مجلة السلفيوم للعلوم والتقنية

SILPHIUM JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

(SJST)

مجلة علمية محكمة تصدر عن

المعهد العالي للعلوم والتقنية شحات

Higher Institute of Science and Technology - Cyrene

العدد السابع يناير 2025م

SJST Vol.07 No 01 2025

مجلة السلفيوم للعلوم والتقنية

مجلة علمية محكمة نصف سنوية تصدر عن المعهد العالي للعلوم والتقنية شحات

رقم الإيداع القانوني بدار الكتب الوطنية

2023/619

الرقم التسلسلي الدولي

ISSN 3078-5502 (online)

العنوان: المعهد العالي للعلوم والتقنية شحات ليبيا

الموقع الالكتروني:

www.j.istc.edu.ly

البريد الالكتروني:

sjst@istc.edu.ly

رقم الهاتف:

0914274759

العدد السابع يناير 2025م

SJST Vol.07 No 01 2025

الشروط العامة لضمان الموافقة على النشر:

- الاهتمام بأصالة المحتوى.
- التأكد من عدم نشر البحث في أي مجلة أخرى.
- التأكد من اتباع أخلاقيات البحث في الإعداد.

هـيـئـة تـحـريـر الـمـجـلـــة

الاسم	الصفة
د.منصور سالم عبدالرواف	رئيس هيئة التحرير
د.سليمه رزق اللّه محمد	عضو هيئة التحرير
د.مرفوعة صالح علي	عضو هيئة التحرير
د.فيروز الزبير خالد	عضو هيئة التحرير
د.عيد علي عبدالرزاق	عضو هيئة التحرير
ا.هبة الزبير خالد	عضو هيئة التحرير
ا.ربيع امبارك المرضي	عضو هيئة التحرير
ا.علاء بشير عبداللّه	مدير التحرير
ا.اسماعيل عيسى اسماعيل	محرر
ا.سارة علي المبروك	محرر
ا.تفاحة السافوني	محرر
ا.عبدالحميد البس	محرر

المراجعة اللغوية

د.علي عبدالرحيم احميدة

العربية

د. اريج خطاب

الانجليزية

ا.حمدي الكيلاني

تنسيق وإخراج نهائي

أيوب عبدالسلام عبدالرحيم

اللجنة الاستشارية العلمية للـمـجـلـــة

الاسم	التخصص
د.فتحي عيسى فرج	إدارة تعليمية
د.علي عبدالقادر بطاو	بيئة وسلوك
د.عبدالحفيظ عبدالرحمن موسى	موارد طبيعية وعلوم بيئة
د.صالح علي محمد	زراعة
د.فرج الحمري محمد	امراض باطنة
د. محمد مفتاح فضيل	اثار
د.دلال مصطفى ابراهيم	كيمياء
د. علاء علي عبدالرازق	تقنية معلومات
د. ابتسام موسى صالح	تقنية طبية
د. جمعة هارون عبدالقوي	صحة عامة

محتويات العدد

CONTENTS

كلمة رئيس التحرير III

أهداف المجلة IV

رسالة المجلة IV

رؤية المجلة IV

قواعد النشر بالمجلة V

البحوث التي احتواها العدد السابع VII

التعليم الفني والتقني في ليبيا وسبل تطويره بما يلبي احتياجات سوق العمل 1

تأثير المعالجات الحرارية عند درجة حرارة الأوستنيت على الصلادة والموصلية الكهربائية للصلب الكربوني عالي الكربون 23

ديناميكية العناصر الغذائية الكبرى خلال تحلل الأوراق الإبرية البنية لأشجار الصنوبر الحلبي (*Pinus halepensis* Mill) في منطقة الجبل الأخضر/ ليبيا 33

استخدام وسائل التواصل الاجتماعي كأداة للتعرف على المواقع السياحية والمقصد السياحي من وجهة نظر طلاب الكليات والمعاهد السياحية 49

دراسة استخدام نسب مختلفة من تفل ثمار الخروب في تغذية أسماك البلطي النيلي وتأثيره في الأداء ومكونات الجسم 65

Simple Design Of Analogue Signals Frequency Meter 83

The relationship between green human resources management (GHRM) and service quality 93

The Cumulative Capacity of *Acacia Cyanophylla* Trees for Heavy Metals in Shahat Forest, Libya 115

كلمة رئيس التحرير

افتتاحية العدد السابع

بسم اللّه الرحمن الرحيم

الحمد للّه رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين، سيد الخلق سيدنا محمد وعلى آله وصحبه والتابعين. وبعد:

يسرُّ أسرة تحرير مجلة السلفيوم للعلوم والتقنية أن تقدّم لكم العدد السابع، والذي يمثل إضافة نوعية في مسيرتنا نحو تعزيز البحث العلمي في مجالات العلوم والتقنية المتنوّعة.

في هذا العدد، نستعرض مجموعة من الأبحاث المحكّمة والمقالات العلمية التي تجسّد جهودًا متميزة لباحثين من مختلف التخصُصات، سواء في العلوم الأساسية، والهندسية، الموارد البشرية، أو العلوم البيئية. كما نسلط الضوء على آخر التطوُرات العالمية في المجالات التقنية، ساعين إلى ربط النظرية بالتطبيق وإثراء الحوار العلمي بين الأكاديميين والمهتمين.

نتوجّه بالشكر الجزيل لكلّ من ساهم في إخراج هذا العدد، من محكّمين ومؤلفين، وفريق التحرير والنشر، كما نخصُّ بالامتنان قراءنا الكرام على ثقتهم ودعمهم المستمر، وحيث نسعى من خلال "**السلفيوم**" إلى أن نكون جسرًا للمعارف الحديثة ونافذة للإبداع العلمي.

واللّه ولي التوفيق

والسّلام عليكم ورحمة اللّه وبركاته

د.منصور سالم عبدالرواف

رئيس التحرير

أهداف المجلة

- تختص المجلة بنشر نتائج الأبحاث والدراسات والمقالات التي يقوم بها أو يشترك في إجرائها أعضاء هيئات التدريس والباحثون في الجامعات والمعاهد العلمية ومراكز البحوث وهيئات البحث العلمي في مجالات العلوم التكنولوجيا (والعلوم المرتبطة بها).
- التطوير المستمر في أساليب النشر والتحكيم والتبادل العلمي مع الجهات المحلية والخارجية
- المساهمة في رفع ترتيب المعهد العالي للعلوم والتقنية شحات بين الجامعات والمعاهد العليا في ليبيا.
- المنافسة مع المجلات العالمية المتخصصة واحتلال مكانة رفيعة بينها.

رسالة المجلة

- نشر الأبحاث العلمية وفق معايير منضبطة بما يحافظ على الأصالة، والمنهجية، والقيم العلمية، ويدعم الإبداع الفكري.
- التميز في تقديم البحوث ذات الأفكار المبتكرة والتي لم يسبق نشرها بمجلات علمية أخرى والمحكمة بواسطة نخبة من العلماء والمتخصصين والإسهام في إخراج بحوث علمية متميزة، وتتحقق رسالتنا من خلال الالتزام بالمعايير العالمية للتميز في مجالات البحث العلمي.

رؤية المجلة

- الريادة العالمية والتميز في نشر البحوث الرائدة المبتكرة الأصيلة؛ لتكون خيار الباحثين الأول لنشر بحوثهم العلمية.
- توثيق ونشر الثقافة العلمية بين الباحثين والتواصل العلمي في مختلف مجالات العلوم التقنية.
- تشجيع قنوات الاتصال بين المختصين في شتى مجالات العلوم والمؤسسات الإنتاجية والتعليمية.
- الارتقاء بمستوى العلوم والأبحاث التطبيقية لخدمة المؤسسات الإنتاجية بليبيا وتطويرها باستحداث الأساليب والوسائل المستخدمة من خلال إصدارات المجلة.

قواعد النشر بالمجلة

- يتم تقديم البحوث المعدة وفقا لشروط المجلة بإرسالها الى البريد الإلكتروني الخاص بالمجلة التالي:
((SJST@ISTC.EDU.LY)) (نسخة الالكترونية واحدة ملف Word).
- تقبل المجلة البحوث العلمية الأصيلة ذات الأفكار المبتكرة والتي لم يسبق نشرها بمجلات أخرى او مؤتمرات وذلك للنشر باللغة الا نجليزية مع ملخص باللغة العربية أو باللغة العربية مع ملخص باللغة الا نجليزية.
- يمكن تقديم البحوث للنشر بالمجلة بعد إعدادها حسب قواعد كتابة البحث الخاصة بالمجلة.
- تنشر البحوث في المجلة حسب أسبقية ورودها وقبول المحكمين للبحث وإعدادها من قبل الباحثين ومراجعتها من قبل هيئة التحرير في أول عدد يصدر عقب انتهاء هذه الإجراءات.
- يرسل البحث بعد استلامه الى اثنين من المحكمين في ذات التخصص وتستعجل تقارير المحكمين بعد شهر من تاريخ إرسال البحث الى المحكم ويسند تحكيم البحث الى محكم أخر عند تأخر التقرير عن شهرين.
- يرفض نشر البحث إذا رفض المحكمين البحث أما إذا كان الرفض من محكم واحد فيرسل البحث لمحكم ثالث ويكون رأيه هو الفيصل.
- بعد قيام الباحث بإجراء التعديلات المطلوبة من قبل المحكمين يرسل البحث الى أحد أعضاء هيئة التحرير للمطابقة.
- يعرض البحث في صورته النهائية علي الباحث (الباحثين) قبل وضعه Online في موقع المجلة.
- يتم طلب دفع رسوم التحكيم من قبل الباحث وطلب صورة عملية التحويل بإرسالها الى البريد الإلكتروني الخاص بالمجلة.
- يتم إبلاغ الباحث ببريد الكتروني رسمي بإتمام عملية النشر في حال إكمال كافة الإجراءات السابقة وإنجاز عملية النشر الفعلي في عدد المجلة و يحصل الباحث على نسخة إلكترونية من العدد الذي اشتمل على البحث المطلوب نشره.
- يجب أن يشتمل البحث على الأقسام الآتية: العنوان ، المؤلف(المؤلفون) ، الكلمات المفتاحية، الملخص (بلغة البحث) ، المقدمة ، طرق البحث ، النتائج و المناقشة و التوصيات، المراجع (يجب فصل النتائج عن المناقشة) ، وأخيرا ملخص باللغة العربية أو الإنجليزية (ليست اللغة المستخدمة لمتن البحث) و يستعمل برنامج Microsoft Office على ورق مقاس A4.

مواصفات تنسيق البحوث:

- يتم استخدام خط Times new Roman حجم 12 لمحتوى البحث واستخدام مسافة 25.1 بين أسطر النصوص، ويتم اعتماد خط 12 غامق اللون (Bold) للعناوين الرئيسية ، و10 لعناوين الجداول والرسومات، ويتم استخدام حجم خط 14 لعنوان الدراسة في الصفحة الرئيسية و12 لأسماء الباحثين علي أن تضبط الهوامش على مسافة 5.2 سم من جميع الاتجاهات.
- يتم كتابة أسماء الباحثين بالترتيب الطبيعي (الاسم الأول ثم الأب ثم اللقب) لكل منهم شاملة جهات عملهم و يحدد اسم الباحث المسئول (Corresponding Author) عن المراسلات بعلامة* ويذكر العنوان الذى يمكن مراسلته عليه وعنوان البريد الالكتروني.
- يجب أن لا يزيد عدد صفحات البحث عن 25صفحة وفي حال زيادة عدد الصفحات عن المذكور فسيتم إضافة رسوم وفقا لحجم الزيادة مقارنة بعدد الصفحات المحددة في المجلة.
- يجب إرفاق ملخص مكون من 250-300 كلمة باللغتين العربية والإنجليزية، بالإضافة إلى ضرورة توفير ما لا يقل عن 4 كلمات مفتاحية لمحتوى الملخص العربي والإنجليزي.

البحوث التي احتواها العدد السابع

اولا: البحوث العربية:

التعليم الفني والتقني في ليبيا وسبل تطويره بما يلبي احتياجات سوق العمل

هدى عمر عمران

تأثير المعالجات الحرارية عند درجة حرارة الأوستنيت على الصلادة والموصلية الكهربائية للصلب الكربوني عالي الكربون

شريفة المبروك عبد المولى، رجاء سعد عثمان مؤمن

ديناميكية العناصر الغذائية الكبرى خلال تحلل الأوراق الإبرية البنية لأشجار الصنوبر الحلبي (Pinus halepensis Mill) في منطقة الجبل الأخضر/ ليبيا

حورية سعد محمد، فرج بدر عبد الكريم وميكائيل يوسف الفيتوري

استخدام وسائل التواصل الاجتماعي كأداة للتعرف على المواقع السياحية والمقصد السياحي من وجهة نظر طلاب الكليات والمعاهد السياحية

عبد الباسط علي عبد الجليل، بلعيد محمد يونس، وليد خليل التاجوري

دراسة استخدام نسب مختلفة من تفل ثمار الخروب في تغذية أسماك البلطي النيلي وتأثيره في الأداء ومكونات الجسم

عبد الباسط حسين إبراهيم فضيل، سالمة إبراهيم أحمدي أمجاور، إبراهيم صالح ميلاد القريولي

ثانيا: البحوث الانجليزية

Simple Design Of Analogue Signals Frequency Meter

Othman Mohammed, Tahani Abdalmawla, Aboubakr Adim

The relationship between green human resources management (GHRM) and service quality

Rafi A. S. Embarak & Abd Alwanis A. S. Almabruk

The Cumulative Capacity of Acacia Cyanophylla Trees for Heavy Metals in Shahat Forest, Libya

Younes Hamad Sheip & Khaled Saad Al-mokhtar

تأثير المعالجات الحرارية عند درجة حرارة الأوستنيت على الصلادة والموصلية الكهربائية للصلب الكربوني عالي الكربون

شريفة المبروك عبد المولى
قسم الهندسة الميكانيكية، المعهد العالي للعلوم والتقنية، البيضاء، ليبيا.

رجاء سعد عثمان مؤمن
قسم الهندسة الكهربائية، المعهد العالي للعلوم والتقنية، البيضاء، ليبيا.

للمراسلة

raja1978momin@gmail.com

مجلة السلفيوم للعلوم والتقنية
SILPHIUM Journal of Science & Technology (SJST)

SJST Vol.07 No.01 2025 (23-32)

www.j.istc.edu.ly
Received 20/09/2024 Revised 29/11/2024 Published online 24/01/2025

تأثير المعالجات الحرارية عند درجة حرارة الأوستنيت على الصلادة والموصلية الكهربائية للصلب الكربوني عالي الكربون

شريفة المبروك عبد المولى [1]، رجاء سعد عثمان مؤمن[2]*
[1] قسم الهندسة الميكانيكية، المعهد العالي للعلوم والتقنية، البيضاء، ليبيا.
[2] قسم الهندسة الكهربائية، المعهد العالي للعلوم والتقنية، البيضاء، ليبيا.
*raja1978momin@gmail.com

الملخص

في هذا البحث، تم تسليط الضوء على أهمية الخواص الميكانيكية والكهربائية للصلب عالي الكربون نظرا لاستخداماته الصناعية الواسعة، والهدف من الدراسة هو دراسة تأثير المعالجة الحرارية عند درجة حرارة الاوستنيت للصلب عالي الكربون على الصلادة والموصلية الكهربائية لهذا النوع من الصلب، لتحقيق هذا الهدف تمت معالجة ستة عينات من الصلب عالي الكربون حرارياً باستخدام فرن كهربائي عند درجة حرارة950 درجة مئوية مع إخضاعها للتبريد بطرق مختلفة حيث أجريت اختبارات الصلادة والموصلية الكهربائية للعينات قبل المعالجة الحرارية وبعدها، وقد أظهرت النتائج تأثيرا ملحوظا للمعالجة الحرارية، حيث زادت الصلادة نتيجة تكوين طور المارتينسيت عند التبريد بالماء، كما تحسنت الموصلية الكهربائية بشكل ملحوظ عند التبريد بالتخمير(Anneling).

الكلمات المفتاحية: المعالجات الحرارية، الاوستنيت، الموصلية الكهربائية، الكربون.

The Effect of Austenitizing Temperature of High Carbon Steel on Hardness And Electrical Conductivity.

SHAREEFAH ALMABROUK ABDULMAWLAY[1], RAJA S O MOMIN[2*]
[1] Department of Mechanical Engineering, Higher Institute of Science and Technology, Al-Bayda, Libya.
[2] Department of Electrical Engineering, Higher Institute of Science and Technology, Al-Bayda, Libya.
*Corresponding Author: raja1978momin@gmail.com

Abstract

In this study, the importance of the mechanical and electrical properties of high-carbon steel was highlighted due to its wide industrial applications. The aim of the research was to investigate the effect of heat treatment at the austenitization temperature on the hardness and electrical conductivity of high-carbon steel. To achieve this, six samples of high-carbon steel were heat-treated using an electric

furnace at a temperature of 950°C, followed by cooling using different methods. Hardness and electrical conductivity tests were conducted on the samples before and after heat treatment. The results showed a significant impact of the heat treatment, with an increase in hardness due to the formation of martensite during water quenching, and a noticeable improvement in electrical conductivity with annealing cooling.

Keywords: Heat treatments, austenite, electrical conductivity, carbon.

المقدمة

كانت المعادن دائماً وأبداً هي نعمة الهندسة، وتعلم المهندسون بدورهم كيفية تحسين العديد من المعادن وتكييف خواصها بالمعالجات الحرارية وفقًا لمتطلبات سوق العمل، والمعالجات الحرارية Heat Treatments، تسمي أيضا المعاملات الحرارية، وهي بوجه عام عمليات صناعية تجرى على أنواع كثيرة من المواد الهندسية بغرض التحكم في خواصها المختلفة، ولاسيما الخواص الميكانيكية ذلك تحسينا لخواص المنتج النهائي، أو لتسهيل عمليات التصنيع اللاحقة، حيث نشأت هذه المعالجات وارتبط اسمها بصناعة الصلب بشكل خاص والفلزات بشكل عام نظرا لأهمية وقدرة المعالجات الحرارية علي تغيير وتعديل بعض خواص هذه المواد، هذه القدرة على تغيير هيكل الصلب الكربوني عن طريق المعالجة الحرارية مفيدة للغاية تسمح للمهندس باختيار التوازن الصحيح للقوة والمتانة والصلابة (مقاومة التآكل) حسب التطبيق(بشير والسراج ، 2012).

المعالجة الحرارية هي التسخين والتبريد المتحكم فيه للمعادن لتغيير خصائصها الفيزيائية والميكانيكية دون تغيير شكل المنتج وإعطاء خصائص معينة للمعادن والسبائك الصلبة وفقًا لتركيبها الكيميائي غالبًا ما ترتبط المعالجة الحرارية بزيادة قوة المواد، ولكن يمكن استخدامها أيضًا لتغيير بعض أهداف التصنيع مثل تحسين المعالجة وتحسين القابلية للتشكيل واستعادة الليونة، بالتالي فهي عملية تصنيع تمكينية للغاية، ولكن يمكنها أيضًا تحسين أداء المنتج عن طريق زيادة القوة، أو الخصائص الأخرى المرغوبة مثل المتانة والصلابة والمرونة ومقاومة التآكل ومقاومة الحرارة ومقاومة الإجهاد (بغني ، 2014).

والصلب الكربوني موضوع الدراسة من المواد المناسبة بشكل خاص للمعالجة الحرارية؛ لأنه يستجيب بشكل جيد للمعالجة الحرارية والاستخدام التجاري للصلب يتجاوز استخدام أي مادة أخرى وقد أصبح العملاء يطمعون في مثل هذه المواد (عبد الحسن،2011) .

والهدف من المعالجات الحرارية المطبقة على الصلب كثيرة ولكن ركزنا في هذا البحث على تحسين الخواص الميكانيكية متمثلة في الصلادة والخواص الكهربائية المتمثلة في الموصلية الكهربائية وتم استخدام ثلاثة أنواع من المعالجات الحرارية (تخمير – تقسية – معادلة).

أظهرت نتائج البحوث التي أجريت على الصلب العالي الكربون تأثير المعالجات الحرارية على الخواص الميكانيكية والكهربائية، حيث درس الباحث(Alain and Druce, 2014) تأثير المعالجة الحرارية للسطح عن طريق المراجعة وأظهرت النتائج الحصول على صلادة سطحية عالية بسبب ظهور طور المارتنسيت بينما لوحظ أنه عند درجة حرارة المراجعة (300-700) تناقصت الصلادة السطحية بسبب ظهور طور السيمنتيت لعدم اكتمال نشوء طور المارتنسيت مما ساعد في التخلص من الإجهادات الداخلية (بشير وآخرون ، 2019).

أما الباحثين (Wilzer and Weber , 2012) فقد أجريا دراسة حول العلاقة بين المعالجة الحرارية والبنية المجهرية والخواص الميكانيكية والموصلية الكهربائية للصلب, بينت الدراسة وجود علاقة عكسية بين الصلادة والموصلية الكهربائية.

درس الباحث(Wei Kong et al., 2011) تأثير طور الأوستنيت للصلب الكربوني على المجال الكهربائي والصلادة , وأوضحت النتائج تأثير المارتنسيت على زيادة الصلادة مع انخفاض في الجهد مما يعني انخفاض للمقاومة وبالتالي ارتفاع للموصلية الكهربائية.

حيث تتغير المقاومة النوعية لمادة بتغير درجة الحرارة لهذا فان قيمة المقاومة الكهربائية للمواد عند درجة حرارة 20 درجة مئوية كما تعطي المعامل الحراري الذي يمكن حساب المقاومة عند درجة حرارة أخرى فإن بدأنا من المعادلة (1):

$$R20 = \rho 20 * l/A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

وإذا أردنا حساب المقاومة عند درجة حرارة معينة فيمكن حسابها من خلال المعادلة (2):

$$RT = R0[1+\alpha(T-T0)] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث المعامل الحراري للمقاومة : α

هي المقاومة في الدرجة صفر درجة مئوية : $R0$

المقاومة في الدرجة المطلقة كيلفن : RT

هي درجة الحرارة صفر مئوية وتقابل 273.15 :$T0$ k

وبحسب مادة المقاومة قد تتزايد المقاومة النوعية بارتفاع درجة الحرارة فتسمى تلك المقاومة موصل بارد وهو النوع الغالب, كما توجد مواد تقل مقاومتها بارتفاع الحرارة وتسمى الموصل الساخن ويكون المعامل الحراري لها سالب.

يستفاد من هذه الخاصية اعتماد المقاومة على الحرارة في تقنية القياس وفي تقنية الضبط مثل في الترمومتر وفي الترموستات وفي مفاتيح تحديد التيار. وقد ابتكرت سبائك تحافظ على ثبات مقاومتها رغم تغير درجة الحرارة في حدود واسعة مثلما في حالة مقاومة القياس(Mott, 1936).

تكون الذرات في المادة في حالة حركة اهتزازية دائمة حول مواضع توازنها، ويمكن لبعضها أن ينخلع من مكانه إلى مكان آخر وقد تأتي ذرة أخرى وتحل مكانه في المعادن بشكل عام توجد إلكترونات حرة في حالة حركة، وتكون الذرات على شكل أيونات موجبة حيث تغادر الإلكترونات السطحية ذراتها بسبب التداخل بين مدار التكافؤ والناقلية، مع ارتفاع درجة الحرارة تزداد حركة الذرات أكثر وتحدث اضطرابات في المجالين الكهربائي والمغناطيسي داخل المعدن، وبالتالي تتأثر بها حركة الإلكترونات في المعدن عند تطبيق جهد خارجي عليه، ويؤدي هذا إلى ارتفاع مقاومة المعادن مع ارتفاع درجة حرارته (Tulsiyan and Sarang, 2008).

لا توجد صيغة عامة ودقيقة تحكم جميع المواد لعلاقة المقاومة الكهربائية بدرجة الحرارة، لكن بشكل عام يمكن اعتبار العلاقة التجريبية بين المقاومة الكهربائية للمادة ودرجة الحرارة، يمكن اعتمادها في الحالة الخطية لدرجات الحرارة العادية إلى المتوسطة، لكن مع ارتفاع الحرارة أكثر يجب إدخال القوى الأكبر لمتحول درجة الحرارة في العلاقة، لأنها تكون بشكل سلسلة قوى رياضية (Tian and Hu, 2012).

المواد وطرق العمل

تجهيز عينات الاختبار

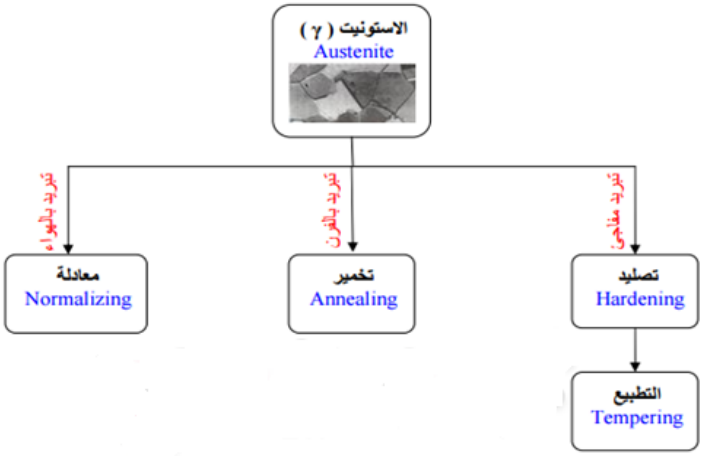
1 - تم استخدام صلب عالي الكربون والمبين تركيبه الكيميائي في الجدول (1) حيث تم الحصول على عدد من العينات من الصلب الكربوني العالي الكربون من الشركة الليبية للحديد والصلب مصراته.

الجدول(1): التركيب الكيميائي لعينات للصلب العالي الكربون

C	Si	Mn	P	S	Al	Cu	Ni	رقم العينة
0.88	0.14	0.41	0.12	0.10	0.63	0.28	0.05	**1**
1.09	0.23	0.50	0.22	0.10	0.31	0.17	0.07	**2**
1.07	0.15	0.88	0.27	0.12	0.95	0.32	0.03	**3**
0.98	0.36	0.47	0.24	0.09	0.38	0.22	0.06	**4**
0.80	0.22	0.36	0.19	0.09	0.21	0.41	0.03	**5**
1.16	0.26	0.52	0.25	0.10	0.36	0.33	0.03	**6**

2- تم تجهيز 6 عينات وتم تقسيمها إلى ثلاث مجموعات ابعادها (11.5cm×2cm×0.2cm) كما موضح في الشكل (1) لغرض إخضاعها للمعالجات الحرارية والشكل (2) يوضح مخطط أنواع المعالجات الحرارية التي استخدمت في الدراسة

الشكل (1) شكل العينة قيد الدراسة



الشكل (2) مخطط المعالجة الحرارية

3- تم تصنيف العينات بحيث يتم اختيار كل عينتين مع بعضها بحيث تكون متقاربة في الحجم.

4- أخيرا تم ترميز هذه العينات لكي يسهل التعامل معها دون أي أخطاء حيث أن العينتين (1,2) خضعت للمعالجة بالتخمير والعينتين(4,3) للمعالجة بالتصليد عن طريق التبريد السريع والعينتين (6,5) للمعالجة بالمعادلة.

اختبار الخواص الميكانيكية والكهربائية:

تم إخضاع العينات القياسية من الصلب غير المعالج التي كانت بمثابة عنصر التحكم، والصلب المعالج حرارياً ذلك من أجل تحديد بعض الخواص الميكانيكية والكهربائية المحددة حيث تم إجراء اختبار صلادة روكويل***HRC*** وحساب الموصلية الكهربائية عن طريق قياس المقاومة باستخدام الجهاز ***LCR METER*** قبل المعالجة .

المعالجة الحرارية للعينات:

تم تسخين العينات إلى درجة حرارة 950درجة مئوية فوق درجة حرارة التبلور مما يساهم في تغيير البنية الداخلية إلى طور الأوستنيت باستخدام فرن كهربائي نوع: Carbolite High-Temperature Box) Furnace, 1600C). كما هو موضح في الشكل (3).

الشكل (3) الفرن الكهربائي المستخدم في المعالجات الحرارية

أولا المعالجة الحرارية بالتخمير(Annealing)

العينتان (2,1) تركت لتبرد داخل الفرن بعد إطفائه الى درجة حرارة الغرفة وهذا يسمح بتقليل الاجهادات واعادة تنظيم البنية البلورية.

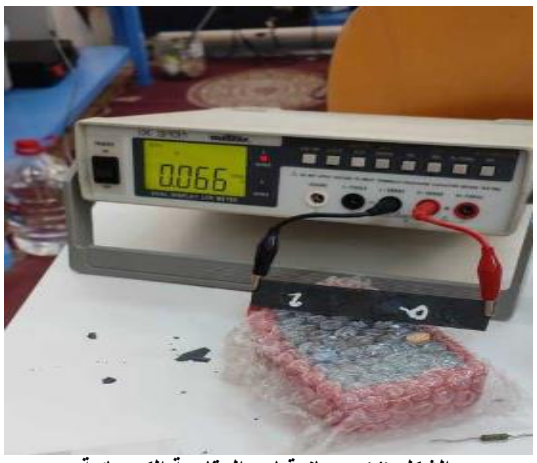
ثانيا المعالجة الحرارية بالتقسية (Quenching)

تركت العينتان (4,3) في الفرن لمدة (30 min) ثم تم إخراجهما من الفرن لتبرد في الماء مع التحريك للحصول على صلادة عالية.

ثالثا المعالجة الحرارية بالمعادلة (Normalizing)

تم تبريد العينتان (6,5) في الهواء بمعدل معتدل بدرجة حرارة الغرفة مما يؤدي إلى تكوين بنية متجانسة.

تم قياس الصلادة باستخدام جهاز رويكول للصلادة وقياس المقاومة باستخدام جهاز ***LCR METER*** كما موضح بالشكل (4) ومن ثم حساب الموصلية.



الشكل (4): جهاز قياس المقاومة الكهربائية

النتائج

جدول 2 قيم الموصلية الكهربائية قبل المعالجة

رقم العينة	R(Ω) المقاومة	G(S) الموصلية الكهربائية
1	0.5	2
2	0.5	2
3	0.4	2.5
4	0.5	2
5	0.4	2.5
6	0.5	2

جدول 3 قيم الصلادة قبل المعالجة

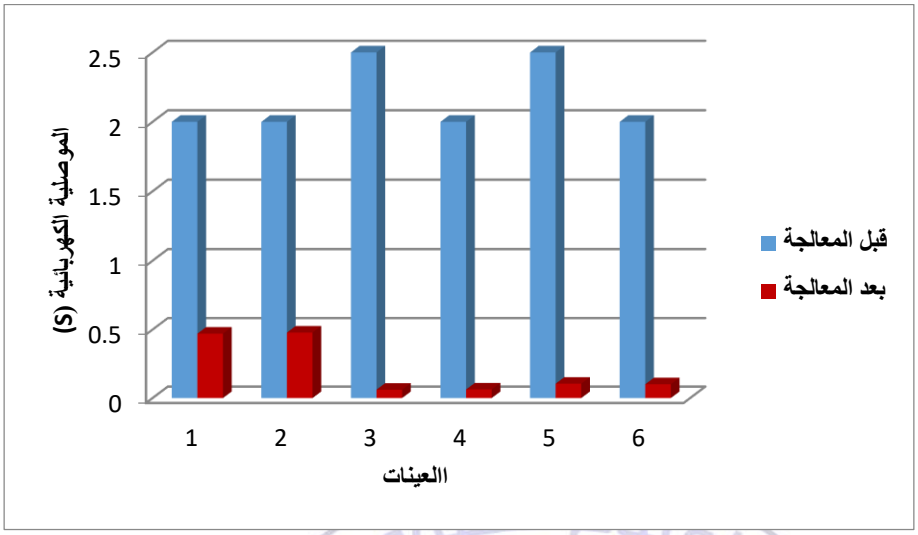
رقم العينة	الصلادة
1	74
2	53
3	53
4	47
5	52
6	50

جدول 4 قيم الموصلية الكهربائية بعد المعالجة

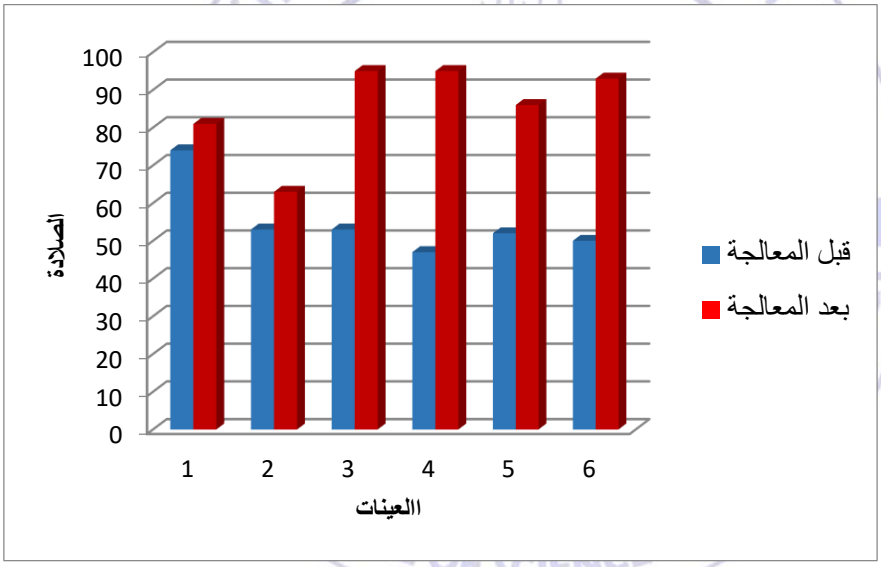
رقم العينة	الصلادة
1	**81**
2	**63**
3	**95**
4	**95**
5	**86**
6	**93**

جدول (5) قيم الصلادة بعد المعالجة

رقم العينة	R(Ω) المقاومة	G(S)الموصلية الكهربائية
1	2.124	0.470
2	2.09	0.478
3	16.2	0.061
4	15.7	0.063
5	9.45	0.105
6	9.85	0.101



الشكل (5): العلاقة البيانية للموصلية الكهربائية قبل وبعد المعالجة



الشكل (6): العلاقة البيانية الصلادة قبل وبعد المعالجة.

المناقشة

من خلال نتائج تأثير المعالجات الحرارية عند درجة حرارة الأوستينيت ونوع وسط التبريد، كما هو مبين في الشكل، فإن العينة المبردة بالماء (المعالجة بالتقسية) لها أعلى قيم للصلادة مقارنة بالعينات الأخرى، حيث تصل إلى أعلى قيمة (HRC95) ويرجع ذلك إلى تكوين طور المارتينسيت، والذي يتحول من طور الأوستينيتوالفريت، والذي يتشكل بالمعدل العالي للتبريد، والذي بدوره يمنع الانتشار السريع للذرات إلى تشكيل السيمنتيتfe3c.

ونلاحظ أن العينة المبردة بالهواء(المعالجة بالمعادلة) متقاربة في قيم الصلادة مع المعالجة بالتقسية، أما المعالجة بالتخمير فهي الأقل بعد ذلك بسبب انخفاض معدل التبريد إذا أمكن الحصول على صلابة أعلى؛ لأن التبريد يكون أسرع، أما العينات التي لم تخضع للمعالجة الحرارية فهي الأقل بين العينات الأخرى المعالجات الحرارية، وهذا بدوره يعكس أهمية بحثنا في الحصول على صلادة أعلى حيث لم يظهر التركيب المارتنسايتي إلا عند التبريد بسرعة عالية جدا" (في الماء) حيث يتحول الأوستنايت عندها إلى مارتنسايت، وفي ذلك دلالة على أن الحصول على التركيب المارتنسايتي يحتاج إلى معدل سرعة تبريد عالية حيث يستمر الأوستنايت في فرط التبريد دون أن يتمكن من قطع خطوط التحولات الطورية م وضوع بحثنا.

ومن خلال البحث يمكن اختيار أسلوب (وسط التبريد) المناسب الذي يحقق المواصفات المطلوبة التبريد في عملية التصلد المستعملة في المعاملات الحرارية لهذا النوع من الصلب.

كما لوحظ من خلال النتائج المعملية لقياس المقاومة الكهربائية للعينات قيد الدراسة، ومن ثم حساب قيمة الموصلية الكهربائية، وعند المقارنة بين قيم الموصلية الكهربائية قبل المعالجة الحرارية، وبعد المعالجة لوحظ انخفاض في قيمة الموصلية الكهربائية بسبب الارتفاع الكبير في درجة الحرارة الذي يؤدي إلى عدم استقرار الذرات، وتكون في حالة حركة اهتزازية دائمة ويمكن أن تحتل ذرة مكان ذرة أخرى مما يؤدي الى اضطرابات في المجالين الكهربائي والمغناطيسي بالتالي تناثر حركة الإلكترونات المسببة في نقل التيار فترتفع قيمة مقاومة المعدن وانخفاض الموصلية الكهربائية تبعا لذلك .

ومن الملاحظ كذلك أن الموصلية الكهربائية تختلف حسب المعالجة المطبقة على المعدن، فمن خلال دراسة النتائج يتضح أن المعالجة الحرارية ذات التبريد البطيئ بالتخمير تعطي أفضل النتائج بالنسبة للموصلية.

الاستنتاج

نستنتج من هذا البحث مايلي:

1- أن صلادة الصلب يمكن أن ترتفع عند زيادة معدل سرعة التبريد بالماء وتنخفض عند التبرد بداخل الفرن المغلق أي عند المعالجة بالتخمير وهذا يوسع مجالات استخدامها حسب الحاجة إلى الصلادة والمتانة المطلوبة.

2 -إن التبريد البطئ قد تسبب في النمو البلوري بحيث تظهر الحدود البلورية عليها بعض الكربيدات.

3- إمكانية استخدام أوساط تبريد مختلفة للسبيكة عند المعاملات الحرارية للحصول على الصلادة والتركيب المناسبين.

4- تزداد الصلادة مع زيادة حجم حبيباتها وستينت عند درجة حرارة الأوستينيت؛ لأن مساحة حدود الحبيبات تتناقص وهذا يعني أنه يتم تقليل مواقع تنوي الفريتو البرليت مما يؤدي إلى إبطاء هذه التحولات وبالتالي تزداد صلادة الصلب.

5- انخفضت الصلادة بعد عملية المراجعة عند درجة حرارة 450 º لتصل إلى 70 HRC º حيث لن يكون أي أثر للأوستنايت في التركيب.

6- -نستنتج أن الحديد عالي الكربون خواصه وتركيبته تختلف عن باقي المعادن من النحاس، حيث أن ارتفاع درجة حرارته بشكل كبير يؤدي إلى ارتفاع كبير في المقاومة وانخفاض في موصليته الكهربائية .

المراجع

[1]- إخلاص أحمد بشير، غيداء إبراهيم حسين السراج " تأثير المعاملات الحرارية على مقاومة تآكل صلب متوسط الكاربون في مياه عين كبريت" , مجلة تكريت للعلوم الهندسية, المجلد19 , العدد 3 , أيلول 2012 .

[2]- محمد عبدالصادق عبدالحسن, " تأثير التصليد السطحي على التآكل الكيميائي والتآكل الكيميائي-الميكانيكي لفولاذ منخفض الكربون " مجلة كلية الهندسة، جامعة النهرين، المجلد71 ,العدد2، ص 34 ، 2011.

[3]- د عيسى مسعود بغني، " أساسيات هندسة المواد ", الهيئة الليبية للبحث والعلوم و التكنولوجيا, الطبعة الأولى 2014 , دار الكتب الوطنية – بنغازي .

[4] - عبدالناصر علي بشير، طارق خليل إبراهيم , فتحي عمر الأطرش ," استخدام الزيوت النباتية كوسيط لتبريد في عملية تصليد الصلب الكربوني العادي " كلية التقنية الهندسية – جنزور، قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية – ليبيا , Volume s .6.Issue1- June 2019

[5]. Kusmoko, A., Dunne, D., Dahar, R., & Li, H. (2014). Surface treatment evaluation of induction hardened and tempered 1045 steel.

Wilzer, J., Weber, S., Escher, C., & Theisen, W. (2012). On the relationship of heat treatment, microstructure, mechanical properties, and thermal conductivity of tool steels. In *TOOL* (pp. 143-152). [7]. Kong, W., Cang, D. Q., & Song, J. H. (2011). Influence of Austenization with Pulsed Electric Field on a Low-Carbon Steel.

Mott, N. F. (1936). The electrical conductivity of transition metals. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A-Mathematical and Physical Sciences*, *153*(880), 699-717.

Tulsiyan, P., Sarang, S., & Sastry, S. K. (2008). Electrical conductivity of multicomponent systems during ohmic heating. *International Journal of Food Properties*, *11*(1), 233-241.

Tian, X., & Hu, H. (2012). Test and study on electrical property of conductive concrete. *Procedia Earth and Planetary Science*, *5*, 83-87.