



1- عنوان البحث

عنوان البحث

A Study of Neutron and Gamma-Ray Interaction Properties with Cobalt-Free Highly Chromium Maraging Steel

دراسة خصائص التفاعل بين كل من النيوترونات وأشعة جاما مع الفولاذ الخالي من الكوبالت والمحتوي على نسبة كبيرة من الكروم

2- البيانات الخاصة بالنشر

Journal of Modern Physics	إسم المجلة
6 ; pp. 1526 - 1532	رقم المجلد
سبتمبر 2015	تاريخ النشر
دراسة تجريبية	منهجية البحث

3- ملخص البحث باللغة العربية

ركز الباحثون على دراسة التفاعلات بين النيوترونات والفوتونات مع المادة (معاملات التوهين). ويعزى ذلك إلى زيادة استخدام المصادر المشعة في مختلف مجالات حياتنا اليومية. ويعتبر معامل التوهين معلمة هامة تميز أختراق وانتشار النيوترونات وأشعة جاما في المادة. وتعتمد هذه المعلمة على التراكيب الكيميائية للسبائك والطاقة الإشعاعية الساقطة. الإشعاعات الممتصة والمبعثرة مرتبطة بكل من الكثافة والكثافة الإلكترونية الفعالة للمادة.

فولاذ مارايجنج يمثل فئة خاصة من الفولاذ ذات القوة العالية التي تختلف عن الفولاذ التقليدي حيث أنه يتم قساها من خلال تفاعل معدني لا يتضمن الكربون. مصطلح مارايجنج يأتي من تقسية مصفوفة المارتنسايت ذات الكربون المنخفض ومصفوفة الحديد- نيكل المعدنية. يحتوي الفولاذ العادي على " ١٨ في المائة نيكل، و ٨ في المائة كوبالت، و ٥ في المائة موليبدنيوم و ٠.٤ في المائة تيتانيوم"، ولكن النيكل والكوبالت والمولبدنيوم هي عناصر مكلفة، وهذا يبقي الفولاذ غالية الثمن إلى حد ما، ويمنع الاختيار والتطبيق على نطاق أوسع. لذلك، كان تطوير فولاذ خال من الكوبالت مع خفض كميات العناصر المكلفة لخفض تكلفة الإنتاج إتجاها هاما في بحوث فولاذ المارايجنج. وللتغلب على هذه المشكلة، استخدمت التيتانيوم والكروم كعناصر تقوية أساسية تحل محل الكوبالت في البولاج. ولتعزيز الصلابة وتحسين مقاومة التآكل، يتم تقليل محتوى النيكل إلى حوالي ١٢٪. لذا، فإن الغرض من العمل الحالي هو دراسة تفاعلات الأشعة



النيوترونية وأشعة جاما مع سبائك الفولاذ الخالي من الكوبالت التي تم التحقيق فيها حديثا. وتتسم هذه السبائك بارتفاع الكروم (المارتنستيتيك والفيريتيك) الذي يتراوح فيه تركيز الكروم من ٢.٠ في المائة إلى ١٨.٠ في المائة من الوزن. وقد تم أعداد خمس عينات من الفولاذ الخالي من الكوبالت، باستخدام تقنية إعادة الصهر الكهربائية باستخدام التيتانيوم والكروم بدلا من الكوبالت للتغلب على مشكلة الأوستنيتيك المحتفظ بها؛ كما تم تخفيض محتوى النيكل إلى حوالي ١٢٪. خضعت عينات الصلب لعلاج الحلول (عند ٨٢٠ درجة مئوية لمدة ساعة)، مع عملية الشيخوخة (عند ٤٨٠ درجة مئوية لمدة ساعتين). وقد تم قياس معاملات التوهين الكتلي، و حساب كثافات الإلكترونات الفعالة في نطاق طاقة الفوتون حتى 2.8 ميجا فولت ، والقسم العرضي لإزالة النيوترونات السريعة للسبائك الخمس المعدة. وأجريت مقارنة بين معاملات التوهين الكتلي لسبائك الفولاذ الخالية من الكوبالت ومقارنتها بعينات من الرصاص والفولاذ الكربوني و كذلك الفولاذ عالي المحتوى من النيتروجين. وتبين النتائج المحققة تفوق السبيكة S3 الخالية من الكوبالت (٠.٠٤٥ في المائة كربون- ١٣.٣٥ في المائة نيكل-٢.٠٥ في المائة كروم-٤.٥ في المائة موليبدنيوم-٠.٠٦ في المائة تيتانيوم) مقارنة بالسبائك الأخرى التي تم اختبارها مما يجعلها مادة حماية من الإشعاع ملائمة في المجال الصناعي والنووي.

5- ملخص البحث باللغة الإنجليزية

Researchers have focused on studying the neutron and photon interactions with matter (attenuation coefficients). This is attributed to increasing the use of radioactive sources in different fields of our daily life. The attenuation coefficient is an important parameter that characterizes the penetration and diffusion of neutrons and gamma-rays in the matter. This parameter depends on the chemical compositions of the alloy and the incident radiation energy. The absorbed and scattered radiations are related to the effective electron density and density of the material. Maraging steel represents a special class of high strength steels that differ from conventional steels in that they are hardened by a metallurgical reaction that doesn't involve carbon. The term maraging is coming from martensite age hardening of low-carbon, iron-nickel lath martensite matrix.

The standard maraging steel contains “18% Nickel, 8% Cobalt, 5% Molybdenum and 0.4% Titanium”, but Nickel, Cobalt and Molybdenum are expensive elements, this keeps the steels rather expensive, preventing wider selection and application. Therefore, developing cobalt-free maraging steel with reduced quantities of expensive elements to lower the production cost has been an important direction of



maraging steels research. So, the purpose of the present work is to study the interactions of the neutron and gamma rays with the newly investigated cobalt-free maraging alloys. These alloys have high chromium (martensitic and ferritic) in which chromium concentration ranges from 2.0% to 18.0% of the weight.

To overcome this problem, titanium and chromium were used as the primary strengthening elements replacing Cobalt in steels. For enhancing toughness and improving corrosion resistance, the nickel content is reduced to about 12%.

In this respect, five cobalt-free maraging steel samples were prepared, using pilot plant induction furnace electro-slag re-melting technique (ESR). Titanium and chromium were used instead of cobalt and to overcome the problem of retained austenitic; the nickel content was reduced to about 12%. The steel samples were subjected to solution treatment (at 820°C for 1 hour), with the aging process (at 480°C for 2 hours).

Mass attenuation coefficients, effective electron densities, and fast neutrons removal cross-section for the five prepared alloys have been evaluated. A comparison of mass attenuation coefficients for cobalt-free, lead, carbon-steel, and high-nitrogen steel has been undertaken. The achieved results reveal the superiority of S3 cobalt-free alloy (0.045%C-13.35%Ni-2.05%Cr-4.5%Mo-0.06%Ti) than the other investigated alloys as a proper shielding material in the industrial and nuclear domain.



كلية الهندسة – جامعة الفيوم
قسم الرياضيات والفيزياء الهندسية

