Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Baghdad
Institute of Laser for Postgraduate Studies

Laser Cleaning of Low Carbon Steel Alloys AISI 1005 and AISI 1012

A Thesis

Submitted to the Institute of Laser for Postgraduate Studies, University of Baghdad in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Laser / Mechanical Engineering

BY

Samir Noori Ali

2013 AD **1434 AH**

ABSTRACT

Laser cleaning of plate metals are studied in the present work. Cleaning experiments are performed with a Q-switched Nd:YAG laser at wavelengths of 1064 and 532nm. Two plate metals were used in this work, Low Carbon Steel AISI 1012 of thickness 1mm and Low Carbon Steel AISI 1005 of thickness 0.65mm.

Three main parameters have been studied in the present work. These parameters are peak power P_p (5, 15, 30, 40 and 50 MW), pulse repetition rate P.R.R. (1, 2, 3, 4, 5 and 6Hz) and wavelength λ (106 and 532nm). Effects of these parameters have been studied using images taken by optical microscope and scanning electron microscope. Microstructural investigations have been studied. Also some mechanical tests have been carried out for the samples.

The optimum conditions for laser cleaning process were occurred at P_p of 40MW and P.R.R. of 4Hz with approximately same effect for both wavelengths. The depth of the removed layer of the contaminants can be controlled as a function of the peak power and the pulse repetition rate for the same wavelength for single laser pulse application without any effect on the base metal surface. This depth can be increased by increasing the peak power, but in this case some defects will occur which affecting the base metal properties. The experimental work has been supported by a computational work, where conditions have been simulated using MATLAB 2012B. There was a good agreement between the experimental and simulation results.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد
معهد الليزر للدراسات العليا

التنظيف الليزري لسبائك الفولاذ منخفض الكاربون AISI 1012 و AISI 1005

رسالة مقدمة
الى معهد الليزر للدراسات العليا / جامعة بغداد
كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في
الليزر / الهندسة الميكانيكية

من قبل
سامر نوري علي

١٤٣٤ هـ ٢٠١٣ م

الخلاصة

تم في هذا العمل البحثي دراسة تنظيف الصفائح المعدنية بالليزر.تجارب التنظيف تمت باستخدام ليزر النديميوم ياك النبضي بالنانو ثانية عند الأطوال الموجية ١٠٦٤ و٥٣٢ نانو متر.نوعين من العينات AISI 1012بشكل صفائح معدنية استعملت في هذا العمل هي عينات من الفولاذ منخفض الكاربون نوع بسمك ٠,٦٥ ملم. AISI 1005بسمك ١ملم، وعينات من الفولاذ المنخفض الكاربون نوع

هناك ثلاث متغيرات تم اختيارها في هذا العمل البحثي لغرض دراسة تأثيرها على عملية التنظيف الليزري هي قدرة الليزر العظمى بواقع (٥، ١٥، ٣٠، ٤٠ و٥٠ ميكاواط) ومعدل التردد النبضي بواقع (١، ٢، ٣، ٤، ٥ و ٦هيرتز) والطول الموجي لشعاع الليزر. تأثيرات هذهِ المُتغيرات تم أختبارها عن طريق الصور، حيث تم التقاط هذهِ الصور بواسطة المجهر الضوئي وكذلك عن طريق صور المسح الالكتروني الدقيق لدراسة البُنية المِجهرية لسطوح العينات التي تم أختبارها ومعرفة مدى تأثيرِالليزر على هذهِ السطوح.

كذلك تم أختبار بعض الخصائص الميكانيكية للعينات موضوع البحث ، مثل دراسة الصلادة الدقيقة وكذلك أختبارات الخشونة السطحية قبل وبعد عملية التنظيف الليزري.

لُوحِظَ أنهُ يمكن السيطرة على عمق الطبقة المُزالة من الملوثات(طبقة الاكاسيد والشحوم) بدون اي عيوب أو أثار سلبية على سطح العينات الأصلي عن طريق تطبيق عملية التنظيف الليزري بنبضة الليزر بدلالة تغيير قدرة الليزر العُظمى ومعدل التردد النبضي لنفس الطول الموجي.

كما تم ملاحظة أن الظروف المثالية لعملية التنظيف الليزري للمعادن تمت عند مقدار قدرة عظمى (٤٠ ميكا واط) ومعدل تردد نبضي (٤هيرتز) مع وجود فوارق طفيفة في قيم الفحوصات عند استخدام الطول الموجي الآخر للعمل، وذلك يعود الى تقارب امتصاصية الطبقة الملوثة لكلا الطولين الموجيين ١٠٦٤ و٥٣٢ نانومتر.

من خلال هذا العمل تبين أن عمق الازالة يُمكن زيادته ولكن هذهِ الزيادة ستكون على حساب التأثير على الخواص الاساسية لمعدن النموذج الاصلي.

بالإضافة إلى النتائج العملية، لقد تم انجاز برنامج محاكاة للظروف التي استخدمت في الجانب العملي وتم الحصول على نتائج نظرية متوافقة بصورة جيدة ومتطابقة MATLAB 2012B باستخدام برنامج مع النتائج العملية.