บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาโครงสร้างเจ็ทเปลวไฟอิสระและเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว อัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว และคุณภาพของรอยตัดแผ่นเหล็กด้วยเจ็ทเปลวไฟ กรณีใช้เจ็ทเปลวไฟสองชนิด คือ เจ็ทเปลวไฟแบบต่อเนื่องและเจ็ทเปลวไฟแบบสั่นที่ความถี่ 10 Hz, 15 Hz และ 20 Hz โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนและคุณภาพของรอยตัดเหล็ก ได้แก่ อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG และออกซิเจน และระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน ในการทดลองได้ใช้หัวตัดเปลวไฟสำหรับเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ที่เป็นหัวตัดแก๊สแบบผสมมาก่อน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปากทางออกเจ็ทเปลวไฟ D = 6 mm สำหรับการศึกษาโครงสร้างของเจ็ทเปลวไฟใช้วิธีการถ่ายภาพโครงสร้างเจ็ทเปลวไฟอิสระและเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว โดยใช้เงื่อนไขอัตราส่วนสมมูล Φ = 1.16, 0.93 และ 0.78 และการศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟที่พุ่งชนพื้นผิวมีที่เงื่อนไขระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน h = 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm และ 8 mm และอัตราส่วนผสมสมมูล Φ = 0.78, 0.93 และ 1.16 สำหรับการศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนได้ใช้เซนเซอร์วัดฟลักซ์ความร้อนวัดอัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนโดยตรง และศึกษาลักษณะรอยตัดแผ่นเหล็กที่ความหนา 6 mm, 10 mm และ 15 mm ด้วยเจ็ทเปลวไฟที่เงื่อนไขต่างๆ เพื่อหาการตัดเงื่อนไขที่เหมาะสมโดยไม่เกิดการเกาะติดของขี้เชื่อมและความเสียหายบริเวณรอยตัด สามารถลดเวลาในการปรับปรุงคุณภาพของรอยตัด และลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแก๊ส LPG และออกซิเจนได้

จากผลการศึกษา พบว่า การเพิ่มอัตราส่วนสมมูลทำให้ความยาวของเจ็ทเปลวไฟในแนวแกนเจ็ทลดลง และการเพิ่มความถี่ของเจ็ทเปลวไฟจะทำให้เจ็ทเปลวไฟเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นที่บริเวณใกล้กับปากทางออกเจ็ท และมีผลทำให้ความกว้างของเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิวในแนวรัศมีลดลง แต่การเพิ่มระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนมีผลทำให้บริเวณที่เปลวไฟปกคลุมพื้นผิวเพิ่มขึ้น สำหรับผลการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน พบว่าระยะห่างจากปากทางออกเจ็ทถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนที่ระยะ h = 5 mm และ 6 mm ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวสูงที่สุด การลดอัตราส่วนสมมูลและการเพิ่มความถี่ในการสั่นของเจ็ทเปลวไฟมีผลทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่สูงขึ้น สำหรับเงื่อนไขที่ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุด คือ กรณีที่เจ็ทเปลวไฟอัตราส่วนสมมูล Φ = 0.78 ที่ระยะ h = 5 mm ในกรณีที่เจ็ทเปลวไฟมีความถี่เท่ากับ 20 Hz มีค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 668 W/cm^2 ซึ่งเป็นกรณีที่ค่าฟลักซ์ความร้อนเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 36.7% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่เจ็ทเปลว

ไฟพุ่งชนพื้นผิวแบบต่อเนื่อง สำหรับผลการศึกษาลักษณะของรอยตัดเหล็ก ปริมาณขี้เชื่อมที่เกาะบริเวณรอยตัด และค่าความแข็งของเหล็ก พบว่า ที่ทุกอัตราส่วนผสมสมมูล ระยะที่เหมาะสมต่อการตัดแผ่นเหล็ก คือที่ระยะ h = 5 mm และ 6 mm ซึ่งเป็นระยะทำให้รอยตัดมีคุณภาพมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณขี้เชื่อมที่เกาะบริเวณรอยตัดน้อย และลักษณะของรอยตัดมีความขรุขระน้อยที่สุด การใช้เปลวไฟแบบสั่นช่วยให้ความแข็งใกล้บริเวณรอยตัดมีความสม่ำเสมอมากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้เปลวไฟแบบต่อเนื่อง

ABSTRACT

This research has studied the structure of free flame jet and flame impinging jet on surface, heat transfer rate of flame impinging jet and the quality of cut with flame jet. Two types of flame jet, continuous flame jet and pulsed flame jet (with frequency at 10 Hz, 15 Hz and 20 Hz) were studied. The objective is to study the effects of flame cutting parameters on the heat transfer rate and the quality of cut such as mixing ratio between LPG gaseous and oxygen and cutting torch nozzle-to-plate distance. In this study, flame cutting torch for LPG gaseous which is premixed type and has 6 mm of nozzle diameter was used. The structure of the flame jet was studied with photography analysis for free flame jet and flame impinging jet for case of equivalence ratio Φ =0.78, 0.93 and 1.16. The heat transfer rate on surface with flame impinging jet was investigated for case of cutting torch nozzle-to-plate distance h=3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm and 8 mm and case of equivalence ratio Φ =0.78, 0.93 and 1.16. The heat transfer rate in region of flame jet impingement was measured by using heat flux sensor with water cooling. Finally, the flame impinging jet was applied to cut the steel plate with thickness of 6 mm, 10 mm and 15 mm at different of flame conditions for obtaining the optimum conditions without slag accumulation and melting on the edge of cut. This can help to reduce time for improving quality of cut and reduce the consumption of LPG and oxygen gaseous.

The experimental results show that increasing the equivalence ratio between LPG and oxygen tends to decrease the length and the width of free flame jet. When increasing the frequency of pulse flame jet, the combustion of flame jet becomes more completed in region near the nozzle outlet and the area of flame covering on jet impingement region reduced in radial direction. However, the area of flame covering on jet impingement region tends to increase when increasing cutting torch nozzle-to-plate distance. For heat transfer rate on surface with flame impinging jet, the cutting torch nozzle-to-plate distance at h = 5 mm and 6 mm give the maximum heat transfer rate. When decreasing the equivalence ratio or increasing the frequency of pulsed flame jet, the heat transfer rate on impinged surface is enhanced. The condition for maximum heat transfer rate is flame jet with equivalence ratio Φ = 0.78, at nozzle-to-plate distance h = 5 mm and frequency of pulsating at f = 20 Hz. The heat transfer rate is about 668 W/cm^2 which is increased about 36.7% when compare with case of continuous flame jet. For the quality of cut,

slag accumulation and surface hardness near cut, it was found that for all equivalence ratio the optimum nozzle-to-plate distance is h = 5 mm and 6 mm which the quality of cut is best. There is a little slag accumulation on cut and the roughness on cut surface is minimized. The pulsed flame jet can uniform the surface hardness near cut when compare to continuous flame jet.