Ministry of Higher Education
and Scientific research

University of Baghdad

Through Transmission Polymer Welding Using Prototype Diode Laser CNC Machine

A thesis

Submitted to the Institute of laser for Postgraduate Studies,

University of Baghdad in partial fulfillment of requirements

For the degree of Doctor of Philosophy in Laser

By

Ziad Aeyad Taha

2007 AD 1428 AH

Abstract

Laser Through Transmission Welding is studied in this work. Three dimensional Diode laser CNC machine was used and adapted to satisfy the requirements for the welding process. The diode laser parameters are 5W maximum power, CW mode at 1064 nm wavelength.

Two thermoplastics materials were used in this work. The first is a high density polyethylene (HDPE) with thickness 1 mm and the second is polymethymethacrylate (PMMA) with thickness 2.5mm. For the HDPE four speeds for laser welding were used (2.7, 1.6, 0.7, 0.61) mm/s, for the PMMA six speeds were used (2.7, 1.6, 0.7, 0.61, 0.33, 0.29) mm/s, for both polymers six values for the clamping pressure were used (2, 3, 5, 6, 8, 9) bar. Laser power was 2.4W at the interface of HDPE and 3W for PMMA with beam diameter 1 mm for both HDPE and PMMA. Microstructure examination has been done to recognize the melting pool geometry and to measure the dimensions of the pool.

It was found that the clamping pressure plays a very important role in the welding process.

Best results for the welding factor occurred at clamping pressure 8 bar and welding speed 2.7 mm/s for both polymers, the welding factor value was 31.4% for HDPE and 48.2% for PMMA.

There were no significant changes in the structure of both polymers related to the degree of crystallinity or amorphization before and after laser welding. The hardness test shows no changes in the hardness of the polymers before and after the welding process.

It was found from the experimental results that decomposition occurs especially at the low speeds and affects the mechanical properties of the welding process.

A very important factor called heat transfer coefficient factor indicates how much laser power transferred to the upper polymer during the welding process due to conduction phenomena. The results were 40% to 47.5% for HDPE and 20% to 35% for PMMA.

An analytical heat conduction model has been developed to investigate lap welding of plastics using MatLab program. The heat flow model provides an approximate solution for the dimensions of the welding pool and the temperature distribution inside the welded parts. The model shows a good agreement with the experimental data.

وزارة التعليم العالي
والبحث العلمي

جامعة بغداد

لحام البوليمرمن خلال الأمرار بأستعمال نموذج ماكنة ليزرالدايود ذات التحكم الرقمي المبرمج

اطروحة مقدمة الى

معهد الليزر للدراسات العليا

جامعة بغداد

لاستكمال متطلبات نيل درجة

دكتوراة فلسفة في الليزر

مقدمة من قبل

زياد اياد طه

١٤٢٨ هـ ٢٠٠٧ م

الخلاصة

تمت دراسة اللحام بالليزرمن خلال الأمرارفي هذا العمل.تم إستعمال ماكنة ليزرالدايود ثلاثية الأبعاد ذات تحكم رقمي مزدوج في هذا العمل وحورت لتتلائم مع متطلبات عملية اللحام. ليزرالدايود المستخدم في هذا البحث ذو قدرة قصوى مقدارها ٥ واط، يعمل بالنمط المستمر وبطول موجي ١٠٦٤ نانومتر.

تم استعمال مادتان من البلاستيك الحراري في هذا العمل. المادة الأولى هي بولي أثيلين عالي الكثافة(HDPE) بسمك ١ملم والمادة الثانية هي بولي مثيل مثأكريلك(PMMA) بسمك ٢.5 ملم. بالنسبة إلى (HDPE) تم إستخدام أربع سرع للحام بالليزر[2.7 ,1.6 ,0.7 ,0.61] ملم/ثا ،وبالنسبة إلى (PMMA) تم إستخدام ستة سرع للحام بالليزر[0.29, 0.33, 0.61, 0.7,1.6,2.٧] ملم/ثا، لكلا البوليمرين تم إستخدام ستة قيم لضغط التثبيت [٩,٨,٦,٥,٣,٢] بار.

قدرة الليزرالمستعملة كانت 2.4 واط عند منطقة التداخل بالنسبة إلى (HDPE) وكانت ٣ واط بالنسبة إلى (PMMA) مع قطر حزمة ١ ملم لكل من (HDPE) و (PMMA).

تم فحص البنية المايكروية للتعرف على هندسة بركة الذوبان ولقياس أبعاد هذه البركة.

لقد وجد أن ضغط التثبيت يلعب دور مهم في عملية اللحام.

أفضل النتائج لمعامل اللحام ظهرت عند ضغط تثبيت ٨ باروسرعة لحام 2.7 ملم/ثا ولكلا البوليمرين، قيمة معامل اللحام كانت 31.4% بالنسبة إلى (HDPE) و 48.2% بالنسبة إلى (PMMA).

لم تكن هناك تغيرات ملحوظة في بنية كلا البوليمرين والمتعلقة بدرجة البلورة أو اللاشكلية قبل و بعد اللحام بالليزر. اختبارات الصلادة لم تظهر أي تغيرات في صلادة البوليمرات قبل وبعد عملية اللحام.

لقد وجد من النتائج العملية أن الانحلال يظهر خصوصا عند السرع الواطئة ويؤثر على المواصفات الميكانيكية لعملية اللحام.

هنالك عامل مهم جدا يدعى معامل الانتقال الحراري يعطي مؤشرعلى كم من قدرة الليزرسوف تنتقل إلى البوليمرالاعلى خلال عملية اللحام بسبب ظاهرة التوصيل الحراري والنتائج كانت 40% إلى 47.5% بالنسبة إلى (HDPE) و 20% إلى 35% بالنسبة إلى (PMMA).

تم تطوير نموذج توصيلِ حرارةِ تحليليَ لتَحرّي لح ام التداخلِ للبلاستيكِ وباستعمال برنامج MatLab، يعطي هذاُ النموذجَ لتدفقِ الحرارةَ حَلَّ تقريبيَ لأبعادِ بركةِ اللحام وتوزيعَ درجةَ الحرارة داخل الأجزاءِ المَلْحُومة. الموديل يعرض توافق جيد مع البيانات العملية.