Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Baghdad

Precise Hole Drilling In PMMA Using 1064 nm Diode Laser CNC Machine

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

JINAN ABDULHASAN ABDULNABI

APRIL 2009

تثقيب دقيق في PMMA
باستخدام
1064 نانومتر دايود ليزر
مع
ماكنه ليزريه ذات تحكم رقمي مبرمج

رسالة مقدمة

الى معهد الليزر للدراسات العليا / جامعة بغداد

كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في

الليزر / الهندسة الميكانيكية

من قبل

جنان عبد الحسن عبد النبي

ربيع ثاني 1430 هـ **نيسان 2009 م**

ABSTRACT

The laser is clearly the most critical component of any laser machining system. The most common types of lasers used for machining are CO_2, Nd:YAG, excimer lasers and high power diode laser. Particularly, pulsed lasers are the most commonly used for drilling.

This thesis represents the result of modest efforts that was intended to achieve a successful laser hole drilling execution in nonmetallic materials with an acceptable quality represented by the highest aspect ratio (up to 20–30) and lowest taper ratio (≈ 1) considering the low cost in the first place. Polymethylmethacrylate (PMMA) which is a member of the polymer family was used as the tested samples of 145mm×50mm×2.5mm in dimensions. These workpieces were illuminated by different laser beam powers and exposure time. For the accomplishment of the requirements of this study in getting a wide range of results from different working conditions, different positions of the laser beam spot were taken into consideration with respect to the workpiece (on the surface, at the mid, and at the lower surface). Also, some of these workpieces were tested with the assistance of low pressure assist gas (20–60 mmHg of air) and the other without the assist gas. An analytical model for the case of this study was solved using Matlab program in order to reduce the experimental errors and reaching almost the acceptable experimental results. Finally this study conclude that without the use of the assist gas the best holes can be achieved by focusing almost of 1W laser output power on the surface of the chosen material workpiece for 2.5s which matches with the best result that was gained from the analytical solution. Moreover, by using low pressure assist gas of about 60mmHg with the laser spot focused on the surface of the workpiece enhanced the drilling process and reduces the required exposure time.

الخلاصه

يعتبر الليزر الأكثر أهميه من كافة مكونات أي منظومة تشغيل بالليزر. أكثر أنواع الليزرات أستخداماً في التشغيل هي ليزرات CO_2، Nd:YAG، eximer. وعلى وجه التحديد فأن الليزرات النبضيه هي الأكثر أستخداماً للتثقيب.

هذه الأطروحه تمثل حصيله متواضعه للجهود التي بذلت لغرض الوصول الى تنفيذ ناجح للتثقيب بالليزر في المواد اللامعدنيه بنوعيه مقبوله متمثله بأعلى نسبة هيئه (من 20-30) وأقل نسبة مخروطيه (≈ 1) مع الأخذ بنظر الأعتبار الكلفه الأقل بالدرجه الأولى. منظومات ليزر الدايود تمتاز بـ؛ كفاءه جيده، مصادر حراريه عالية السيطره، صيانه قليله، تحتاج الى قدره قليله للتشغيل مقارنةً مع باقي الليزرات ضمن حقل الصناعه، صغيره الحجم ومجمعه بحيث أن رأس الليزر يمكن تثبيته على ذراع روبوت أو هيكل ماكنه ذات تحكم رقمي مبرمج. وللأستفاده من هذه الخصصائص، فأن هذه الدراسه أستخدمت دايود الليزر بمثابة العده الرئيسه بالرغم من كونه من النوع المستمر. للسيطره على متغيرات شعاع الليزر بالطرق الرقميه، تم جمع الليزر وتقنية المكائن ذات التحكم الرقمي المبرمج بشكل كبير بما عزز مرونة منظومات الأنتاج. لذلك، ولتعزيز نتائج هذه الدراسه، فأن ليزر الدايود قد وظف بالأقتران مع ماكنه ثلاثية الأبعاد ذات تحكم رقمي مبرمج.

شهدت البوليمرات أهتماماً ملحوظاً خلال العقد الأخير لأستخدامها في العديد من المنظومات. وهذا يعود بالأضافه الى خواصها الكيميائيه والفيزيائيه، فأن البوليمرات لها العديد من المميزات الأفضل من الكثير من باقي المواد، بالأضافه الى أن المعدات المصنعه من البوليمرات يمكن أنتاجها بكميات كبيره بسهوله. البوليمثيلميثاأكريليك PMMA) والذي هو أحد أعضاء عائلة البوليمرات أستخدِمَ في هذه الدراسه (2.5ملم. هذه القطع المشغله قد تم تعريضها الى شعاع الليزر ×50ملم×كعينات أختبار ذات أبعاد 145ملم بقدرات وأزمان تعريض مختلفه. ولغرض أستكمال متطلبات هذه الدراسه في الحصول على مدى واسع من النتائج من مختلف ظروف عمل، عليه فأن مختلف المواقع لبؤرة شعاع الليزر قد أخذت بنظر الأعتبار بالنسبه الى القطعه المشغله (على السطح، في منتصف القطعه، وعلى السطح السفلي). كذلك، فأن بعض هذه القطع المشغله قد تم أختبارها بأستخدام ضغط منخفض من الغاز المساعد (20-60 ملم زئبق من الهواء) وكذلك بدون أستخدام الغاز المساعد. ولتعزيز نتائج هذه الدراسه فقد تم أعداد نموذج رياضي لهذه الحاله الدراسيه وحَلهِ بأستخدام برنامج حاسوبي ماتلاب لغرض تقليل الأخطاء العمليه وللوصول الى نتائج عمليه مقبوله. أخيراً فأن هذه الدراسه خَلصَت الى أنه بدون أستخدام الغاز المساعد فأن أفضل الثقوب يمكن الحصول عليها بتركيز شعاع الدايود ليزر المستخدم ذو قدرة 1 واط على سطح القطع المشغله من الماده موضوعة هذه الدراسه لزمن تعريض مقداره 2.5 ثانيه وهذه النتيجه طابقت الى حد ما نتيجة الحل التحليلي. أضافةً الى ذلك، فأنه بأستخدام ضغط 60 ملم زئبق من الغاز المساعد مع تركيز شعاع الليزر على سطح القطعه حَسّنَ عملية التثقيب وقلل زمن التعريض.