جامعة الموصل

كلية العلوم

استخدامُ التسبيكَ السطحيِ لسبيكة الفولاذ (H25) والسبيكة المحسنة (733E) بطريقةِ الطلاءِ الانتشاريِ ودراسةِ كفاءةِ السبائكِ الناتجةِ في مقاومةِ التآكلِ

محمدْ إسماعيلْ يوسفْ محمدْ الجبوريّ

أطروحة دكتوراه

علوم الفيزياء

بإشراف

الاستاذ المساعد الدكتور

محمود أحمد حمود الجبوري

1446هـ

2024م

الخلاصة

تتعرض ريش المحركات التوربينية للطائرات ومحطات توليد الطاقة إلى درجات حرارية عالية والتي تتسبب في تآكل هذه الأجزاء وانهيارها عن طريق تفاعلها مع الوسط المحيط. فالمعادن والسبائك تعاني من التأكسد السريع عندما تتغطى سطوحها بطبقة رقيقة من منصهر الأملاح مثل ملح كبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) الموجود في أجواء اشتغال هذه الأجزاء وهذا النوع من التأكسد يعرف " بالتآكل الحار (Hot Corrosion) حيث تتكون قشرة اوكسيدية مسامية غير واقية. إحدى الطرق الفعالة لحماية هذه الأجزاء هو تحويرات بطريقة الطلاء أي أغناء سطوحها بالألمنيوم بعملية تعرف بالألمنة والتي ينتج عنها تكون قشرة واقية مستمرة من الألومينا (Al_2O_3) والتي تتميز بدرجة انصهار عالية وعازلية جيدة للحرارة والكهربائية مما يمكنها من تقليل انتشار الأوكسجين والكبريت والعناصر المعدنية الأخرى. تم في هذه الاطروحة تم تحضير نوعين من أنظمة الطلاءات وهما:

1. بودقة السمنتة التقليدية (Pack Cementation) وبهذه الطريقة يتم المنة السبائك بدرجة حرارة (1000 ^oC) ولفترات زمنية (2, 4, 6) ساعة .

2 . طلاء الحاجز الحراري (Thermal Barrier Coating) وبهذه الطريقة يتم اكساء السبائك بأربعة أنواع من بعض أكاسيد العناصر النادرة مثل اوكسيد السيريوم (CeO_2) العادي والنانوي واوكسيد التيتانيوم (TiO_2) العادي والنانوي قبل ألمنتها وكل على انفراد، وقد تم تنفيذ هذه الطلاءات واختبار كفاءتها على نوعين من السبائك المحسنة منها (Superalloy-733E) ذات أساس نيكل وسبيكة ذات أساس حديد هي الصلب الأوستينايتي (Steel-H25) .

تم دراسة آلية تكون هذه الطلاءات وحركية نموها باستخدام الميزان الحساس (0.0001) غم، كما تم التعرف على بنية الطلاءات الناتجة وتوزيع عناصر الطلاء باستخدام تقنيات الأشعة السينية (XRD) والمجهر الإلكتروني الماسح المزود بجهاز تحليل طاقة الأشعة السينية المعروف (SEM-EDAS) . أظهرت النتائج إن أنظمة الطلاء وكذلك القشرة الاوكسيدية الواقية أثبتت كفاءة جيدة ومقاومة عالية عند تعرضها للتآكل بوجود منصهر الملح (Na_2SO_4) على جميع السبائك وكل انواع الطلاءات المستخدمة مع فروقات طفيفة بينهما، بينما أظهرت بعض التقشرات وفشل القشرة الاوكسيدية على السبيكة غير المطلية وذلك بسبب الدورات الحرارية التي تتعرض لها في الأوساط التآكلية.

Abstract

The exposure of aircraft and industrial gas turbine blades to high temperature can lead to the degradation of a material by its reaction with its surroundings. Metals and alloys sometimes experience accelerated oxidation when their surfaces are covered with a thin film of fused salt such as (Na_2SO_4) in an oxidizing atmosphere of elevated temperature. This mode of attack is called "Hot Corrosion", where apercus, non-protective oxide scale can be formed at the surface.

One of the most important ways to protect these parts is the modification of the surfaces of the base alloys by coating. The role of surfaces enrichment in aluminum (Aluminizing) produces a continuous protective oxide scale of alumina (Al_2O_3) which has a high melting point, good insulator for heat and electricity, and can reduce the diffusion of oxygen sulfur, and metallic elements.

In this work, two types of coating systems have been done, as follows:

1. Traditional pack cementation, in which the base alloys have been. aluminized at (1000 ºC) for 2,4,6 hours
2. Thermal Barrier Coating: In this way, the alloys are coated with two types of rare element oxides, namely, cerium oxide (CeO_2) nano and normal, and titanium oxide (TiO_2) normal and nano before aluminization, each separately. These coatings were implemented and their efficiency was tested on two types of improved alloys, including (Superalloy-733E) nickel-based and (Steel-H25) iron-based alloys. The formation mechanism of these coatings and their growth kinetics were studied using a sensitive balance (0.0001) gm. The structure of the resulting coatings and the distribution of the coating elements were also identified using X-ray techniques (XRD) and the scanning electron microscope equipped with the known X-ray energy analysis device (SEM-EDAS). The results showed that the coating systems as well as the protective oxide layer proved to be efficient and highly resistant to corrosion in the presence of molten salt (Na_2SO_4) on all alloys and all types of coatings used with slight differences between them, while some peeling and failure of the oxide layer were shown on the uncoated alloy due to the thermal cycles it is exposed to in corrosive environments.

University of Mosul
College of Science

Use of Surface Alloying of Steel (H25) alloy and Superalloy (733E) by Diffusion Coating Method and Study of the Efficiency of the Resulting alloys in Corrosion Resistance

Mohammed Ismail Yusuf Mohammed Al-Joboory

Ph. D. Thesis

Physics Sciences

Supervised by

Assist. Prof. Mahmood Ahmed Hamood Al-Joboory

2024 A.D **1445 A.H**