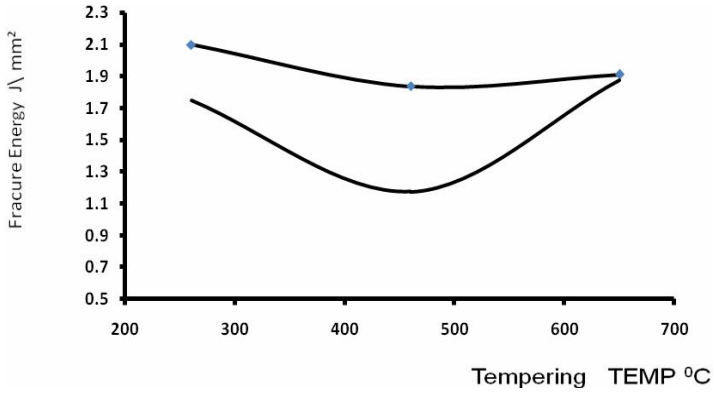

**شكل(١)** :مخطط لبرنامج التقسية بالزيت والمراجعة عند درجة حرارة ($260^{o}C$).



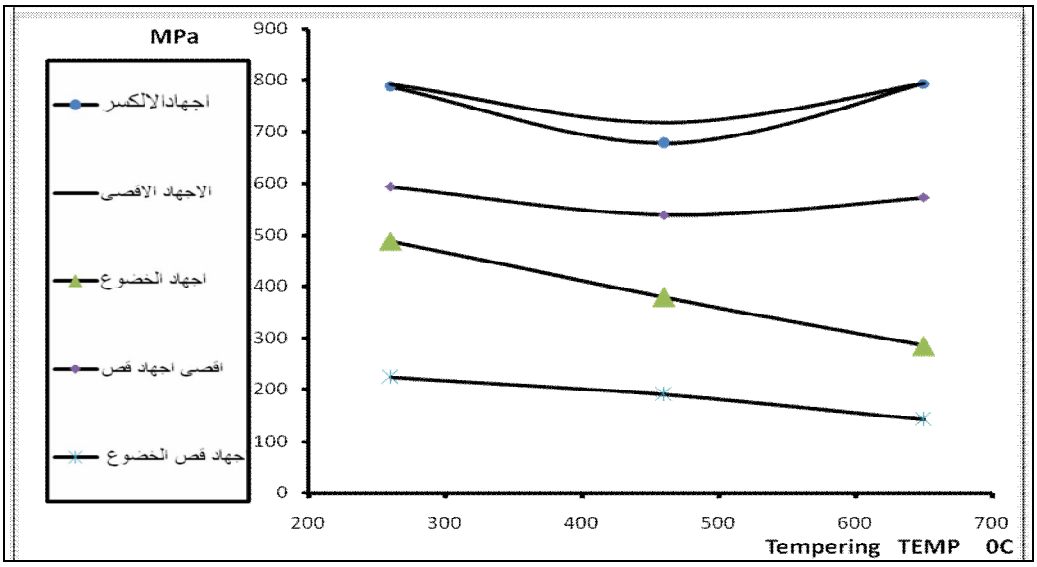

**شكل(٢)** : مخطط لبرنامج التقسية بالزيت والمراجعة عند درجة حرارة ($460\ ^{o}C$).



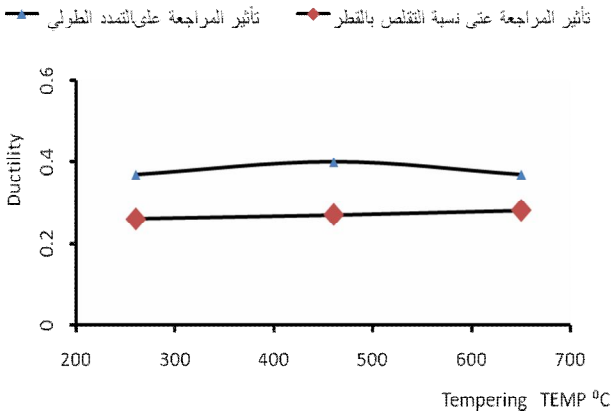

**شكل (٣)** :مخطط لبرنامج التقسية بالزيت والمراجعة عند درجة حرارة ($650^{o}C$) .



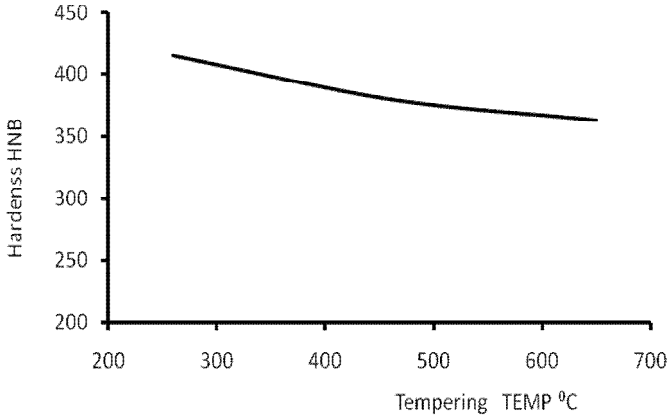

**شكل (٤):** تأثير درجة حرارة المراجعة الحرارية على الطاقة الكسر.



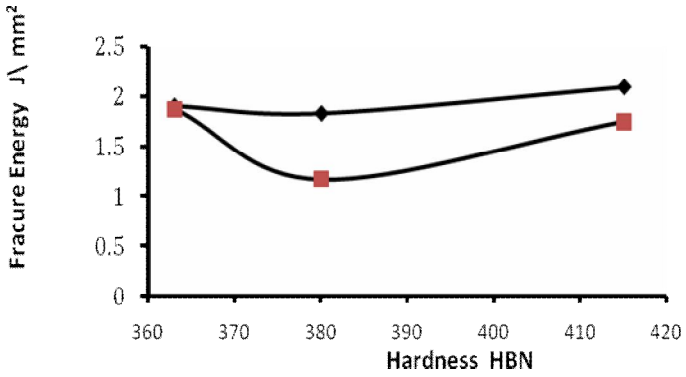

**شكل (٥):** تأثير المراجعة الحرارية بعد التقسية بالزيت على الاجهادات.



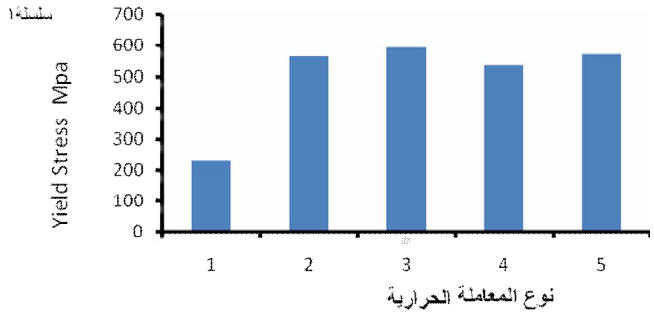

**شكل(٦) :** مخطط تأثير درجة حرارة المراجعة الحرارية على المطيلية.



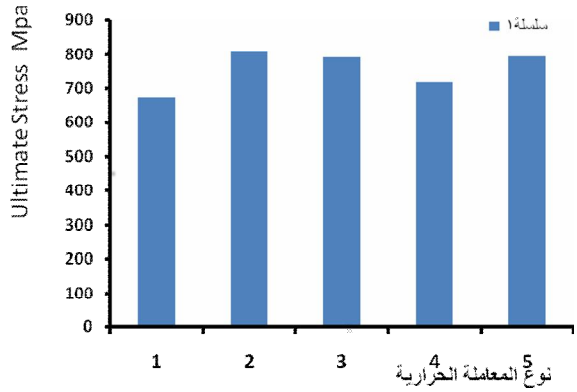

**شكل(٧)** : تأثير درجة الحرارة المراجعة الحرارية على الصلادة.



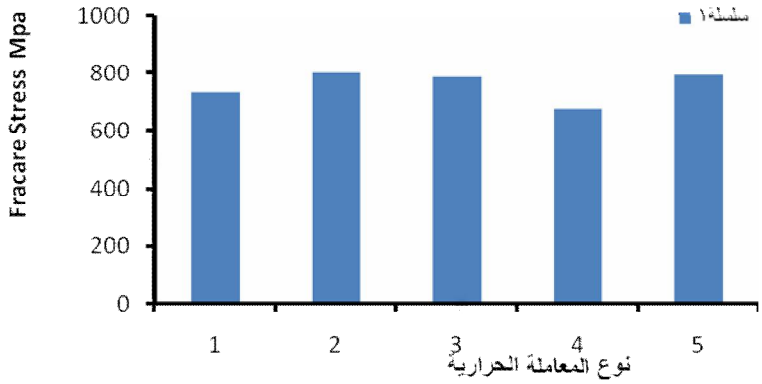

**شكل(٨)** : مخطط ألعلاقة بين الصلادة وطاقة الكسر.




**شكل (٩):** يبين إجهاد الخضوع لحالة العينة :- ١- بدون معاملة حرارية , ٢- التقسية بالزيت , ٣- تقسية بالزيت ومراجعة عند (260 °C) , ٤- تقسية بالزيت ومراجعة عند (460 °C) , ٥- تقسية بالزيت ومراجعة عند ( 650 °C).




**شكل (١٠):** يبين أقصى إجهاد شد لحالة العينة :- ١- بدون معاملة حرارية , ٢- التقسية بالزيت , ٣- تقسية بالزيت ومراجعة عند (260 °C) , ٤- تقسية بالزيت ومراجعة عند (460 °C) , ٥- تقسية بالزيت ومراجعة عند (650 °C).




**شكل (١١) :** يبين إجهاد الكسر لحالة العينة :- ١- بدون معاملة حرارية , ٢- التقسية بالزيت, ٣- تقسية بالزيت ومراجعة عند (260 °C) , ٤- تقسية بالزيت ومراجعة عند (460 °C) , ٥- تقسية بالزيت ومراجعة عند ( 650 °C).

# STUDY EFFECTIVE OF HARDENING BY BAD OIL ENGINE AND TEMPERING TO SOME MECHANICAL PROPERTIES

**Hatam Abd Hassan**
Technical Institute - Baquba

**ABSTRACT:-** This research aims to develop some mechanical properties for carbon steel (CK38) ductility ,yield stress ,shear stress ,ultimate stress ,fracture stress and impact strength ) at quenching (15) samples testing for every tensile and intact tests in dissociated engine oil medium with circulating and tempering at 260 $^{o}$C , 460 $^{o}$C and 650 $^{o}$C temperature) , ( 3) samples testing for every tempering temperature) , (5) for hardness and one for chemicals composition . then compare mechanical properties before and after heat treatment to show if we can use it in much and important The results after heat treatment show increase in ductility ,yield stress ,shear stress ,ultimate stress ,fracture stress ,impact strength , static and dynamic energy .