جـامعة الموصل

كلية العلوم

استخدام طبقة من الأكاسيد النانوية وغير النانوية كحاجز حراري في عملية الألمنة لبعض السبائك المحسنة ودراسة كفاءتها في مقاومة التآكل الحار

محمود ماجد محمود الجحيشي

أطـروحة دكتوراه

علوم الفيزياء / فيزياء الحالة الصلبة

بإشـراف

الاستاذ

الدكتور محمود احمد حمود

الاستاذ المساعد

الدكتور سمير محمود احمد

1446 هـ

2024 م

الملخص

تتميز السبائك المحسنة (Superalloys) بتطبيقاتها المهمة في صناعة الطائرات والتوربينات الغازية لما تمتلكه هذه السبائك من خصائص ميكانيكية كيميائية وفيزيائية، ومن أجل أن ترافق هذه السبائك التطور الحاصل في الصناعة، ولزيادة كفاءتها في مقاومة التآكل الحار تم اجراء تعديل على مكونات سطح السبيكة عن طريق عملية الألمنة (Aluminizing Process). في هذه الاطروحة تم اختيار نوعيــن من أنواع السبائك المحسنة وهما سبيكة ذات أساس نيكل- حديد (G-4) وسبيكة ذات اساس نيكل (BV-18)، تم تحضير اربع مجاميع من كل نوع من انواع السبائك قيد الدراسة المجموعة الأولى تم ألمنتها فقط، اما المجموعة الثانية تم المنتها بوجود طبقة من الذهب بوصفها حاجزا حراريا والمجموعة الثالثة تم المنتها بوجود (أوكسيد اليتريوم النانوي $Nano\text{-}Y_2O_3$) بوصفه حاجزا حراريا اما المجموعة الرابعة فقد تم المنتها بوجود (أوكسيد اللانثانيوم La_2O_3) بوصفه حاجزا حراريا وكانت الطريقة الرئيسة المستخدمة هي طريقة السمنتة الصلبة (pack-cementation) بدرجة حرارة (1000^oC) وفي جو مفرغ من الهواء وللفترات الزمنية (2, 4, 6h). تم حساب مجموعة من معلمات الطلاء الناتج وهي معدل الكتلة لوحدة المساحة والسمك لطبقة الطلاء وحساب معامل الانتشار للألمنيوم، اشتملت الفحوصات على الفحص بالمجهر الالكتروني الماسح وطيف طاقة التشتت (SEM-EDS)، وفحص حيود الاشعة السينية (XRD) للعينات المطلية لمدة(6h)، من خلال هذه الفحوصات تم التعرف على المواصفات الكمية والنوعية لسطح السبيكة وتحديد الاطوار في طبقة الطلاء، ولغرض معرفة كفاءة الطلاءات في حماية السبيــكة ضد التآكل الحار تم اجراء اختبار قاسي للنماذج بطريــقة الاكسدة الدورية (Cyclic Oxidation) في جو من بخار ملحي ومقارنتها مع نموذج قياسي غير مطلي، تم الاختبار داخل فرن كهربائي عند درجة حرارة (900^oC) وتحت الضغط الجوي الاعتيادي ولمدة (200h) ساعة. لوحظ أن الطلاء المستخدم للسبيكة (BV-18) ولجميع المجموعات وفر حماية ضد التآكل الحار إلا أن الطلاء بوجود الحاجز الحراري بكافة أنواعه قد حسن من أداء السبيكة من خلال الاستقرار في حركية التأكسد والتآكل على عكس العينات المؤلمنة فقط التي عانت من بعض التناقص في الكتلة، وخاصة تلك المؤلمنة للمدة الزمنية (6h)، أما السبيكة (G-4) لوحظ أن هناك تناقص في الكتلة بشكل قليل في بداية الاختبار ولجميع انواع الطلاءات ومع مرور الزمن كانت اكثر استقرارا مما يدل ايضا على كفاءة في الاداء.

Abstract

Superalloys are distinguished by their important applications in the manufacture of aircraft and gas turbines because these alloys possess mechanical, chemical and physical properties. In order for these alloys to accompany the development taking place in the industry, and to increase their efficiency in resisting hot corrosion, a modification was made to the surface components of the alloy through the aluminization process In this thesis, two types of superalloys were chosen, a nickel-iron-based alloy (G-4) and a nickel-based alloy (BV-18), four groups were prepared from each type of alloy under study, the first group was only aluminized, The second group was aluminized with the presence of a layer of gold as a thermal barrier, and the third group was aluminized with the presence of (nano-yttrium oxide Nano-Y_2O_3) as a thermal barrier, as for the fourth group, it was aluminized with the presence of (lanthanum oxide La_2O_3), as a thermal barrier, the main method used was the pack- cementation method at a temperature of (1000^oC) in a vacuum atmosphere and for periods of time (2, 4, 6 hours). A set of parameters for the resulting coating were calculated, namely the ratio of mass per unit area and thickness of the coating layer, and the diffusion coefficient for aluminum, the analysis included scanning electron microscopy(SEM) and energy dispersion spectroscopy (EDS), and X-ray diffraction (XRD) analysis of the coating samples for a period of (6 hours), through these tests the quantitative and qualitative specifications of the alloy's surface were identified and the phases in the coating layer were identified. For the purpose of knowing the efficiency of the coatings in protecting the alloy against hot corrosion, a harsh test was conducted for the samples by the method of cyclic oxidation in an atmosphere of salt vapor and compared with a standard un-coating sample, the test was carried out inside an electric oven at a temperature of (900^oC) and under normal atmospheric pressure for a period of (200 h) hours. It was noted that the coating used for the alloy (BV-18) for all groups provided protection against hot corrosion, but the coating with the presence of a thermal barrier of all types improved the performance of the alloy by stabilizing the oxidation and corrosion kinetics, in contrast to the aluminized samples only, which suffered from some decrease in mass, especially those aluminized for a period of time (6 hours). As for the alloy (G-4), it was noted that there was a slight decrease in mass at the beginning of the test for all types of coatings, and over time it was more stable, which also indicates efficient performance.

University of Mosul

College of sciences

Using a Layer of Nano and non- Nano Oxides as a Thermal Barrier in the Aluminization Process of some Superalloys, and Studying its Efficiency in Resisting the Hot Corrosion

Mahmood Majed Mahmood Algehichee

Ph.D. Thesis

Physics Sciences

Supervised by

Prof

Dr. Mahmood Ahmed Hamood

Asst. Prof

Dr. Samir Mahmood Ahmad

1446 A.H **2024 A.D**