T164926

การเชื่อมด้วยเลเซอร์แบบส่องทะลุผ่านเป็นวิธีการเชื่อมต่อพลาสติกวิธีหนึ่ง ที่มีความสำคัญ และนิยมใช้งานในการเชื่อมชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์พลาสติกที่มีขนาดเล็ก และมีมูลค่าสูง เช่น ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ และเครื่องประดับ ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นในชิ้นงาน จากการเชื่อมเลเซอร์ด้วยเทคนิคนี้เป็นปัญหาสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง ตัวอย่างของความเสียหายเช่น ความไม่สมบูรณ์ของการเชื่อม ขนาดของรอยเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง ฟองก๊าซในรอยเชื่อม ฯลฯ อะคริลิกซึ่งเป็นเทอร์โมพลาสติกชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเชื่อมด้วยเลเซอร์แบบส่องทะลุผ่านนี้ได้ โดยเทคนิคการเชื่อมนี้ต้องการชิ้นงานโปร่งใส และชิ้นงานทึบแสง อย่างละหนึ่งชิ้น โดยเลเซอร์จะถูกปล่อยผ่านด้านชิ้นงานโปร่งใส และส่องผ่านชิ้นงานไปยังชิ้นงานทึบแสง เพื่อให้เกิดการดูดกลืนเลเซอร์ และเกิดความร้อนขึ้นที่รอยต่อของชิ้นงานทั้งสอง จากคุณสมบัติดูดกลืนพลังงานของเลเซอร์ในอะคริลิก โดยรอยเชื่อมเกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่บริเวณรอยต่อ และแรงดันจากการขยายตัวทางความร้อนของอะคริลิกภายใต้การยึดของชุดจับยึด พารามิเตอร์ในการเชื่อมสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ระดับ ได้แก่ กำลังความร้อน (32, 34 และ 36 วัตต์) และ ความถี่พัลส์ในการเชื่อม (2, 4 และ 8 เฮิร์ทซ) ซึ่งเป็นสภาวะการเชื่อมทั้งหมด 9 สภาวะ ทำการเชื่อมซ้ำแต่ละสภาวะสภาวะละ 5 ครั้ง ทำให้มีชุดชิ้นงานที่ทำการเชื่อม 45 ชุด ซึ่งทำการสุ่มลำดับสภาวะการเชื่อม เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการออกแบบการทดลอง โดยเปรียบเทียบผลของขนาดรอยเชื่อม และปริมาณฟองก๊าซที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อมของการทดลอง กับการจำลองแบบและวิเคราะห์ ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งผลของการทดลองพบว่า 1) ขนาดของรอยเชื่อมขึ้นอยู่กับกำลังของเลเซอร์ 2) ฟองก๊าซปรากฏขึ้นในทุกสภาวะการทดลอง และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามกำลังของเลเซอร์ที่เพิ่มขึ้น ยกเว้นสภาวะการเชื่อม 32 วัตต์ 2 เฮิร์ทซ์ ซึ่งไม่มีฟองก๊าซเกิดขึ้น 3) ผลการจำลองแบบสามารถทำนายผลของขนาดรอยเชื่อมด้วยความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 4.58 และความผิดพลาดสูงสุดร้อยละ 20.44 และ 4) ผลการจำลองแบบไม่สามารถทำนายขนาดของฟองก๊าซที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อมได้ จากผลการทดลองดังกล่าวจึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติม ณ กำลังความร้อนที่ 32 วัตต์ซึ่งเป็นสภาวะไม่มีฟองก๊าซเกิดขึ้น โดยปรับตั้งค่าความถี่พัลส์ 2 ระดับ (2 และ 4 เฮิร์ทซ) และช่วงเวลาในการปล่อยเลเซอร์ 4 ระดับ (5, 10, 15 และ 20 มิลลิวินาที) ซึ่งเป็นสภาวะการเชื่อมทั้งสิ้น 8 สภาวะ จากผลการทดลองพบว่าขนาดของรอยเชื่อมมีความสัมพันธ์กับค่ากำลังความร้อนเฉลี่ย ในลักษณะของสมการลอการิทึม $Y = 27.612 \ln(X) + 29.493$ โดยที่ X คือค่ากำลังความร้อนเฉลี่ย (วัตต์) และ Y คือพื้นที่ของรอยเชื่อม (ตารางมิลลิเมตร) และผลการจำลองแบบพบว่าได้ผลความสัมพันธ์ $Y = 29.113 \ln(X) + 23.479$ ซึ่งสามารถปรับค่าให้เท่ากับผลการเชื่อมจริง โดยการรวมผลกับสมการแก้ไขความผิดพลาด $Y = -1.501 \ln(X) + 6.014$ ณ ที่ค่าความร้อนเฉลี่ยเท่ากัน ซึ่งทำให้สามารถใช้งานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆ โดยเฉพาะการใช้การจำลองแบบและวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อทำนายขนาดของรอยเชื่อม

The through transmission laser welding method is one of many thermoplastic joining methods. This technique is favoring to join the small parts having a high value, especially in electronic part, medical device part and jewelry industrial. The bad laser welding results are very important problems, because it can be causes of failure of parts and make a very high cost such as incomplete of weld, incorrect welding size, porosity in weld etc. Acrylic, one of thermoplastics, is able to join with the through transmission laser welding technique. This technique requires one of transparency work piece and one of opaque work piece. Laser is launched from laser source and transmitted to the transparent side and passes through the opaque acrylic work piece for generating heat in welding interface by absorption property of acrylic. The weld appears by increasing of temperature at weld interface and pressure form thermal expansion with clamping force. The welding parameters are grouped into 3 levels of 2 groups i.e. laser power (32, 34 and 36 Watts) and welding pulse frequency (2, 4 and 8 Hertz) for making the 9 welding conditions with 5 replicates for each condition. So, 45 random samples of each acrylic welding condition are selected with all order according to the statistic experimental design principles. The finite element simulation analysis is used for comparing with the actual weld and quantity of appeared bubbles in welds. The results show that 1) the welding size has relationship with applied laser power 2) the bubbles appear in any condition of welds and tend to increase with power of laser except only 32 Watt 2 Hertz condition having no bubbles generated. 3) The simulation results are able to predict the size of weld with error within 4.58 percent average and 20.44 percent maximum. 4) The simulation results are not able to predict the size of bubbles appeared. After that, the weld size without bubble condition, 32 Watts, is studied. The 2 frequency levels (2 and 4 Hertz) and 4 pulse width levels (5, 10, 15 and 20 milliseconds) are combined into 8 welding conditions. Results show that the weld size of acrylic can be defined with the average heating power by the logarithm equation, $Y = 27.612 \ln(X) + 29.493$ where X is average heating power (Watts) and Y is welding area (Square millimeters), and the simulation results can predict the welding size of acrylic with logarithm equation, $Y = 29.113 \ln(X) + 23.479$, that can define the exact result of welding size by combining with error equation, $Y = -1.501 \ln(X) + 6.014$, at the same average heating power value. Furthermore, it can be applied this pulse welding technique to many applications and able to use with simulation technique for predicting the result of weld size.