

إجراء عملية السلبية أو الخمولية لأسطح المعادن المشغلة ميكانيكياً

د. قحطان خلف الخزرجي*، د. علاء الدين النعيمي** و م.م. نيفين جمال عبدالقادر*

تاريخ التسلم: ٢٠٠٥/٧/١٢

تاريخ القبول: ٢٠٠٥/١١/٢٢

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة إمكانية إجراء عملية السلبية أو الخمولية لأسطح الأجزاء المشغلة ميكانيكياً والمصنوعة من الفولاذ وسبائكها. إذ تضمنت خطوات الدراسة تحضير عينات من الصلب وإطى الكاربون، وكانت أبعاد العينات (20*30 سم) ويسمك (2 ملم، وتم غمر العينات في محلول الغمر الذي يتكون من المركبات التالية:-

١ - الصودا الكاوية

٢ - نترات الصوديوم بتركيز (1 %)

٣ - سيانيد الصوديوم بتركيز (1.5 %)

٤ - كرومات الصوديوم بتركيز (1.5 %)

وأجريت دراسة تأثير كل من تركيز الصودا الكاوية ودرجة حرارة محلول الغمر وزمن غمر العينات على معدل التآكل. وقد تم استنتاج أن أفضل سطح خامل للعينات يمكن الحصول عليه عند تركيز للصودا الكاوية (5 %) والفترة الزمنية لغمر العينات (20) دقيقة ودرجة حرارة محلول الغمر (45) درجة مئوية.

لقد طبقت الاستنتاجات التي تم الحصول عليها من خلال الدراسة في معالجة أسطح بعض الأجزاء المشغلة في معمل القوالب والعدد المركزي/ شركة نصر العامة للصناعات الميكانيكية حيث أظهرت كفاءة عالية في مقاومة التآكل والصدأ لفترة زمنية تزيد على الشهرين والنصف.

الكلمات المرشدة: السلبية، التآكل الموضعي، المعاملات السطحية، الصلب الساطع الكربون، القوالب والعدد، محلول الغمر.

Effect of Passivity on The Mechanical Machined Surfaces

Abstract

The object of this research is to study the passivity of parts surfaces produced from steel and its alloy. The study steps include, preparing specimens of low carbon steel ,with (dimension (20*30 cm) and its thickness (2 mm)). The specimens were immersed in a solution containing the following:

1. Caustic soda.
2. Sodium nitrate (1%)
3. Sodium cyanide (1.5%)
4. Sodium chromate (1.5%)

The influence of caustic soda concentrations, temperature of solution and time of immersing on corrosion of specimens were studied, from which it has been shown that it was possible to obtain the best passive surfaces of the parts with caustic soda concentration (5%), time of immersing specimens (20 min) and temperature of solution (45°C).

The results and conclusions obtained from this study were applied to treating surfaces of some machining parts in Nasser State Company/central tool room plan. The results show noticeable improvement in the corrosion resistance of the metal used for more than 70 days.

* قسم هندسة المواد / الجامعة التكنولوجية، بغداد - العراق
** قسم العلوم التطبيقية/ الجامعة التكنولوجية، بغداد - العراق

١- المقدمة:

يعرف التآكل بأنه تلف المعادن نتيجة تفاعله كيميائيا أو كهروكيميائيا مع الجو أو الوسط المحيط به. السبب الرئيس لتآكل المعادن واختلاف معدلات التآكل بين معدن واخر، يعود إلى منشأ هذه المعادن أو أصولها . معظم المعادن ، وخاصة الحديد والزنك ، لا تتواجد في الطبيعة كمعدن نقى ولكن على شكل مركبات كيميائية مثل الأكاسيد والكربونات والكبريتات والتي تسمى عادة بخامات هذه المعادن. لدى استخلاص الفلزات من هذه الخامات لا بد من بذل مقدار من الطاقة . وبذلك فإن الفلز سوف يكون مجبرا على التواجد في حالة تختلف عن الحالة التي كان عليها في الطبيعة ، لذا فإنه يلجأ إلى ترك الحالة الجديدة والعودة إلى الأصل أي الخام [١].

يشكل التآكل ومضاره وأساليب الحماية منه مشكلة هندسية من المتوقع إن تزداد مع التطور السريع والمستمر الحاصل في الصناعات الهندسية [٢].

إن تأثيرات التآكل تكون عادة على نوعين : يتمثل النوع الأول في تلف أو فقدان المعدن كما هو الحال مع تآكل الحديد أو الفولاذ ، النوع الثاني عبارة عن تآكل موضعي يؤدي إلى تغير السطح الخارجي للمعدن وخواصه مما يؤدي لاحقا إلى حدوث تلف ميكانيكي مثل الكسر أو الفشل أو الانهيار. ولعل من الأمثلة على هذا النوع الأخير هو التآكل الموضعي (Local corrosion) في الأجهزة والمعدات، والذي يكون حدوثه خطرا جسيما ، على سبيل المثال تسرب الغازات السامة أو السوائل المضرة بالصحة من الخزانات والأنابيب ، كذلك كسر الأجزاء الميكانيكية الفعالة في القوالب والموجهات والمفاصل الميكانيكية [٣،٤].

إن جميع دول العالم وخاصة الصناعية منها تتخذ الإجراءات الضرورية لمنع التآكل أو الحماية منه للأجزاء خلال مراحل إنتاجها أو عند تخزينها أو خلال عملها في المواقع المختلفة كأجزاء السيارات والأجزاء الإنشائية و اجزاء القوالب والعدد المختلفة [٥].

تعتبر مشكلة الصدأ من المشاكل الرئيسية للأجزاء المشغلة ميكانيكيا في معمل القوالب والعدد المركزي/ شركة نصر العامة للصناعات الميكانيكية، خلال مرحلة تخزينها خصوصا الأجزاء الخاصة بالقوالب والعدد والتي يتم تخزينها بشكل مؤقت لفترة تزيد على الشهرين في مخازن الإنتاج الوسطي حيث يتم ملاحظة ظهور الصدأ لأسطح الأجزاء المخزونة بعد فترة أسبوعين أو ثلاثة أسابيع من فترة تخزينها لحين إكمال باقي أجزاء القالب وبعدها تتم عملية التجميع النهائية للقالب أو العدة . وعند اتباع الخطوات الواردة في هذه الدراسة تم تجاوز مشكلة ظهور الصدأ في الأجزاء المشغلة ميكانيكيا.

٢- المعاملات السطحية للمعدن

يحصل في بعض الأحيان خلط في الفهم بين المعاملات السطحية وبين المعاملات الحرارية السطحية للمعادن . فالمعاملات الحرارية السطحية للمعادن تتضمن تسخين سطح المعدن إلى درجة حرارة أعلى من درجة الحرارة الحرجة العليا ثم التبريد إلى درجة حرارة الغرفة بفترة زمنية تعتمد على عمق الطبقة السطحية المطلوبة للمعدن المراد تقسيته . وتشمل المعاملات الحرارية السطحية للمعادن (الكربنة، التندرة، التقسية في المحلول الألكتروليتي والتسخين بالحث) وغيرها [٦].

أما المعاملات السطحية للمعادن فتشمل معالجة سطح المعدن بالمحاليل القلوية أو الحامضية لأغراض تنظيف سطح المعدن ثم جعله مقاوما للتآكل أما عن طريق جعل سطح المعدن خاملا (Passive) أو يغطي بطبقة حامية من معدن أو مادة لدائنيه .

تتم إزالة الشوائب العضوية (كالدهون) وغيرها بواسطة السوائل العضوية (كالنفت ومشتقاته والنثر)، أما طبقات الصدأ (الأكاسيد، الهيدروكسيدات، الكربونات والكبريتات) وهذه تعتبر شوائب لاعضوية فيتم إزالتها بواسطة السوائل اللاعضوية كالحوامض والقواعد والأملاح الذابة. المعاملة

البحث، والخمولية أو السلبية تعني جعل سطح المعدن متعادل نسبيا مع الوسط المحيط به كالهواء مثلا . يكون تأثير الأوكسجين على عملية التآكل متباينا ومعقدا ، حيث يساعد الأوكسجين على زيادة معدل التآكل لكونه يعمل كمستقبل للإلكترونات ويعمل على إزالة طبقة الهيدروجين على القطب السالب ، من جهة أخرى نجد أن وجود الأوكسجين بتركيز عالي يعطل عملية التآكل .

تم تحضير (15) عينة من الفولاذ الواطئ الكاربون وكانت العينات ذات أبعاد (20 *30) سنتيمتر وبسمك (2) ملليمتر . وتم كسر الحافات الخارجية لجميع العينات بنصف قطر (R1) حيث إن الحافات الحادة تعمل كمعجل للتآكل مما يؤثر على دقة النتائج . كذلك أجريت عملية التتعيم الميكانيكي للعينات لأزاله الخشونة السطحية حيث يفضل إجراء الاختبارات على العينات وهي في حالتها الطبيعية بعد عمليات الإنتاج مباشرة وخاصة فيما يتعلق بمواصفات السطح. وبعد تحضير العينات تم غمرها بمحلول قاعدي مكون من الصودا الكاوية يحتوي على نترات الصوديوم بنسبة (1%) وكرومات الصوديوم وسيانيد الصوديوم بنسبة (1.5%) لكل منهما، و أجريت دراسة تأثير كل من تركيز الصودا الكاوية، الفترة الزمنية للغمر ودرجة حرارة محلول الغمر على معدل التآكل.

٤ - النتائج والمناقشة:

٤ - ١ النتائج:

١ - دراسة تأثير تركيز الصودا الكاوية على معدل التآكل حيث كانت درجة حرارة المحلول (45) درجة مئوية وزمن الغمر (20) دقيقة. اجري الاختبار لخمس عينات، وبعد إخراج العينات من محلول الغمر تم تجفيفها مباشرة ثم تركت في غرفة ذات تهوية جيدة. وتمت مراقبة العينات المغمورة بتركييزات مختلفة لمدة أربعة اشهر والشكل (1) يمثل العلاقة بين تركيز محلول الغمر ومعدل التآكل .

بالحوامض تؤدي إلى إزالة هذه الشوائب دون المساس بسطح المعدن لذا يجب استعمال حامض معين أو قاعدة معينة استنادا إلى نوعية المعدن، على سبيل المثال لإزالة صدا الحديد يستعمل عادة حامض الكبريتيك أو حامض الهيدروكلوريك المخففين ويفضل الأخير لأنه يعطي مظهرا خارجيا افضل .

٢- أهمية المعاملة السطحية للأجزاء المشغلة ميكانيكيا :

بالنظر لأهمية إجراء المعاملات السطحية للمعادن بعد انتهاء العمليات التشغيلية للأجزاء الميكانيكية التي ينتجها معمل القوالب والعدد المركزي، نورد أهمية إجراءها للأجزاء المنتجة بالتشغيل الميكانيكي فيما يلي :-

- ١ - تنظيف الأجزاء المشغلة من بقايا سوائل التبريد التي تلتصق على سطح المعدن المشغل وتسبب بقعا سوداء ومناطق تأكسد نظرا لاحتوائها على خليط من مواد مؤكسدة ومواد مرطبة تتغلغل إلى الطبقة السطحية للمعدن .
- ٢ - ممكن خزن المعدات و اجزاء القوالب و الأجزاء الأخرى المشغلة لفترة زمنية قبل إجراء عملية التجميع النهائية دون أن تتعرض إلى الصدأ والتأكسد .
- ٣ - الحفاظ على نعومة أسطح الأجزاء التي تشغل ضمن خلوص معين يصل إلى بضع مايكرونات في بعض الأحيان مثل الدلائل (Guides) والموجهات (Bushes) كذلك الأجزاء التي تتم فصل مع بعضها بخلوص، ذكر وأنثى القالب (Punch & die) .

٤ - الحصول على نعومة سطحية عالية تصل إلى (N3) وذلك بترسيب طبقة من الكروم أو النيكل بطريقة الترسيب الكهربائي. إن جميع الأجزاء الفعالة في القوالب التي تنتج أجزاء من مادة البكاليت تكون مطلية بطبقة من النيكل والكروم [٧].

٣- الجزء العملي :-

تمت دراسة إمكانية إجراء عملية السلبية أو الخمولية للفولاذ وسبائكته في هذا

٢- أجريت دراسة تأثير الفترة الزمنية للغمر على معدل التآكل حيث كان تركيز الصودا الكاوية (5 %) ودرجة حرارة محلول الغمر (45) درجة مئوية، وتم اتباع نفس الخطوات الواردة في الفقرة رقم (1) والشكل (2) يمثل العلاقة بين الفترة الزمنية للغمر ومعدل التآكل.

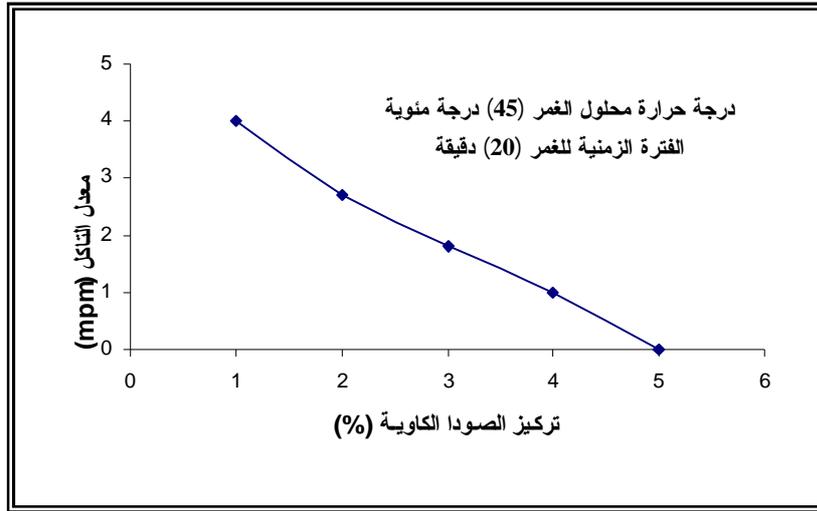
٣- ولمعرفة تأثير درجة حرارة محلول الغمر على معدل التآكل وكان تركيز الصودا الكاوية (5%) والفترة الزمنية للغمر (20) دقيقة، واجري الاختبار لخمس عينات واتباع

نفس الخطوات الواردة في الفقرة رقم (1) والشكل (3) يمثل العلاقة بين درجة حرارة محلول الغمر على معدل التآكل .

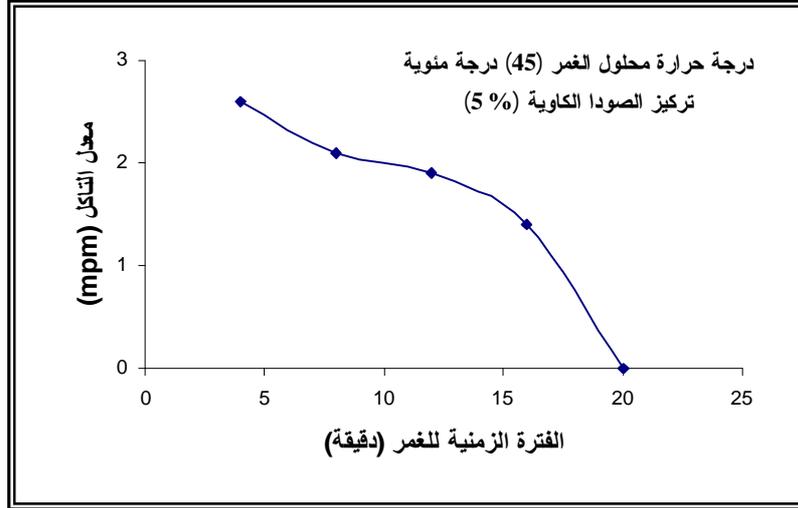
لقد تم حساب معدل التآكل بواسطة إزالة نواتج التآكل (الصدأ) من العينات التي يظهر فيها الصدأ شهريا وتم وزن نواتج التآكل بواسطة ميزان حساس نوع (Mutler) ذو أربع مراتب بعد الفارزة وتم حساب معدل التآكل بوحدة مايكروغرام / شهر (mpm).

دراسة تأثير الفترة الزمنية للغمر على معدل التآكل حيث كان تركيز الصودا الكاوية (5 %) ودرجة حرارة محلول الغمر (45) درجة مئوية، وتم اتباع نفس الخطوات الواردة في الفقرة رقم (1) والشكل (2) يمثل العلاقة بين الفترة الزمنية للغمر ومعدل التآكل.

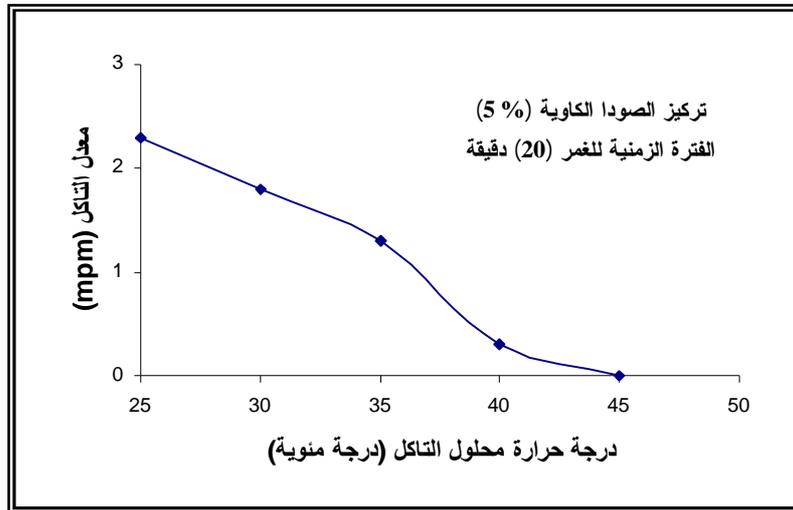
ولمعرفة تأثير درجة حرارة محلول الغمر على معدل التآكل وكان تركيز الصودا الكاوية (5%) والفترة الزمنية للغمر (20) دقيقة، واجري الاختبار لخمس عينات واتباع



شكل (١)
العلاقة بين تركيز الصودا الكاوية ومعدل التآكل



شكل (٢)
العلاقة بين الفترة الزمنية للغمر ومعدل التآكل



شكل (٣)
العلاقة بين درجة حرارة محلول الغمر ومعدل التآكل

٤-٢ المناقشة:

١ - من الشكل (1) والذي يمثل العلاقة بين تركيز الصودا الكاوية ومعدل التآكل نلاحظ كلما زاد تركيز الصودا الكاوية كلما قل معدل التآكل وذلك لتأثيرها التأكسدي على سطح المعدن حيث كلما زاد العامل المؤكسد فان ذلك يؤدي إلى اختزال الفعل التآكلي ويمكن تعليل ذلك بتكون غشاء من نوع معين أدى إلى عزل المعدن عن الوسط المحيط (الهواء والرطوبة) مما جعل الفولاذ خاملاً أو سلبياً وان مدة بقاء الفولاذ سلبياً يعتمد على سمك الغشاء المتكون، إذ كلما زاد التركيز كلما زاد سمك الغشاء المتكون وبالتالي زيادة مقاومة الفولاذ للصدأ [٨].

٢ - من الشكل (2) والذي يمثل العلاقة بين الفترة الزمنية للغمر ومعدل التآكل تبين، كلما تزداد الفترة الزمنية للغمر تزداد مقاومة الفولاذ ضد الصدأ وذلك لأن زيادة الفترة الزمنية للغمر تنتج الفرصة لأكمال التفاعل بين محلول الغمر وسطح المعدن وهذا يساعد على تكون الغشاء على سطح المعدن وزيادة سمكه وبالتالي تزداد مقاومة الفولاذ للتآكل والصدأ [٢].

٣ - من الشكل (3) والذي يمثل العلاقة بين درجة حرارة محلول الغمر ومعدل التآكل، يتضح أن العلاقة بين درجة حرارة محلول الغمر ومعدل التآكل طردية حيث كلما ترتفع درجة حرارة محلول الغمر عن درجة حرارة الغرفة تزداد الطاقة الحركية للجزيئات وهذا يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل بين محلول الغمر وسطح المعدن وهذا يلعب دوراً مهماً في عملية تكون الغشاء الواقى وعلى سمكه [٢].

٥-الاستنتاجات :

١ - إن بعض السبائك، ومنها الصلب لها القابلية على تشكيل غشاء واقى من الأوكسيد يلتصق بسطحها التصاقاً قوياً، وذلك عندما تغمر في أوساط مؤكسدة مثل محلول الغمر الذي يحتوي على الصودا الكاوية، حيث

اكتسبت العينات المستخدمة في البحث خاصية السلبية أو الحماية الأنوية أي أن مقاومتها للصدأ قد زادت زيادة ملحوظة. ولكن هذا الغشاء لا يقي السبيكة وقاية كافية إذا استخدمت في أوساط تآكلية مثل حامض الهيدروكلوريك. كذلك فان الأجزاء المعاملة أسطحها بهذه الطريقة تقاوم التآكل والصدأ في أماكن الخزن المغلقة كمخازن الإنتاج الوسطي والجاهز.

٢ - تبين من خلال دراسة العلاقة بين تركيز الصودا الكاوية في محلول الغمر ومعدل التآكل أن افضل تركيز للصودا هو (5%) حيث لم يظهر تأثير ملحوظ على معدل التآكل بزيادة التركيز إلى أعلى من (5) .

٣ - وعند دراسة العلاقة بين الفترة الزمنية للغمر في المحلول وبين معدل التآكل تم استنتاج ان افضل فترة زمنية للغمر هي (20) دقيقة.

٤ - وتبين من خلال دراسة العلاقة بين درجة حرارة محلول الغمر ومعدل التآكل ان درجة الحرارة (45) درجة مئوية هي المناسبة لمحلول الغمر حيث لوحظ أن درجة الحرارة تلعب دوراً مؤثراً في خمولية أو سلبية الفولاذ . كذلك فان التبخر في المحلول عند درجة الحرارة (45) قليل ويمكن إهماله.

٦ - التطبيق العملي:

تم تطبيق الاستنتاجات أعلاه في تحضير محلول قاعدي مكون من المركبات التالية :-

١ - الصودا الكاوية (5%) .

٢ - نترات الصوديوم (1) .

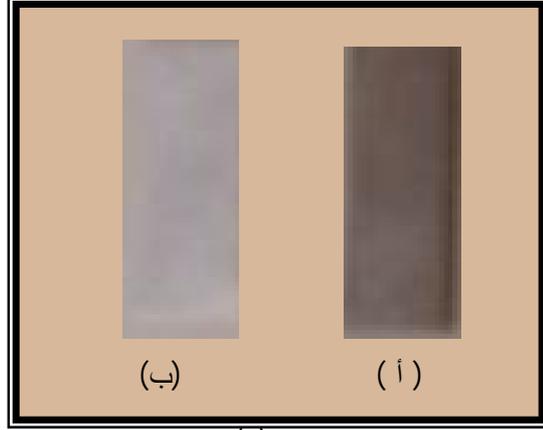
٣ - كرومات الصوديوم (1.5%) .

٤ - سيانيد الصوديوم (1.5) .

تم استخدام المحلول أعلاه في معاملة أسطح ذكر وأنثى قالب تشكيل على البارد (قالب قطع) موضح بالشكل رقم (٤) كذلك الجزء الموضح بالشكل رقم (٥) ، حيث تم غمر الأجزاء المذكورة في محلول الغمر عند درجة حرارة لمحلول الغمر (45) درجة مئوية، والفترة الزمنية للغمر (20) دقيقة . وبعد تجفيف الأجزاء المذكورة ، تم خزنها في

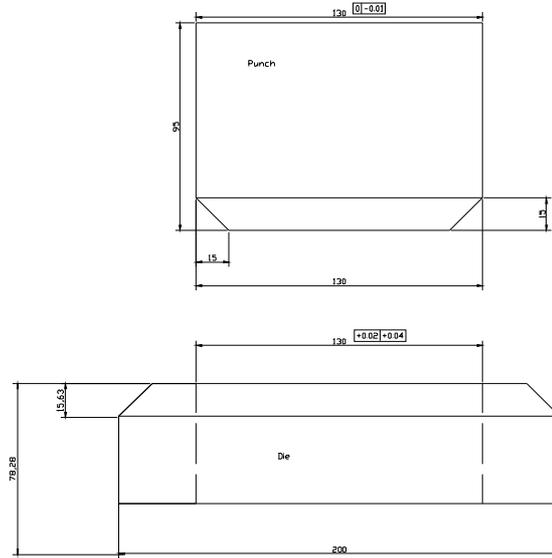
يوضح نموذج لعينة لم تجرى لها عملية
السلبية والشكل (٦ ب) يوضح نموذج لعينة
اجريت لها عملية السلبية.

مخزن الإنتاج الوسطي لفترة شهرين
ونصف ولم يلاحظ ظهور أي مناطق صدأ
للجزئين خلال فترة الخزن. والشكل (٦ أ)

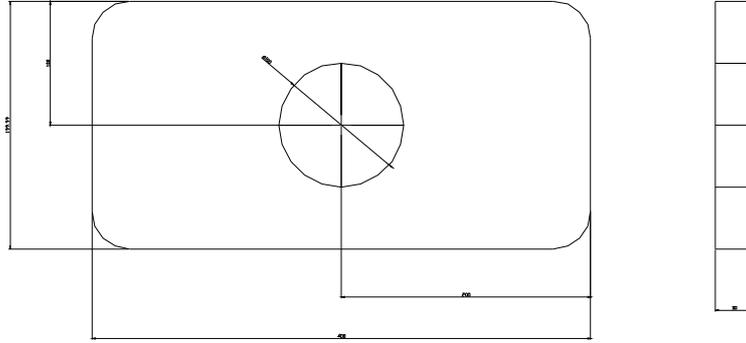


شكل (٦)

(أ) قبل اجراء عملية السلبية
ظهور الصدأ بعد مرور ثلاثة اسابيع
(ب) بعد اجراء عملية السلبية
لم يلاحظ ظهور مناطق صدأ على
العينة بعد مرور اكثر من شهرين



شكل (٤) ذكر وأنثى قالب قطع



شكل (٥) جوك ماكنة السيمر

٥. W.Bolton, "Engineering Materials", 3rd ed., U.K., 1998.
٦. د. عويد زهمك الراوي، د. عبد الرزاق اسماعيل خضير، "المعاملات الحرارية للمعادن الحديدية واللاحديدية"، الجامعة التكنولوجية، ١٩٨٩.
٧. د. عويد زهمك الراوي، د. عبد الرزاق اسماعيل خضير، "المعاملات الحرارية للمعادن الحديدية واللاحديدية"، الجامعة التكنولوجية، ١٩٨٩.
٨. د.حسين باقر رحمة الله، "هندسة التآكل وحماية سطوح المعادن"، الجامعة التكنولوجية، اللجنة الجامعية للشؤون العلمية، ١٩٨٩.

المصادر

١. K.R. Trethewey & J. Chaberslain, "Corrosion for Science and Engineering" 2nd ed., printed in Singapore, 1996
٢. د.قحطان خلف الخزرجي، عبد الجواد محمد أحمد، "التآكل-أسبابه-أنواعه-طرق الحماية منه"، جامعة بغداد، ١٩٨٧.
٣. H. McArthur, "Motor Vehicle Corrosion", Corrosion Prevention and Control, Vol.28, No.3, June, 1981.
٤. H.P. Haverty, "The Technology of Automotive Corrosion Protection Acomplete Concept", Corrosion Prevention and Control, Vol.33, No.5, October, 1985.