

تأثير إضافة السيريوم على خاصيتي التآكل والبلى الاحتكاكي لسبيكة ذات أساس (ألومنيوم – حديد)

زهير طالب خليف الطائي *

تاريخ الاستلام: ٢٠٠٩/ ٧/ ٧

تاريخ القبول: ٢٠١٠/ ٣/ ١١

الخلاصة

البحث الحالي يمثل دراسة تأثير إضافة السيريوم في سلوك التآكل والبلى لسبيكة ذات أساس (ألومنيوم – حديد) تم استخدام وعين من السبائك في هذه الدراسة السبيكة الأساس (A) والسبيكة (B) السبيكة الأساس مع إضافة السيريوم بنسبة (25%). المحاليل المستخدمة هي المحلول الملحي (3%Wt.NaCl) والمحلول الأحامضي (3%Vol.HCl) استخدمت طريقة فقدان الوزن، الطريقة الكهروكيميائية (استقطاب منحني تافل) واستخدام التصوير بالمجهر الضوئي لدراسة سطح العينات من اجل دراسة السلوك التآكلي والبلى للسبائك. أظهرت نتائج طريقة فقدان الوزن اختلاف في السلوك التآكلي للسبائك في الوسط الملحي حيث أظهرت السبيكة (A) فقدان مستمر في الوزن في حين أظهرت السبيكة (B) فقدان في الفترة الأولى للاختبار ثم حصل بعد ذلك زيادة في الوزن المكتسب وهذه الزيادة كانت متذبذبة ، أما نتائج الطريقة الكهروكيميائية (استقطاب منحني تافل) أظهرت إن جهد التآكل وتيار التآكل للسبيكة (A) في المحلول الملحي كانت $I_{Corr} = 34.42 \mu A/Cm^2$; $E_{Corr} = -641.3 mv$. في حين جهد وتيار التآكل للسبيكة (B) كانت $I_{Corr} = 51.50 \mu A/Cm^2$; $E_{Corr} = -681.6 mv$. أظهرت نتائج فقدان الوزن في الوسط الأحامضي تقارب النتائج خلال الساعة الأولى من الاختبار بعد ذلك أظهرت السبيكة (A) تفوق واضح على السبيكة (B) (أما نتائج الطريقة الكهروكيميائية (استقطاب منحني تافل) في الوسط الأحامضي فقد أظهرت إن جهد التآكل وتيار التآكل للسبيكة (A) كانت $I_{Corr} = 19.13 \mu A/Cm^2$; $E_{Corr} = -324.7mv$. أما السبيكة (B) كانت $I_{Corr} = 507.35 \mu A/Cm^2$; $E_{Corr} = -697.9mv$. أظهرت نتائج اختبار البلى الذي اجري إلى السبيكتين تفوق واضح للسبيكة (A) على السبيكة (B) .

الكلمات المرشدة: سبيكة (ألومنيوم – حديد) ، التآكل ، البلى الاحتكاكي ، السيريوم ، منحني تافل.

The Effect of the Cerium Addition on the (Corrosion Fraction Wear) Properties of (Aluminum – Iron) Base Alloy

Abstract

The present study deals with the effect of addition cerium in the corrosion – fraction wear behavior of with added (0.25%) cerium element. The solution used; salt solution (3%Wt.NaCl) by weight , acidic solution (3%Vol.HCl) by volume ,

weight loss method ; electrochemical method (Tafel Extrapolation) and microscopic examination are used for study corrosion behavior of alloy . The result of weight loss method showed different continues weight loss while the (B) alloy showed weight loss at the first stage of the test then showed weight gain. The result of electrochemical method (Tafel Extrapolation) showed the corrosion potential and corrosion current of (A) alloy in the salt solution was $E_{Corr.} = -641.3 \text{ mv}$; $I_{Corr.} = 34.42 \mu\text{A}/\text{Cm}^2$ while the corrosion potential and corrosion current for (B) alloy was $E_{Corr.} = -681.6 \text{ mv}$; $I_{Corr.} = 51.50 \mu\text{A}/\text{Cm}^2$. The result of weight loss method in acid solution showed convergence in the result at first hour of the test after that (A) alloy showed signification superiority on the (B) alloy . The result of electrochemical method (Tafel Extrapolation) showed the corrosion potential and corrosion current of (A) alloy in the acidic solution was $E_{Corr.} = -324.7 \text{ mv}$; $I_{Corr.} = 19.13 \mu\text{A}/\text{Cm}^2$ while the corrosion potential and corrosion current for (B) alloy was $E_{Corr.} = -697.9 \text{ mv}$; $I_{Corr.} = 507.35 \mu\text{A}/\text{Cm}^2$. The result of fraction wear test showed significant superiority of alloy (A) on the alloy (B)

المقدمة

تمتاز سبائك الألومنيوم بخفة الوزن إضافة إلى خواصها الهندسية والميكانيكية الجيدة وإلى توصيلها الحراري والكهربائي الجيد مع امتلاكها كثافة واطئة لذلك كان السبائك الألومنيوم تطبيقات صناعية مختلفة ومهمة وفي أغلب التطبيقات كالمطائرات والسيارات والسفن والأنابيب وغيرها (1,2).

قدمت دراسات وبحوث عديدة تهدف لدراسة السلوك التآكلي في سبائك (الألومنيوم - حديد) فمنها من ركز على التآكل الموقعي لسبائك الألومنيوم (Al , Fe , Mn , Cu) ومقارنة النتائج مع سبيكة (Al - Cu) ولقد أظهرت النتائج الفرق الواضح في التصرف السبائك أعلاه (3)، ومنها من ركز على دراسة زيادة مقاومة التآكل لسبائك الألومنيوم باستخدام بعض الإضافات من عناصر السبك (4)، حيث تم إضافة عنصر سبك واحد ومقارنة النتائج مع إضافة أكثر من عنصر واحد من هذه العناصر المضافة (Ti , Cr , Mg , Ni , Mo)، تمت الدراسة باستخدام المحلول الحامضي (1M HCl) كذلك استخدم

محلول (0.07 M Na₂B₄O₇ + 0.3M H₃BO₃ + 0.5M NaCl) جرت الاختبارات جميعها في درجة حرارة المختبر أظهرت النتائج التأثير الواضح للعناصر المضافة في مقاومة التآكل عن طريق زيادة التيار الكاثودي والآنودي والبعض الآخر عمل على زيادة استقرارية الغشاء الخامد (4) .
ظهرت دراسات تهدف إلى دراسة التقليل من التآكل الحاصل في سبائك الألومنيوم التي تحتوي على عدد من العناصر (Fe - Cu - Mg - Si) (5)
حيث إن هذه العناصر لها القابلية على تكوين مركبات شبه معدنية (IMC) تحتوي على عنصرين أو أكثر من هذه العناصر وذلك باستخدام التغطية التحويلية باستخدام الكر ومات (CCC) حيث تم التوصل إلى إمكانية التقليل من التآكل باستخدام هذه الطريقة ، تمت الدراسة باستخدام طريقة استقطاب تافل وتم مقارنة النتائج للسبائك قبل وبعد اجراء عملية التغطية التحويلية وقد تم استخدام عدد من الفحوصات منها (SIRMS , SIMS) ، ظهرت دراسات أيضا لدراسة

تأثير إضافة السيريوم على خاصيتي التآكل والبلية

الاحتكاكي لسبيكة ذات أساس (ألمنيوم - حديد)
تأثير إضافة السيريوم في التآكل الكهروكيميائي والخواص الميكانيكية لسبائك (الألمنيوم - حديد) حيث تمت الدراسة عند نسبة حديد (3%) المحلول المستخدم (3% NaCl) تم استخدام طريقة منحني تافل تم أيعاز سبب حصول التآكل الكهروكيميائي في هذه السبائك إلى حصول ظاهرة التنقر (pitting)⁽⁶⁾ . يهدف البحث الحالي إلى دراسة تأثير إضافة السيريوم في السلوك التآكلي والبلية الاحتكاكي لسبيكة ذات أساس (ألمنيوم - حديد) حيث تمت الدراسة باستخدام طريقة فقدان الوزن والطريقة الكهروكيميائية (استكمال منحني تافل) باستخدام نوعين من المحاليل المحلول الملحي (3% Wt. NaCl) و (3% Vol.HCl) كذلك تم إجراء اختبار البلية الاحتكاكي باستخدام الترتيب المسمار على القرص .

الجزء العملي

تحضير السبائك

تم تحضير السبائك بنفس الأسلوب الذي اتبعه عدد من الباحثين في تحضير هكذا نوع من السبائك⁽⁷⁾ ، حيث وزنت قطع الألمنيوم وحسب الكميات المقابلة لها من عناصر السبك للحصول على النسب الوزنية المطلوبة وغلقت العناصر المضافة للمنصهر برفائق الألمنيوم قبل إضافتها إليه ضمانا لدخولها المنصهر وانغمارها قبل ملاستها للأوكسجين ، نفذت عملية صهر مكونات السبائك المستخدمة في هذا البحث في فرن غازي وتضمنت عملية الصهر والصب الخطوات التالية (التسخين الأولي للبودقة الخزفية بحدود (500°C) لمدة (25min.) ، صهر قطع صغيرة من الألمنيوم وهو المعدن الأساس وبنصف الكمية الوزنية المقررة ، إضافة عنصر الحديد بشكل قطع صغيرة وتحريك المنصهر بواسطة قضيب خزفي ليزوب المنصهر ويتجانس ، إضافة قطع عنصر

الفناديوم للمنصهر المؤلف من الألمنيوم (المعدن الأساس) والحديد مع استمرار التحريك للمنصهر بواسطة القضيب الخزفي لضمان التجانس ، وتكرر العملية نفسها لعنصر السليكون هذا بالنسبة للسبيكة الأساس (Al , Fe , V , Si) اما السبيكة الثانية (السبيكة الأساس + السيريوم) فقد حضرت بنفس الأسلوب ولكن مع إضافة السيريوم وحسب النسبة المطلوبة ، بعد ذلك تم إضافة الكمية المتبقية من قطع الألمنيوم . تمت عملية الصب بعد ذلك بصورة سريعة جدا بقلب معدني وقد سخن مسبقا لتلافي انجماد المنصهر المعدني بصورة سريعة عند ملاصقة جدار القالب ثم جرى الخمد الفوري حال امتلاء القالب بالمنصهر في مزيج ملحي مؤلف من الماء والتلج والملح (NaCl) ، ولقد تم إجراء عدد من العمليات من أجل تهيئة العينات لأجل الاختبار وقد تم اختيار الجزء الوسط من العينات من أجل الاختبارات .

معاملة المجانسة:

أجريت للسبائك (السبيكة الأساس (A) والسبيكة (B) السبيكة الأساس مع السيريوم معاملات حرارية بدرجة (500°C) بزمان مكوث ثلاث ساعات وذلك لأجل التخلص من الأطوار التكوينية المحتمل وجودها الشبه ذائبة والغنية بالشوائب المترسبة على الحدود البلورية بعد فترة المكوث بردت العينات بطيئا الى درجة حرارة الغرفة ، هذا الأسلوب من التعامل الحراري يتفق مع عدد من الباحثين⁽⁷⁾ .

تحضير العينات

ان تحضير العينات لغرض استخدامها لاحقا يشمل عدة مراحل وهي :

قطع العينات :

تم تقطيع العينات ضمن ثلاث مجاميع .

المجموعة الأولى

على هيئة أقراص بسمك (2mm) بقطر (13.5mm) ولتوفير إمكانية تعليق النماذج تم إحداث ثقب فيها بقطر (1mm) وقد استخدمت هذه النماذج في اختبار فقدان الوزن.

المجموعة الثانية

هذه العينات كانت على هيئة اقراص بسمك (2mm) وبقطر (13.5mm) وقد استخدمت هذه النماذج لاختبار الطريقة الكهروكيميائية (استكمال منحني تافل).

المجموعة الثالثة:

هذه العينات كانت على هيئة اسطوانة ارتفاعها (20mm) وقطرها (10mm) وقد استخدمت هذه النماذج لاختبار البلى .

تحضير سطوح العينات

تم تحضير سطوح العينات بالشكل التالي:

١- تمت عملية التعميم بصورة كاملة باستخدام اوراق التجليخ والتي كانت بالتدريج الاتي (222 , 240 , 400 , 600 , 800 , 1000 , 1200) عمليات التعميم تمت باستخدام جهاز الصقل والتجليخ .

٢- بعد انتهاء كل مرحلة كانت النماذج تغسل بالماء المقطر والكحول وتجفف باستخدام المجفف الكهربائي.

٣- تم بعد ذلك تنظيف سطوح العينات بالمحاليل الحامضية.

التنظيف بالمحلول الحامضي

تمت المعاملة بمحلول حامض الهيدروكلوريك وبتركيز (3%Vol.HCl) في درجة حرارة المختبر ولفترة دقيقتين لازالة الاكاسيد اعقبها غسل العينات بالماء المقطر والكحول ثم تجفيفها باستخدام المجفف الكهربائي (8).

بعد اكمال عملية التحضير للعينات تم قياس الصلادة للمسبوكتين الناتجة وذلك باستخدام جهاز قياس الصلادة الدقيقة نوع (Micro Hardness Tester Ho -) 1000 ولقد تم تسجيل ثلاث قراءات لكل عينة من السبيكة الاساس (A) والسبيكة (B) واخذ المعدل لهذه القراءات ليعطي صلادة فيكرز لها الجدول (1) يوضح التركيب الكيماوي للسبيكة الاساس (A) والسبيكة (B) والصلادة

الفكرزية بعد السباكة

اختبارات التآكل

طريقة فقدان الوزن

تم غمر العينات المحضرة مسبقا في المحاليل الالكتروليتيّة المعدة وبشكل كلي وهي المحلول الملحي (3%Wt.NaCl) ومحلول حامض الهيدروكلوريك (3%Vol.HCl) تم غمر السبائك (A, B) في المحاليل المذكورة ولفترة زمنية مناسبة اعتمدت على نوع المحلول الالكتروني من خلال التجربة العملية ففي المحلول الملحي قد بلغت مدة الغمر (12) يوما في حين بلغت مدة الغمر في محلول حامض الهيدروكلوريك (4) ساعات جرى هذا الاختبار في درجة حرارة المختبر حيث تم تحديد قيمة أل (pH) والموصولية الكهربائية للمحاليل المستخدمة باستخدام جهاز روماني الصنع نوع (HI8314 Portable Ph MV / °C) والجدول رقم (2) يوضح قيم (pH) والموصوليه الكهربائيّة للمحاليل المستخدمة . جرى بعد ذلك قياس اوزان العينات بواسطة الميزان الحساس نوع (Sartorius) ألمني الصنع وبدقة (± 0.0001g) وحساب المساحة السطحية لكل منها قبل غمرها بالمحاليل وبعد أزمنة متباينة تم إخراج العينات من المحاليل وتنظف بالماء المقطر والكحول وتجفف ويتم حساب التغير في الوزن لوحدة المساحة (A_w/A) حيث تم اخذ عدة قراءات وصولا إلى أقصى مدة زمنية ثم جرى رسم العلاقة بين التغير في الوزن لوحدة المساحة مقابل زمن الغمر.

الطريقة الكهروكيميائية (استكمال منحني تافل):

تم إجراء هذا الاختبار باستخدام جهاز نوع (Mlap 200 potentiostat Banch Elektronik GMP, Germany, 2008 With SIC electrochemical Sofnar Calculation) الموضح في الشكل (1) . يتكون الجهاز من خلية القياس وأقطابها حيث تصنع الخلية من مواد غير قابلة للتآكل كالزجاج وتكون بشكل كروي سعتها واحد لتر وتحتوي على فوهات مختلفة

سطح الاحتكاك كذلك يتكون من ماسك
للعيونة توضع عليه الأثقال المطلوبة الحمل
المسلط على العينة أثناء الاحتكاك كان
(14N).

اجري الاختبار على السبيكتين (A ,
B) إذ قيس الوزن الابتدائي بواسطة
الميزان الحساس ثم قيست أبعاد العينة
المقابلة للسطح الاحتكاكي وحسبت المساحة
المحتكة وثبتت العينة في الماسك ووضعت
مكانها في الجهاز ثم وضعت الإثقال وشغل
الجهاز وبعد فترات زمنية مختلفة أخرجت
العينة وقيس وزنها ثم أعيدت لإتمام
الاختبار ورسمت العلاقة بين الوزن المفقود
لوحة المساحة وزمن التعرض للبلى
اختبار الفحص المجهرى

اجري اختبار الفحص المجهرى
لدراسة تآكل سطح العينات بعد إجراء
اختبار التآكل والبلى وباستخدام المجهر
الضوئي نوع (Union ME-3154)
المجهز بكاميرا رقمية مرتبطة بالكمبيوتر
أمكن من خلالها التقاط صور بقوة تكبير
(X 750) بعد مشاهدتها على شاشة
العرض الخاصة بالكمبيوتر .

النتائج والمناقشة

طريقة فقدان الوزن

المحلول الملحي

الشكل (3) يوضح مقدار التغير في
الوزن لوحدة المساحة مع زمن التعرض
إلى المحلول الملحي (3%Wt.NaCl)
للسبيكة الأساس (A) والسبيكة (B) ويلاحظ
من خلال الشكل حصول تآكل للسبيكتين في
الوسط الملحي حيث إن السبيكة (A)
تعرضت إلى فقدان بالوزن مستمر مع زيادة
الفترة الزمنية للتعرض في حين حصل
للسبيكة (B) فقدان الوزن في الفترة الأولى
للتعرض ثم حصلت زيادة في مقدار الوزن
المكتسب وهذه الزيادة كانت متذبذبة وليست
خطية. إن حصول التآكل في السبائك في
هذا الوسط يمكن أن يرجع إلى أيون
الكلوريد الموجود في المحلول والذي سبب
تكسر موضعي لطبقة الأكسيد لأن أيونات
الكلوريد لها قابلية على التغلغل وإلحاق

لوضع الأقطاب فالخلية تشمل ثلاثة أقطاب
هي القطب العامل (Working
Electrode) والذي شمل عينات من
السبيكة الأساس (A) والسبيكة (B)
القطب المساعد قطب البلاتين
(Auxiliary Electrode) والقطب
الثالث هو قطب المرجع (Reference)
ويستعمل عادة قطب الكالوميل المشبع
(Saturated Calomel).

أجريت التجربة في محلول كلوريد
الصوديوم (3%Wt. NaCl) ومحلول
حامض الهيدروكلوريك (3% Vol. HCl)
يوضع (750 ml) من المحلول في خلية
القياس ثم توضع الأقطاب المساعدة وقطب
المرجع المملوء بمحلول الخلية بعدها يهيأ
القطب العامل بغسله بالكحول ثم يغمر في
خلية القياس ثم يتم فتح الدائرة الكهربائية
ويتم رسم منحنيات الاستقطاب المصعدي و
المهبطي ألياً بواسطة الكومبيوتر المربوط
مع جهاز الجهاد الساكن (Potentioniostat
م Lab Sci – Electwchemica) حيث
نقوم باستخدام برنامج (Bank –
Elechtionies) لرسم هذه المنحنيات.

اختبار البلى

تم إجراء اختبار البلى الاحتكاكي
باستخدام جهاز قياس البلى المسمار على
القرص (Pin on Disc) الموضح في
الشكل (2) ويتكون الجهاز من محرك
كهربائي نوع (AEGAM80FY6R3 ,
220V; 2,25A) ذو سرعة (860 rpm)
وتتم عملية نقل الحركة من المحرك إلى
القرص على مرحلتين المرحلة الأولى يتم
فيها نقل الحركة من المحرك إلى البكرة
التي تكون مثبتة عليه وهي ذات قطر
(173mm) أما المرحلة الثانية يتم فيها
نقل الحركة إلى القرص بواسطة حزام ناقل
للحركة مثبت على بكرة ثانية قطرها (273
mm) القرص يدور بسرعة (6.4
m/sec) القرص من حديد الزهر بقطر
(23cm) وذو صلادة (55HRC) يمثل



في حين يوضح الشكل (7) تكون الفقاعات في هذا الاختبار للسبيكة (A , B) . أما الشكل (8) يوضح السطح للسبيكة (A) في المحلول الحامضي في حين يوضح الشكل (9) السطح للسبيكة (B) في المحلول الحامضي بعد (360min.) من التعرض للوسط الحامضي في درجة حرارة المختبر حيث يظهر التآكل بشكل نقر موزعة على مساحة السطح بإضافة إلى حصول تآكل عام غير منتظم في أجزاء السطح بجانب حصول التقر حيث إن آلية التآكل في المحاليل الحامضية بشكل عام تعتمد على الدور الذي يلعبه ايون الهيدروجين الموجب في تصريف الالكترونات المتواجدة على سطح السبيكة وكلما كانت هذه العملية سريعة كان ميل السبيكة للتآكل (الذوبان) كبيراً كان معدل التآكل كبيراً⁽¹³⁾ .

الطريقة الكهروكيميائية (استكمال منحنى تافل) :

في هذه الطريقة تم دراسة سلوك التآكل للسبيكة (A, B) في المحلول الملحي (3%Wt.NaCl) والمحلول الحامضي (3%Vol.HCl) بالاعتماد على الرسومات الآلية لمنحنيات الاستقطاب المهبطي ولمصعدي والرسومات لمماسات منحنيات الاستقطاب التي تعطي قيم تيار التآكل وجهد التآكل بصورة آلية على جانب منحنيات الاستقطاب .

المحلول الملحي

تم في هذا الاختبار دراسة السلوك التآكلي للسبيكة الأساس (A) والسبيكة (B) في المحلول الملحي (3%Wt.NaCl) وبدرجة حرارة المختبر . الشكل (10) يوضح منحنيات الاستقطاب لعينة من السبيكة الأساس (A) ويلاحظ من خلال الشكل ان قيمة كثافة تيار التآكل وجهد التآكل قد بلغت كالاتي:

$$I \text{ Corr.} = 34.42 \mu A / \text{Cm}^2$$

$$E \text{ Corr.} = - 641.3 \text{ mV}$$

التلف بهذه الطبقة على سطح السبائك وان زيادة حصول التآكل في المحلول الملحي يكون ناتج من تحقيق الذوبان الانودي للألنيوم و امتزاز الايونات المضادة للاستقطاب (Depolarizing) وهذا ما يتفق مع ما توصل إليه باحثون آخرون⁽⁸⁾ .
الإشكال (4) و (5) توضح السطح للسبيكة (A) والسبيكة (B) على التوالي بعد اثنا عشر يوم من التعرض الى المحلول حيث يلاحظ حصول تآكل على سطح السبائك بفعل ايونات الكلوريد التي لها القابلية على التغلغل وإلحاق التلف بالطبقة الاوكسيدية على السطح أما سبب التذبذب في مقدار الوزن للسبيكة (B) فيمكن أن يعزى إلى بقاء قدر معين من نواتج التآكل وأملاح الكلوريدات السالبة (Cl⁻) على سطح السبيكة والتي يصعب إزالتها كذلك يمكن لهذه النواتج أن تكون ترسبت في أماكن يصعب إزالتها مما سبب زيادة الوزن أما سبب النقصان يمكن أن يعزى إلى تقشر الأملاح التي يمكن أن تكون قد ترسبت على سطح السبيكة او تقشر طبقة الاوكسيد الواقية حيث أنها تبقى السبيكة الأساس في تماس مباشر مع المحلول^(8,9,10) .

المحلول الحامضي

الشكل (6) يوضح مقدار التغير في الوزن لوحدة المساحة للسبيكة الأساس (A) والسبيكة (B) مع زمن التعرض للمحلول الحامضي (3%Vol.HCl) باستخدام طريقة فقدان الوزن وفي درجة حرارة المختبر. أظهرت السبيكتين فقدان مستمر في الوزن المفقود مع زيادة الفترة الزمنية للتعرض إلى المحلول وأبدت السبيكة (B) فقدان اكبر في الوزن مقارنة مع السبيكة (A) إن حصول التآكل يمكن أن يعزى إلى وجود ايونات الهيدروجين (H⁺) التي تستهلك الالكترونات وتعمل على تعجيل معدل التآكل (Corrosion Rate) من خلال تحولها إلى ذرات والتي بدورها تتحد فيما بينها للتحول إلى فقاعات غازية تخرج خارج المحلول والذي يتمثل بالتفاعل الكاثودي التالي^(11,12) :

مقارنة مع السبيكة (A) إذ بلغت الزيادة في تيار التآكل بنسبة (26.00%) في حالة استخدام السبيكة (B) من قيمته في حالة استخدام السبيكة الأساس (A) كذلك يلاحظ انحراف جهد التآكل للسبيكة (B) بالاتجاه السالب أي إن إضافة السيريوم تجعل جهد التآكل أكثر سالبية ، الجدول (4) يوضح قيم جهد وتيار التآكل للسبيكة (A) و (B) في المحلول ألحامضي والمستحصلة من الطريقة الكهروكيميائية .

اختبار البلى :

الشكل (14) يوضح سلوك البلى للسبيكة الأساس (A) والسبيكة (B) ويلاحظ من خلال الشكل إن السبائك أظهرت نقصان مستمر في الوزن المفقود مع زيادة زمن الاختبار ويمكن أن يعزى ذلك إلى عوامل عدة لعل في مقدمتها تكرار التشويه للتواءات وما يتبعه من أصلاد انفعالي وثم فشل بالكلال (15، 14) . كذلك يلاحظ من الشكل إن السبيكة (A) أظهرت مقاومة أعلى للبلى من السبيكة (B) حيث يكون مقدار الوزن المفقود لوحدة المساحة المعرضة للاحتكاك في السبيكة (B) أعلى من السبيكة (A) عند نفس ظروف التحميل والسرعة ، يمكن أن يعزى تفوق السبيكة (A) على السبيكة (B) في هذا الاختبار إلى اختلاف قيم الصلادة للسبكتين حيث أظهرت السبيكة (A) مستوى أعلى في قيمة الصلادة مقارنة مع السبيكة (B) وكما لوحظ من الجدول (1) والذي يتضح من خلاله إن السبائك قد امتلكت صلادة جيدة إذ يمكن أن يعزى ذلك إلى أن تلك السبائك تضمن تكوينها الكيميائي أكثر من عنصر سبك تسبب في تكوين مركبات كيميائية لمتشكلات معدنية بينية في أرضية الألومنيوم بالإضافة إلى إن تلك السبائك بردت سريعاً بعد سباكتها في القوالب المعدنية والذي سبب في تصغير الحجم الحبيبي لمتشكلاتها (7) الشكل (15) و (16) يوضحان سطح السبيكة (A)

أما الشكل (11) يوضح منحنيات الاستقطاب لعينة من السبيكة (B) ويلاحظ من خلال الشكل إن قيمة كثافة تيار التآكل وجهد التآكل قد بلغت :

$$I \text{ Corr.} = 51.50 \mu A$$

$$E \text{ Corr.} = - 681.6 \text{ mv}$$

من قيم تيار التآكل التي تم الحصول عليها من الأشكال الناتجة من الاختبار نلاحظ ارتفاع قيمة تيار التآكل في السبيكة (B) مقارنة مع السبيكة (A) إذ بلغت الزيادة في تيار التآكل بنسبة (1.49%) في حالة استخدام السبيكة (B) من قيمته في حالة استخدام السبيكة الأساس (A) كذلك يلاحظ انحراف جهد التآكل للسبيكة (B) بالاتجاه السالب أي أن إضافة السيريوم تجعل جهد التآكل أكثر سالبية . الجدول (3) يوضح قيم جهد وتيار التآكل للسبيكة (A) و (B) في المحلول الملحي والمستحصلة من الطريقة الكهروكيميائية .

المحلول ألحامضي:

تم في هذا الاختبار دراسة السلوك التآكلي للسبيكة الأساس (A) والسبيكة (B) في المحلول ألحامضي (3%Vol. HCl) في درجة حرارة المختبر الشكل (12) يوضح منحنيات الاستقطاب لعينة من السبيكة الأساس (A) ويلاحظ من خلال الشكل إن قيمة كثافة تيار التآكل وجهد التآكل قد بلغت كالآتي :

$$I \text{ Corr.} = 19.30 \mu A$$

$$E \text{ Corr.} = - 324.70 \text{ mv.}$$

أما الشكل (13) يوضح منحنيات الاستقطاب لعينة من السبيكة (B) ويلاحظ من خلال الشكل إن قيمة كثافة تيار التآكل وجهد التآكل قد بلغت :

$$I \text{ Corr.} = 507.35 \mu A$$

$$E \text{ Corr.} = - 697.90 \text{ mv.}$$

من قيم تيار التآكل التي تم الحصول عليها من الأشكال الناتجة من الاختبار نلاحظ ارتفاع قيمة تيار التآكل في السبيكة (B)

Amorphous Aluminum Alloy Additions", PDF, 2001.

[4] H . Bohm and T.Suter , " Localized Corrosion Studies on Molecular Level " , PDF, 2002.

[5] M . J . Vasques , C.R.Clayton and G.P.Halada , " Composition of Chromate Conversion Coating Formed on Multi - Layered Thin Films of AA2024 - T₃ Matrix and Analogs of Al₂CuMg , Al₂₀Cu₂(FeMn)₃ " , PDF , 2001.

[6] T. M. Umarova , A.A, Khakimov and I.N.Ganive , " Effect of Cerium on Electrochemical and Mechanical Properties of aluminum - Iron Alloys " , PDF, 2007 .

[7] -[ألعماري ، جميل حبيب غازي ، " دراسة حول تطوير تحضير سبيكة الألومنيوم (8009) من تحسين طريقة التصنيع والعناصر السبائكية والمعالجات السطحية " ، أطروحة دكتوراه مقدمة إلى قسم هندسة المواد ، جامعة بابل ، العراق ، 2008 .

[8] [الجبوري ، احمد فاضل حمزة ، " حماية الفولاذ الكربوني والالمنيوم والنحاس من التآكل باستخدام مثبطات عضوية جديدة " ، رسالة ماجستير مقدمة إلى قسم هندسة المواد ، جامعة بابل ، العراق ، 2007 .

[9] [الصبري ، أسراء قحطان ، " تحسين مقاومة التآكل لسبيكة ذات أساس ألومنيوم - نحاس " ، رسالة ماجستير مقدمة إلى قسم هندسة المواد ، جامعة بابل ، 2000 .

[10] D.Bengtsson Blucher , J . E. Svensson and L.G.Johansson , " The NaCl - Induced Atmospheric Corrosion of Aluminium ; the influence of Carbon Dioxide and Temperature " , PDF , ON the web : direct . Bi .uk / research / 42/ 15/ RN L 28088222.html, 2002.

[11] L.L.Shreir , G.T.Burstein and R.A.Jarman , " Corrosion " , Vo. Control , 3rded , 2000.

[12] D . William , Callister , Jr. , " Materials Science and Engineering

و (B) على التوالي بعد التعرض إلى اختبار البلى ، وقد امتلكت السبيكة (A) صلادة أعلى وهذا أعطاها قابلية اكبر في مقاومة البلى من السبيكة (B)^(16,17).

الاستنتاجات:

١ - السبيكة (A) أظهرت تفوق في مقاومة التآكل في المحلول الملحي و الحامضي مقارنة مع السبيكة (B) باستخدام طريقة فقدان الوزن.

٢ - بلغت قيمة جهد وتيار التآكل للسبيكة (A) في المحلول الملحي باستخدام الطريقة الكهروكيميائية (I Corr. = 34.42 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$; E Corr. = -641.3 mv في حين بلغ جهد وتيار التآكل للسبيكة (B) I Corr. = 51.50 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$; E Corr. = -681.6 mv. اما قيمة جهد وتيار التآكل للسبيكة (A) في المحلول الحامضي باستخدام الطريقة الكهروكيميائية قد بلغت (I Corr.=19.13 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$; E Corr.= -324.7mv في حين بلغ جهد وتيار التآكل للسبيكة (B) I Corr.= 507.35 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$; E Corr.) (-697.9mv).

٣ - أظهرت السبيكة (A) مقاومة بلى اعلي من السبيكة (B) .

References

- [1] A. Merati , " A Study of Nucleation and Fatigue Behavior of an Aerospace Aluminum Alloy 2924 - T₃ " , International J. of Fatigue , Vol.27,2005 , pp.33-44 .
- [2] M. Drew , " The Essence of Aerospace Power : What Leader Need to Know " , Aerospace Power Journal , 2001 ,pp.23-30 .
- [3] Eiji Akiyama , K.Asami and other , " Enhancement of orrosion Resistance of

- %7 Ebruedigm /
RGB03 .PDF,2002.
- 16 - الزبيدي ، باسم محيسن محمد ، " زيادة مقاومة سبائك الألومنيوم المستخدمة في صناعات الفضاء " ، رسالة ماجستير مقدمة إلى قسم هندسة المواد ، جامعة بابل ، العراق ، 2004 .
- [17] R.G.Buchheit ,R.K.Boger , M. W. Donohue , " Copper Dissolution Phenomena in Al – Cu and Al – Cu –Mg Alloy " , On the web : [http // www.mse.ohio -stet.edu/ %7 Ebruedigm / RGB03 .PDF](http://www.mse.ohio-stet.edu/%7Ebruedigm/RGB03.PDF),2001.
- " , An Introduction , Fifth Edition , 2000.
- [13] الأسود ، محسن عباس ، " دراسة تأثير بخار الهيدرازين على سطوح المعادن " ، رسالة ماجستير مقدمة الى قسم هندسة المواد ، جامعة بابل ، العراق ، 2003 .
- [14] G .S . Brady , H.R.Claner and J.A.Vaccari , " Materials Hand Book " , McGraw – Hill Hand books , 15thed., 2001 .
- [15] R.G.Buchheit ,R.K.Boger , " Cu Redistribution and Surface Enrichment Due to Dissolution of Al – Cu Alloys " On the web : [http // www.mse.ohio -stet.edu /](http://www.mse.ohio-stet.edu/)

جدول (1) التحليل الكيميائي والصلادة الفيزيائية للسبائك المستخدمة .

Alloy	Fe	V	Si	Ce	Al	HV (kg / mm ²)
A	6.60	0.60	1.25	----	Balance	112
B	6.58	0.59	1.26	0.25	Balance	81

جدول (2) نتائج الموصلية الكهربائية ودرجة الحموضة للمحاليل المستخدمة .

pH	Electrical Conductivity (msm ⁻¹)	Solution
7.68	19.25	3% Wt . NaCl
1.71	High	3% Vol. HCl

جدول (3) قيم جهد وتيار التآكل للسبيكة (A) والسبيكة (B) في المحلول الملحي والمستحصلة من الطريقة الكهروكيميائية.

I Corr.($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	E Corr .(mv)	Alloy Code	Solution
34.42	-641.3	A	3% Wt.NaCl
51.50	-681.6	B	3% Wt.NaCl

جدول (4) قيم جهد وتيار التآكل للسبيكة (A) والسبيكة (B) في المحلول الحامضي والمستحصلة من الطريقة الكهروكيميائية.

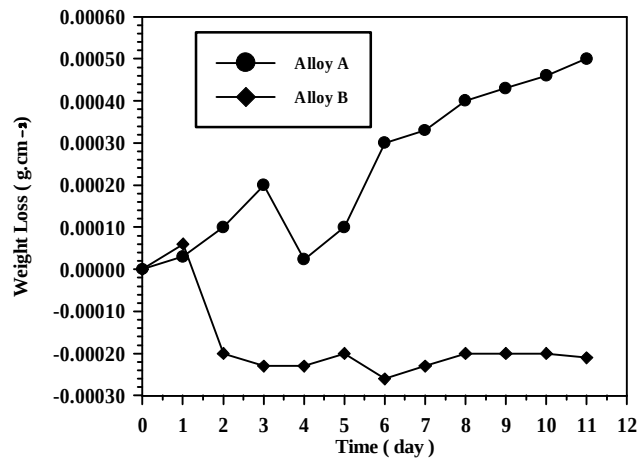
I Corr.($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	E Corr .(mv)	Alloy Code	Solution
19.13	-324.70	A	3% Vol.HCl
507.35	-697.90	B	3% Vol.HCl



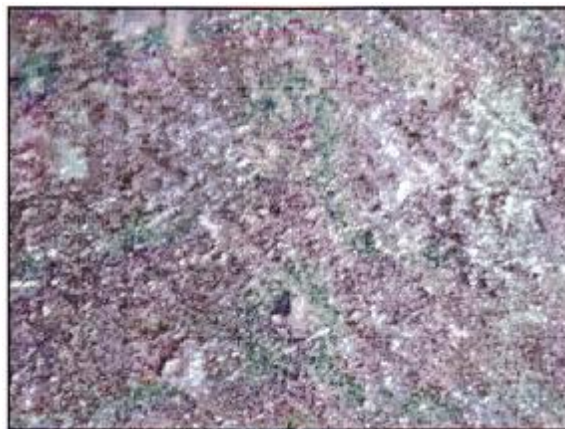
الشكل (1) جهاز اختبار التآكل بالطريقة الكهروكيميائية .

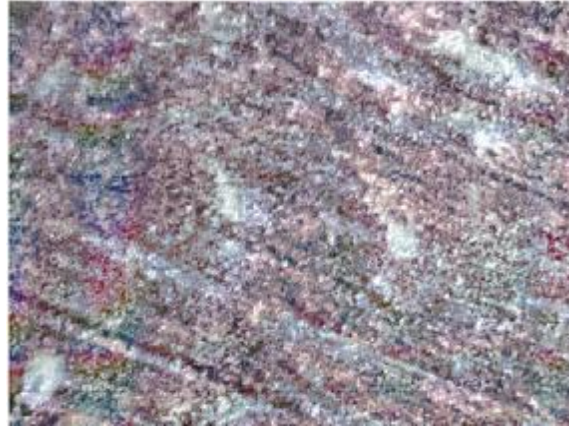


الشكل (2) الجهاز المستخدم في اختبار البلل .

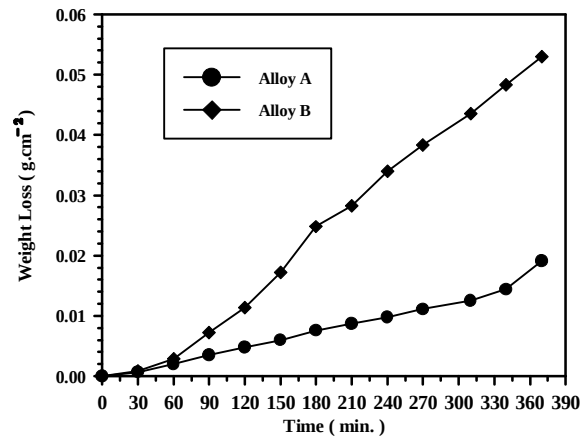


الشكل (3) تأثير فترة التعرض لمحلول (3 % Wt.NaCl) في الغير في الوزن للسبائك المستخدمة في هذه الدراسة باستخدام طريقة فقدان الوزن .

الشكل (4) سطح السبيكة (A) المعرضة
إلى المحلول الملحي (3 % Wt.NaCl) (750X).



الشكل (5) سطح السبيكة (B) المعرضة
إلى المحلول الملحي (3% Wt.NaCl) (750X).



الشكل (6) تأثير فترة التعرض لمحلول (3% Vol.HCl) في الغير في الوزن للسبائك المستخدمة في
هذه الدراسة باستخدام طريقة فقدان الوزن .

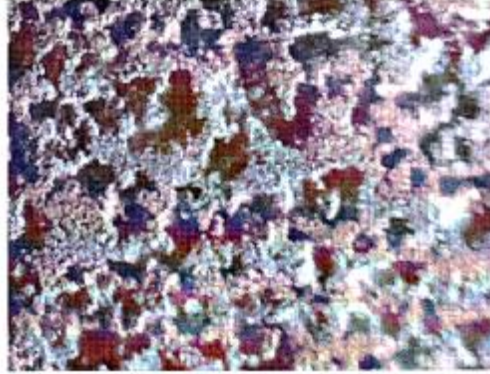


السبيكة (A) .

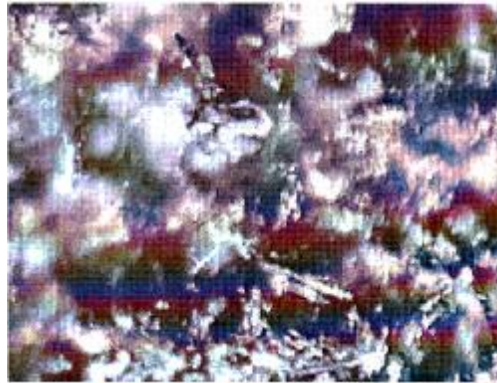


السبيكة (B) .

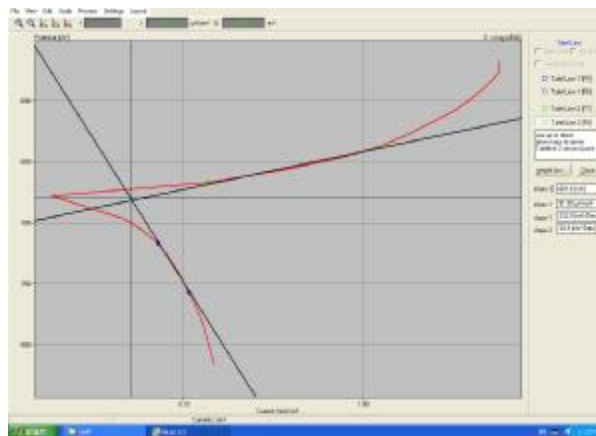
الشكل (7) ظاهرة تولد الفقاعات عند الغمر في المحلول أحامضي للسبائك (A , B) .



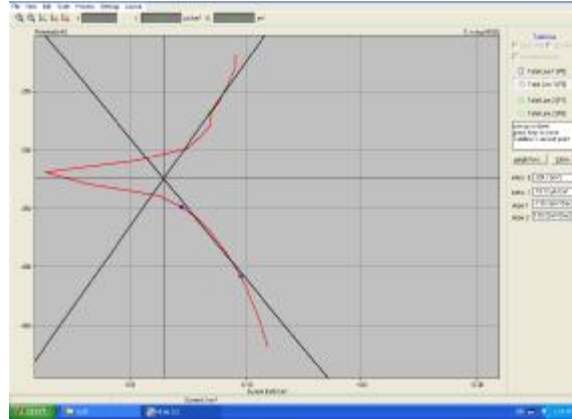
الشكل (8) سطح السبيكة (A) المعرضة إلى المحلول أحامضي (3%Vol.HCl) (750X) .



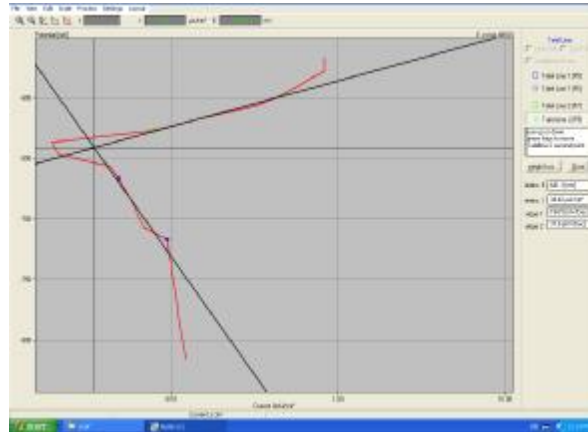
الشكل (9) سطح السبيكة (B) المعرضة إلى المحلول أحامضي (3%Vol.HCl) (750X) .



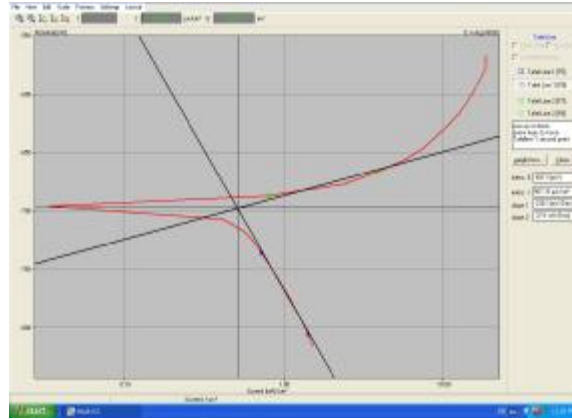
الشكل (10) يوضح منحنيات الاستقطاب للسبيكة (A)
في محلول (3% NaCl) باستخدام الطريقة الكهروكيميائية .



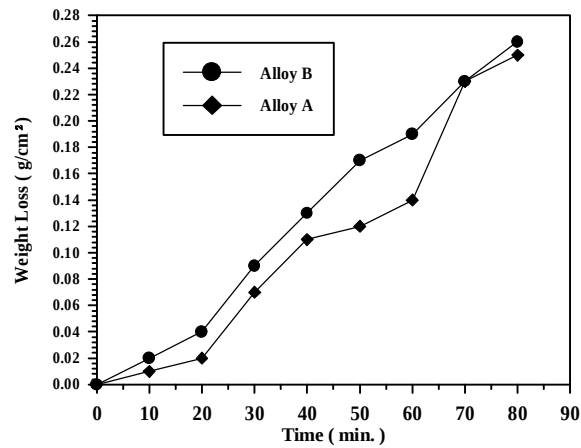
الشكل (11) يوضح منحنيات الاستقطاب للسبيكة (B)
في محلول (3% NaCl) باستخدام الطريقة الكهروكيميائية .



الشكل (12) يوضح منحنيات الاستقطاب للسبيكة (A)
في محلول (3% HCl) باستخدام الطريقة الكهروكيميائية .



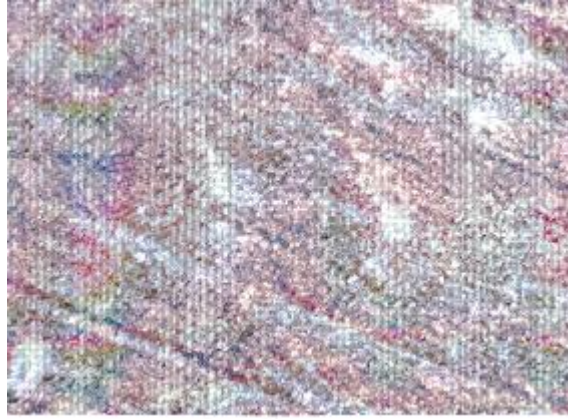
الشكل (13) يوضح منحنيات الاستقطاب للسبيكة (B)
في محلول (3% Vol. HCl) باستخدام الطريقة الكهروكيميائية .



الشكل (14) العلاقة بين الوزن المفقود لوحدة المساحة والزمن في اختبار البلية.



الشكل (15) سطح السبيكة (A) بعد إجراء اختبار البلى .



الشكل (16) سطح السبيكة (B) بعد إجراء اختبار البلى .