دراسة تطبيقية عن كفاءة استخدام زيوت معدنية مستهلكة في عملية تصليد الصلب الكربوني (ASTM1050)

طارق خليل إبراهيم [1] ، ناصر محمد الخمري[2] ، حسين علي وحيدة [3] ، خالد أحمد المصراتي[4]

كلية التقنية الهندسية / قسم الهندسة الميكانيكية والصناعية / جنزور/ ليبيا [3،1،2]

المعهد العالي للعلوم والتقنية / قسم الهندسة الميكانيكية / سوق الجمعة / طرابلس / ليبيا[4]

الملخص

تم تنفيذ هذه الدراسة للبحث عن كفاءة استخدام نوعين من الزيوت المعدنية المنتجة محلياً وهي في حالة استهلاك كوسط تبريد في عملية تصليد صلب متوسط الكربون نوع (ASTM1050) حسب المواصفات القياسية الأمريكية لفحص المواد، على اعتبار رقم الصلادة التي تم الحصول عليها هي مقياس الكفاءة وذلك بمقارنتها مع حالة استخدام زيوت معدنية جديدة من نفس النوع (زيت الثريا – زيت سهيل). قدمت نتائج الدراسة مؤشرات واضحة على نجاح استخدام الزيوت المعدنية المستهلكة كوسط تبريد في عملية التصليد وأشرت على وجود تفاوت بسيط للغاية عن كفاءة تقدمها زيوت معدنية جديدة، وهذا يشجع على التوصية باستخدام زيوت معدنية مستهلكلة بدلاً من زيوت معدنية جديدة وهذا يحقق كفائة المنتج فنياً مع تحقيق تفوق مملوس في خفض الكلفة.

الكلمـات الدّالّـة: صلب متوسط الكربون، المعالجات الحرارية للصلب الكربوني، التصليد، زيت معدني مستهلك، رقم صلادة روكويل ، الكلفة. HRC

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

1. المقدمة

تعتبر عائلة الصلب الكربوني العادي واحده من أهم عوائل المعادن المستخدمة عالمياً في الصناعة وفي التطبيقات الهندسية المختلفة، وذلك لما تتميز به هذه العائلة من المعادن من خواص هندسية متميزة مع توافرها وانخفاض كلفتها بما يجعلها في موقع من الصعب للغاية منافستها، ويعزز ذلك هو توفر الإمكانية للحصول على خواص ميكانيكية مرغوبة لنوع محدد من الصلب الكربوني من خلال تطبيق المعالجات الحرارية المختلفة، يعتبر التصليد أحد أهم المعالجات الحراريه التي تنفذ على الصلب الكربوني العادي لأجل رفع قيمة صلادته بشكل كبير، والشرط الأساسي لنجاح تنفيذ هذه المعالجة أن يكون الصلب الكربوني العادي لديه نسبة كربون أكبر من (0.3 %)[2،1].

يوجد العديد من أوساط التبريد التي يمكن استخدامها في عملية تصليد الصلب الكربوني العادي، يعتبر الزيت المعدني أحد هذه الأوساط الواسعة الأستعمال وتعتبر كلفة الزيت المعدني أحد عوامل رفع الكلفه الاجمالية للصلب المعالج، إن عملية نجاح إستخدام زيوت معدنية مستهلكة سيكون عاملاً فعالاً في خفض الكلفة مع تحقيق الكفاءة المطلوبة للمنتج[4،3].

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

1.1 أنواع الصلب الكاربوني العادي

يمكن تصنيف الصلب الكربوني العادي وهوأساساً سبائك من الحديد والكربون إلى ثلاثة أنواع، حيث تعتبر نسبة الكربون المحدد الرئيسي لتصنيف الصلب الكربوني العادي وكما يلي:

أ- صلب منخفض الكربون: وفيه نسبة كربون أقل من (0.3 %)، وهو صلب طري ولا يستجيب هذا النوع لعملية المعالجة الحرارية بالتصليد، يستخدم بشكل واسع في صناعة الشرائط المعدنية والمسامير والعلب المعدنية.

ب- صلب متوسط الكربون: وفيه نسبة الكربون بين (0.3 % الى 0.6 %)، وهو صلب متوسط الصلادة ويمكن رفع صلادته بالمعالجة الحرارية بالتصليد، وهو صلب واسع الإنتشار في تطبيقات إنشاء أجزاء الآلات.

ت- صلب عالي الكربون: وفيه نسبة الكربون تتراوح بين (0.6 % الى 1.5 %)، صلادته مرتفعة نسبياً ويمكن تصليدة ويستخدم بشكل واسع في صناعة العُدد مثل المبارد[1،2،5].

2.1 المعالجات الحرارية للصلب الكربوني العادي

يمكن تطبيق المعالجة الحرارية على الصلب الكربوني العادي، وتتحكم نسبة الكربون في الصلب والغرض من الإستخدام في نوع المعالجة الحرارية المنفذة، ويوجد أربعة أنواع رئيسية من المعالجات الحرارية وهي:

- التطبيع (المعادلة) Normalizing
- التخمير Annealing
- التصليد (التقسية) Hardening
- المراجعة Tempering

وتنفرد عملية التصليد بكونها تطبق على الصلب الكربوني القابل للتصليد (يملك نسبة كربون أكثر من 0.3 %)، وتطلق تسمية الصلب الكربوني غير القابل للتصليد على النوع الذي لديه نسبة كربون أقل من (0.3 %) [3،4].

1.2.1 أوساط التصليد

تعتبر أوساط التصليد عاملاً رئيسياً في التأثير على درجة الصلادة للصلب الكربوني المعالج وفيما يلي أوساط التصليد (التبريد) متسلسلة تبعاً لسرعة التبريد (التي تقدم الصلادة الأعلى):-

1) 5 % صودا كاوية 2) 5 – 20 % محلول ملحي 3) ماء بارد 4) ماء دافئ
5) زيت معدني 6) زيت حيواني 7) زيت نباتي[1]

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

2.الزيوت المعدنية

وهي زيوت ذات أصل معدني بترولي، ويتم الحصول عليها كمنتج من عملية تقطير البترول الخام في برج التقطير عند درجة حرارة 350م° ، تستخدم هذه الزيوت المعدنية في تزييت أجزاء الآلات، تعتبر السيارات هي الأكثر أستخداماً لهذه الزيوت عالمياً، وللزيت المعدني عمر تشغيلي محدد يتم بعدها التخلص من الزيت المعدني المستهلك والذي يعتبر مادة عديمة الكلفة[6].

3.خطة البحث والتنفيذ

لغرض تنفيذ البحث المتعلق بدراسة كفاءة استخدام زيوت معدنية مستهلكة في عملية تصليد الصلب الكربوني العادي، تم تجهيز المستلزمات المطلوبة لإنجاز البحث من مواد الخام ومعدات التشغيل والفحص وكما يلي:-

- **الخامات اللازمة:** تم الحصول على عمود أستواني مصمت من الصلب الكربوني العادي نوع (ASTM1050)، بقطر 35مم طول 210مم، ويوضح الجدول (1) المكونات الكيميائية لهذا الصلب

الجدول 1 : النسب المئوية للمكونات الكيميائية للصلب الكربوني

C	S	Cu	P	Mo	Mn	Cr	Fe
0.47	0.023	0.11	0.017	0.04	0.54	0.21	Bal.

وكذلك تم تجهيز نوعين من الزيوت المعدنية المنتجة محلياً بكمية (2) لتر لكل نوع، (زيت الثريا) و (زيت سهيل)، جديدة ومستهلكة.

- تجهيز عينات الصلب الكربوني: تحتاج الدراسة الى استخدام خمسة عينات من الصلب الكربوني تكون متناظرة، وتم استخدام آلة خراطة مع قلم قطع والحصول على العينات الخمسة (قطر 35مم – طول 35مم)، عينة لكل حالة تصليد (أربعة حالات تصليد) وعينة لايتم معالجتها حرارياً تستخدم لغرض المقارنة.
- تنفيذ عملية التصليد: تم تجهيز فرن حث كهربائي لغرض تنفيذ عمليات التصليد للعينات، حددت درجة حرارة التحول الأستنايتي الخاص بالصلب من منحنى التوازن الحراري (الحديد– كربون) والدرجة الحرارية 840م° وحسب زمن التشبع الحراري على أساس (1 دقيقة/مم) وبذلك يكون الزمن 35 دقيقة لكل عينة، وتم إنجاز التصليد لكل العينات وبشكل متناظر لتجنب أي إختلاف يؤثر على النتائج.
- قياس الصلادة: تم قياس صلادة العينات الخمسة بإستخدام جهاز روكويل حسب مقياس C.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

4.النتائج ومناقشتها

1.4 النتائج

يوضح الجدول (2)، أرقام الصلادة التي تم الحصول عليها لجميع عينات الدراسة.

الجدول 2: رقم الصلادة HRC لجميع العينات

رقم العينة	حالة العينة	وسط التصليد	رقم الصلادة (HRC)
1	غير معالجة	–	7
2	مصلدة	زيت ثريا جديد	23
3	مصلدة	زيت ثريا مستهلك	22
4	مصلدة	زيت سهيل جديد	21.5
5	مصلدة	زيت سهيل مستهلك	20

2.4 مناقشة النتائج

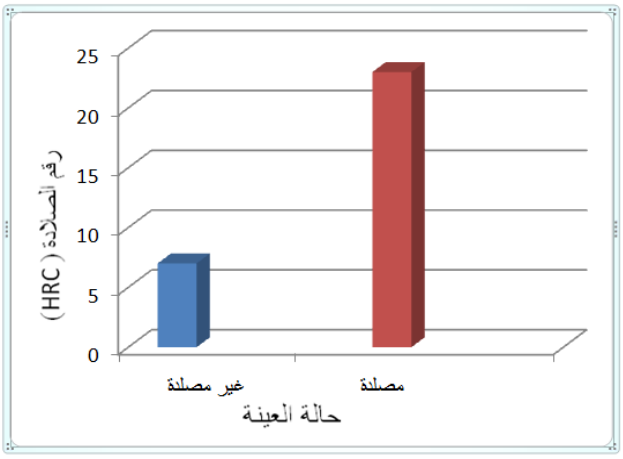
لغرض مناقشة نتائج البحث والموضحة في الجدول (2) سيتم تقييم كفاءة الأداء للزيوت المعدنية الأربعة مع إجراء مقارنات لتوضيح كفاءة الأداء بالمقارنة مع عينة من الصلب غير معالجة حرارياً بالتصليد وكذلك المقارنة بين كفاءة الأداء للزيت المعدني المستهلك والزيت غير المستهلك لكل حالة، وكما يلي:-

1- كفاءة زيت الثريا: أ- الجديد

ب- المستهلك

أ- كفاءة زيت ثريا جديد: يوضح الشكل (1) مقارنة لرقم الصلادة التي تم الحصول عليها عند استخدام زيت ثريا جديد كوسط للتبريد مع رقم الصلادة لعينة غير مصلدة.

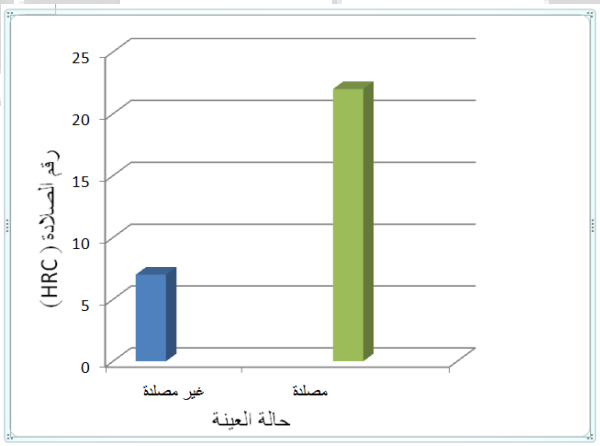
Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



الشكل 1 : مقارنة بين رقم الصلادة لعينة غير مصلدة وعينة مصلدة بإستخدام زيت ثريا جديد

نجد ارتفاعاً كبيراً في الصلادة ونسبته تصل الى (228.5 %) من الصلادة الأولية للعينة

ب- كفاءة زيت ثريا مستهلك: يوضح الشكل (2) مقارنة لرقم الصلادة التي تم الحصول عليها عند استخدام زيت ثريا مستهلك كوسيط للتبريد مع رقم الصلادة لعينة غير مصلدة

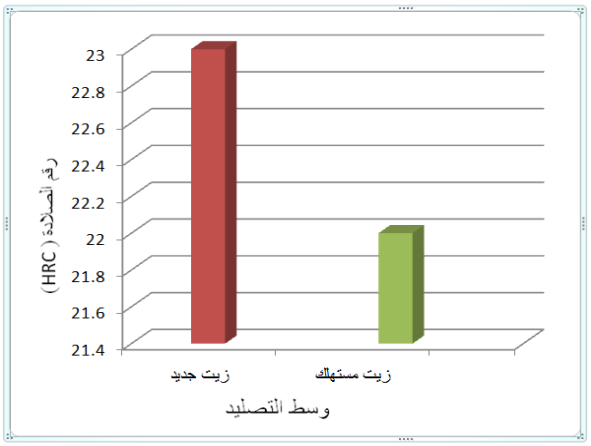


الشكل 2: مقارنة بين رقم الصلادة لعينة غير مصلدة مع عينة مصلدة بإستخدام زيت ثريا مستهلك

يوضح الشكل (2) وجود زيادة واضح لرقم الصلادة عند التصليد للعينة بإستخدام زيت ثريا مستهلك والنسبة في الزيادة تصل إلى (214.3 %).

ولأجل تقييم أداء التصليد بزيت ثريا مستهلك نضعة في مقارنه مع أداء التصليد بزيت ثريا جديد ويوضح الشكل (3) أدناه هذه المقارنة

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



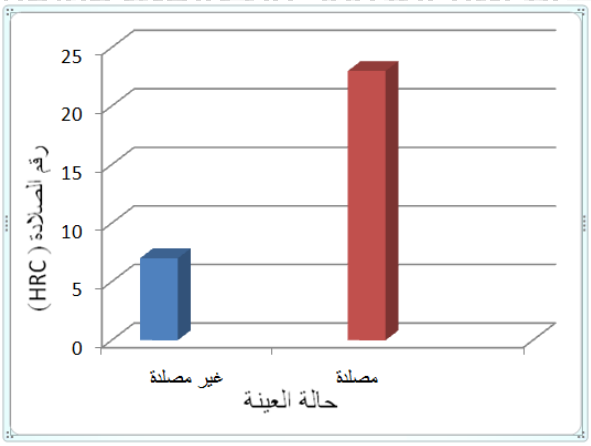
الشكل 3: مقارنة الأداء بين وسطي التصليد لزيت الثريا (جديد – مستهلك)

نلاحظ في الشكل (3) وجود تقارب كبير في الأداء بين حالتي زيت الثريا (الجديد – المستهلك)، ويمكن التعبير عن كفاءة أداء الزيت المستهلك بنسبة تصل إلى (95.6 %) من كفاءة أداء زيت ثريا جديد وهذه نسبة ممتازة وتدل على نجاح أداء زيت الثريا المستهلك.

2- كفاءة زيت سهيل: أ- الجديد

ب- المستهلك

أ- كفاءة زيت سهيل جديد: يوضح الشكل (4) مقارنة لرقم الصلادة التي تم الحصول عليها عند استخدام زيت سهيل جديد كوسط للتبريد مع رقم الصلادة لعينة غير مصلدة.

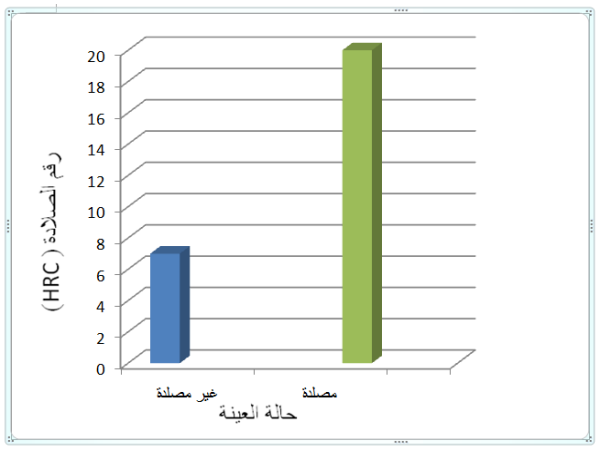


الشكل 4: مقارنة بين رقم الصلادة لعينة غير مصلدة وعينة مصلدة بإستخدام زيت سهيل جديد

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

يوضح الشكل (4) إرتفاع كبير في الصلادة وبنسبة تصل الى (207.1 %) عند استخدام زيت سهيل جديد كوسط تبريد.

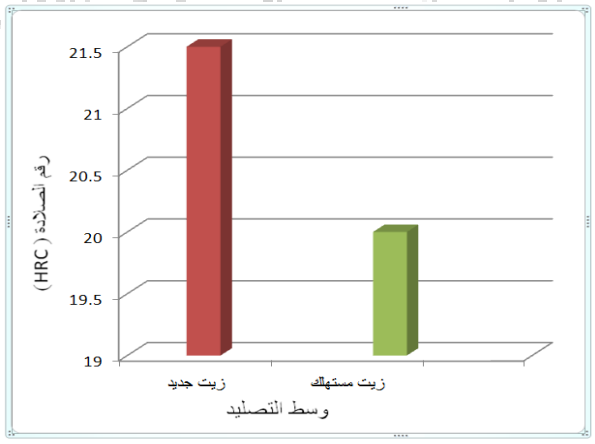
ب- كفاءة زيت سهيل مستهلك: يوضح الشكل (5) مقارنة لرقم الصلادة التي تم الحصول عليها عند التصليد بإستخدام زيت سهيل مستهلك مع رقم الصلادة للعينة غير مصلدة.



الشكل 5: مقارنة الصلادة بين عينة مصلدة بزيت سهيل مستهلك وعينة غير مصلدة

يوضح الشكل (5) وجود إرتفاع كبير في رقم الصلادة للعينة من الصلب الكربوني بعد تصليدها بإستخدام زيت سهيل مستهلك ونسبة الارتفاع هي (185.7 %).

ولأجل تقييم أداء التصليد بزيت سهيل مستهلك نضعه في مقارنة مع أداء التصليد بإستخدام زيت سهيل جديد، ويوضح الشكل (6) هذه المقارنة

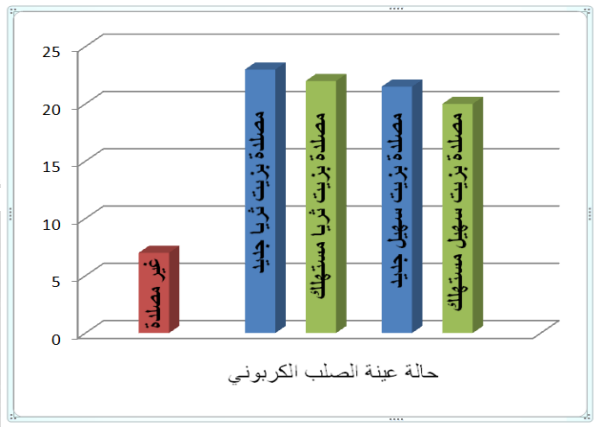


الشكل 6: مقارنة الأداء بين وسطي التصليد لزيت سهيل (جديد – مستهلك)

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

يوضح الشكل (6) أعلاه وجود تقارب كبير في الأداء بين حالتي الزيت (سهيل جديد – سهيل مستهلك)، ويمكن التعبير عن كفاءة الأداء زيت سهيل المستهلك نسبة الى زيت سهيل الجديد بنسبة تصل الى (93 %) وهي نسبة جيدة جداً وتؤشر على نجاح إستخدام زيت سهيل مستهلك.

ولأجل وضع تصور عن مقارنة كفاءة الأداء لنوعي الزيت المعدني (الثريا – سهيل) في الحالتين (الجديد – المستهلك) نضع جميع العينات المصلدة في مقارنة مشتركة مع عينة الصلب الكربوني غير مصلدة، ويوضح الشكل (7) هذه المقارنة.



الشكل 7: مقارنة بين رقم الصلادة لجميع العينات المصلدة وعينة غير مصلدة من الصلب الكربوني (ASTM1050)

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

يوضح الشكل (7) وجود التقارب بين كفاءة الأداء لنوعي الزيت المعدني (الثريا – سهيل) في الحالتين (جديد – مستهلك) كأوساط تبريد في عملية تصليد الصلب متوسط الكربون (ASTM1050) مع تسجيل تفاوت بسيط، ووجد زيادة كبيرة لقيمة الصلادة للعينة غير المصلدة ولجميع عمليات التصليد المنفذة.

5.الاستنتاجات والتوصيات

1.5 الاستنتاجات

من مجمل البحث المنجز والمتعلق بدراسة كفاءة استخدام زيوت معدنية مستهلكة كوسط للتبريد في عملية تصليد صلب متوسط الكربون (ASTM1050) يمكن إجمال الاستنتاجات التالية:-

- حقق إستخدام نوعين من الزيت المعدني (ثريا – سهيل) وهي زيوت محلية الصنع نجاحاً واضحاً في عملية رفع صلادة الصلب المتوسط الكربوني (ASTM1050) كأوساط تبريد في عملية التصليد، وشمل نجاح الأداء الزيوت المعدنية الجديدة والمستهلكة.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

- كفاءة الأداء لزيت الثريا الجديد والمستهلك حقق أفضلية على أداء زيت سهيل الجديد والمستهلك (الأفضلية محدودة نسبياً).
- حققت كفاءة الأداء لزيت ثريا مستهلك وزيت سهيل مستهلك نسبة مرتفعة (أكبر من 90 %) من كفاءة أداء زيت ثريا جديد وزيت سهيل جديد.

2.5 التوصيات

من مجمل البحث المنجز نجمل مجموعة من التوصيات وكما يلي:-

- إحلال زيت ثريا مستهلك بدلاً من زيت ثريا جديد في عملية التصليد للصلب متوسط الكربون.
- إحلال زيت سهيل مستهلك بدلاً من من زيت سهيل جديد في عملية التصليد للصب الكروني القابل للتصليد.
- إجراء دراسة عن كفاءة استخدام زيوت معدنية مستهلكة تجمع من الإستخدام في السيارات وتكون مخلوطة من أنواع متعددة.
- وضع خزانات خاصة لتجميع الزيوت المعدنية المستهلكة لغرض إستخدامها وعدم هدرها كنفايات ملوثة.

6.المراجع

1- أ. هيكنس، الميتالورجيا الهندسية – الميتالوريا الفيزيائية التطبيقية، ترجمة: جورج يعقوب إلياس ورضا محمد سويلم، مؤسسة المعاهد الفنية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، 1986، جمهورية العراق.

2- يو. لاختين، علم المعادن والمعالجة الحرارية للمعادن، الطبعة العربية، دار مير للطاباعة والنشر، موسكو، 1983.

3- د. أحمد الخطيب – م. خالد أيوب، طرق التصنيع والعمليات، مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر – جامعة الموصل، الموصل، العراق، 1988.

4- د. محمد حمدي و د. فاروق شحاتة، تكنولوجيا المواد – المتالورجيا الهندسية، جامعة الزقازيق، مصر، 1989.

5- د. عويد زهمك الراوي و د. عبد الرزاق إسماعيل خضر، المعاملات الحرارية للمعادن الحديدية واللاحديدية، الجامعة التكنولوجية، بغداد، العراق، 1989.

6- د. محمد التورنجي و د. ضياء شنشل، قطع المعدن، الجامعة التكنولوجية بغداد، العراق، 1990.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية