

ผลของสัดส่วนการผสมแก๊สและระยะพุ่งชนที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนและ คุณภาพรอยตัดของเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนจากหัวตัดแก๊ส

Effect of Equivalence Ratio and Impinging Distance on Heat transfer Rate and Quality of Cutting Surface of Flame Impinging Jet from Cutting Torch

ณัฐภูมิ สุวรรณมาลา¹

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

E-mail: suwanmala.n@hotmail.co.th

สมชาย แซ่อึ้ง¹

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

ชยุต นันทดุษิต¹

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

E-mail: chayut@me.psu.ac.th,

เบอร์โทรศัพท์ 074-287035,

แฟกซ์ 074-287035

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชนโดยใช้หัวตัดแก๊สเบอร์ 2 ซึ่งเป็นหัวตัดแบบ premixed ใช้สำหรับตัดแผ่นเหล็กขนาด 6 – 12 mm ในการศึกษาได้ใช้อุปกรณ์ Thermogage Circular Foil Heat Flux Transducer ในการวัดอัตราการถ่ายเทความร้อนซึ่งจะใช้น้ำหล่อเย็นในการระบายความร้อนด้านหลังพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน ในการทดลองจะทำการเก็บข้อมูลเมื่อการทดลองเข้าสู่สภาวะคงตัว ในการทดลองได้ทำการปรับอัตราส่วนการผสมของเชื้อเพลิงและตัวออกซิไดเซอร์ โดยใช้เชื้อเพลิงแก๊ส LPG สำหรับใช้ในครัวเรือนเป็นเชื้อเพลิงและก๊าซออกซิเจนเป็นตัวออกซิไดเซอร์ ทำการศึกษาฟลักซ์ความร้อนที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการตัดแผ่นเหล็ก เพื่อให้รอยตัดเหล็กเรียบและไม่มีซีซีเชื่อมเกาะบริเวณรอยตัดเพื่อลดเวลาในการปรับปรุงคุณภาพรอยตัดและลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ใช้ในการตัดเหล็ก พบว่า อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ที่ 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจนที่ 4 LPM ที่ระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน $h = 5$ mm เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมในการตัดเหล็กขนาด 6 mm

คำหลัก: เจ็ทเปลวไฟ, หัวตัดแก๊ส LPG, คุณภาพรอยตัด, ฟลักซ์ความร้อน

Abstract The objective of this research is to study heat transfer rate on surface with flame jet impingement using for metal sheet cutting. In the experiment, the flame cutting torch size No.2 which was premixed burner type for cutting sheet thickness 6-12 mm. The study used Thermogage Circular Foil Heat Flux Transducer to measure the heat transfer rate and the cooling water for cooling the heat exchange surface. In the experiment heat transfer rate was measured with steady method and measured temperature of water inlet and water outlet from Thermogage Circular Foil Heat Flux Transducer. Using LPG for household use as gas fuel and pure oxygen gas as oxidizer. To study the heat transfer rate for use in cutting sheet metal to smooth cutting and not slag hold on surface and save time for improve quality of cut and reduce fuel consumption. From the results, It was found that when the flow rate of LPG gas is 1.3 LPM, Oxygen 4 LPM and the distance between from jet exit to impinging surface is 5 mm. A condition suitable for cutting sheet 6 mm.

Keywords: Flame Jet, Cutting Gas LPG, Cutting-quality, Heat flux

1. บทนำ

เทคโนโลยีการให้ความร้อนอย่างรวดเร็วโดยวิธีใช้เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนบนพื้นผิวโดยตรงเป็นวิธีการให้ความร้อนแก่พื้นผิวที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่นการผลิตโลหะ แก้ว และกระดาษ รวมถึงกระบวนการตัด เชื่อม หลอมเหลวโลหะ เป็นต้น การถ่ายเทความร้อนแบบเจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนมีองค์ประกอบหลักในการถ่ายเทความร้อน คือ การพาความร้อน ซึ่งกว่า 80% ของการถ่ายเทความร้อนเป็นการพาความร้อนจากเจ็ทเปลวไฟไปยังพื้นผิวที่ฟุ้งชน ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวสูงโดยเฉพาะบริเวณที่เปลวไฟฟุ้งชน โดยวิธีดังกล่าวสามารถแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สามารถลดระยะเวลาของกระบวนการให้ความร้อนและช่วยประหยัดพลังงานได้ดีเมื่อเทียบกับวิธีเดิมที่ใช้กลไกการแผ่รังสีความร้อน

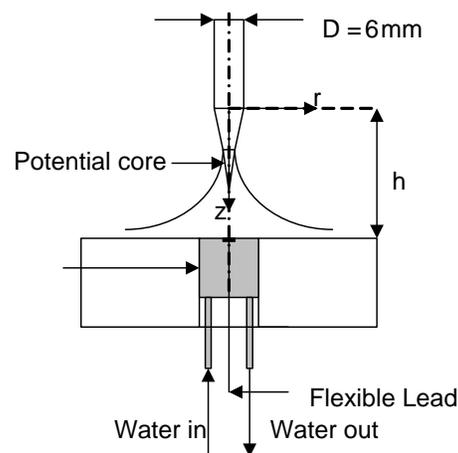
สำหรับอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้เปลวไฟฟุ้งชนพื้นผิวโดยตรงจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างการไหลของเปลวไฟซึ่งมีอยู่ 2 ประเภทคือ เปลวไฟแบบผสมมาก่อน (Premixed flame) และ เปลวไฟแบบผสมภายหลัง (Non-Premixed flame or Diffusion flame) เป็นต้น เปลวไฟแบบผสมมาก่อนอากาศและเชื้อเพลิงจะมีการผสมกันก่อนที่จะมีการเผาไหม้ ส่วนเปลวไฟแบบผสมภายหลังอากาศจะไหลเข้าชนานกับการไหลของเชื้อเพลิงซึ่งอากาศจะกระจายผสมกับเชื้อเพลิงที่ปากทางออกของห้องเผาไหม้และเกิดการเผาไหม้ขึ้นที่ปากทางออก ในการศึกษาการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนพื้นผิวมีตัวแปรที่สำคัญในการศึกษาได้แก่ระยะห่างระหว่างหัวเผาและพื้นผิวให้ความร้อน ชนิดของเชื้อเพลิงและตัวออกซิไดเซอร์ อัตราส่วนสมมูล (Equivalence ratio) และเรย์โนลด์นัมเบอร์ (Reynolds number) ซึ่งตัวแปรทั้งหมดมีผลต่อลักษณะและอัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิว จากอดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟที่ฟุ้งชนบนพื้นผิวเรียบเป็นจำนวนมาก มีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของเปลวไฟ [1-3] การถ่ายเทความร้อนของเปลวไฟบนพื้นผิวทั้งแบบเฉพาะจุดและแบบเฉลี่ย [4-7] และการปลดปล่อยมลพิษจากการเผาไหม้ของเปลวไฟ [8 และ 9]

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ต้องการศึกษาลักษณะอัตราส่วนออกซิเจนต่อเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ที่มีต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนและคุณภาพรอยตัดสำหรับใช้ในการตัดแผ่นเหล็ก โดยพิจารณาผลของระยะห่างจากปากทางออกของเจ็ทเปลวไฟไปยังพื้นผิวฟุ้งชนที่ระยะ $h = 3 \text{ mm}$, 4 mm , 5 mm , 6 mm , 7 mm และ 8 mm โดยเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของหัวตัดแก๊สมีค่าเท่ากับ 6 mm ในการทดลองได้ใช้ระบบหัวเผาแบบ Premixed โดยใช้แก๊ส

LPG เป็นเชื้อเพลิงและใช้ก๊าซออกซิเจนเป็นตัวออกซิไดเซอร์ กำหนดให้อัตราการไหลของแก๊ส LPG เท่ากับ 1.3 LPM และ กำหนดให้อัตราการไหลของก๊าซออกซิเจนเท่ากับ 4 LPM , 5 LPM และ 6 LPM การศึกษาอัตราการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนพื้นผิว ซึ่งผลการศึกษาทำให้ได้ข้อมูลอัตราส่วนผสมระหว่างออกซิเจนและเชื้อเพลิงที่เหมาะสมโดยที่ผิวขอบรอยตัดไม่ละลายหรือเกิดขี้เชื่อม

2. โมเดลและชุดทดลอง

2.1 โมเดลและตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 1 แสดงโมเดลและตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

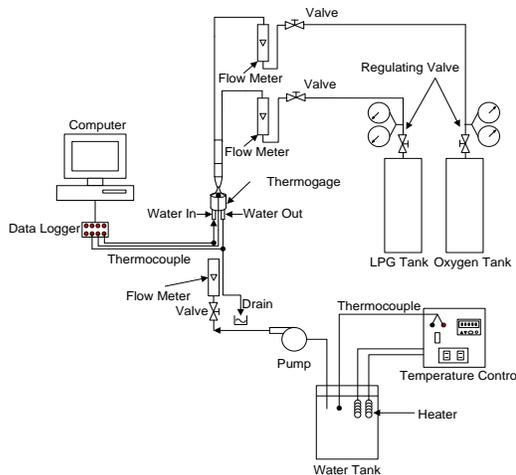
รูปที่ 1 แสดงโมเดลและตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง จากโมเดลเจ็ทเปลวไฟจะไหลฟุ้งชนในลักษณะที่ตั้งฉากกับ Thermogage Circular Foil Heat Flux Transducer แล้วทำการวัดฟลักซ์ความร้อนเปลวไฟที่ฟุ้งชนพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน ในการทดลองจะทำการเปลี่ยนระยะจากปากทางออกของเจ็ทเปลวไฟถึงพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ระยะ $h = 3 \text{ mm}$, 4 mm , 5 mm , 6 mm , 7 mm และ 8 mm โดยที่เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของหัวตัดแก๊สมีค่าเท่ากับ 6 mm

2.2 ชุดทดลอง

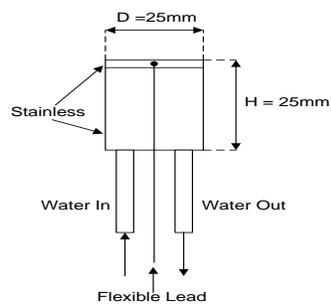
รูปที่ 2 แสดงชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชน จากรูปพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนทำมาจากท่อทองแดงซึ่งมีการเคลือบพื้นผิวด้านที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนด้วยสาร Colloidal Graphite มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm มีความยาว 25 mm สำหรับด้านในของท่อทองแดง (ด้านตรงข้ามที่เจ็ทฟุ้งชน) มีช่องว่างสำหรับให้น้ำไหลผ่าน ดังแสดงในรูปที่ 3 ในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำได้ใช้โรตารีมิเตอร์ติดตั้งก่อนเข้าสู่ Test section และมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำเข้าให้มีอุณหภูมิคงที่ที่ 34 องศาเซลเซียส สำหรับหัวตัดแก๊สที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลางภายใน 6 mm ยาว 90 mm ซึ่งเป็นหัวตัดแก๊ส LPG Torch G03-2[#] ซึ่งเป็นหัวตัดแบบ Premixed

สำหรับเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองเป็น LPG และออกซิเจนเป็นตัวออกซิไดเซอร์ โดยเชื้อเพลิงและออกซิเจนจะถูกส่งมาจากถังบรรจุก๊าซผ่านวาล์วควบคุมความดันแล้วทำการวัดอัตราการไหลโดยใช้โรตาริเตอร์ จากนั้นเชื้อเพลิงและออกซิเจนจะไหลเข้าเข้าสู่ห้องผสมก่อนที่จะไหลออกที่ปากทางออกหัวตัดแก๊ส ในการทดลองแต่ละครั้งได้กำหนดให้อัตราการไหลของเชื้อเพลิงคงที่ที่ 1.3 LPM และกำหนดอัตราการไหลของออกซิเจนเท่ากับ 4 LPM, 5 LPM และ 6 LPM และทำการบันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ ในการบันทึกข้อมูลในแต่ละการทดลองจะทำการบันทึกข้อมูลเมื่อการทดลองเข้าสู่สภาวะคงตัว



รูปที่ 2 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3 แสดงอุปกรณ์ Heat Flux Sensor

3. วิธีการทดลอง

3.1 การศึกษาการถ่ายเทความร้อนเจ็ทเปลวไฟพุ่งชนพื้นผิว

ในการศึกษาการถ่ายเทความร้อนบนพื้นที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน โดยทำการวัดอุณหภูมิบนพื้นผิวโดยใช้อุปกรณ์ Thermogage Circular Foil Heat Flux Transducer ได้ใช้เทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นทั้งบริเวณทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์ Thermogage Circular Foil Heat Flux Transducer ในการบันทึกข้อมูลอัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวได้ใช้ Data logger แล้วทำการบันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำการบันทึกข้อมูลหลังจากที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว

สำหรับการวิเคราะห์อัตราส่วนสมมูลหาได้จากสมการ

$$\phi = \frac{(F/A)}{(F/A)_{stoi}} \quad (1)$$

โดยที่ (F/A) คือ อัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงต่ออากาศที่ใช้จริง และ $(F/A)_{stoi}$ คือ อัตราส่วนระหว่างเชื้อเพลิงต่ออากาศทางทฤษฎี

3.2 การศึกษาลักษณะของรอยตัดเหล็กและปริมาณซีซีเอ็มหลังจากการตัด

ในการศึกษาลักษณะของรอยตัดเหล็กได้ทำการถ่ายภาพรอยตัดเหล็กขนาด 6 mm โดยใช้ความเร็วหัวตัด 260 mm/min เพื่อพิจารณาลักษณะของรอยตัดและการเกาะติดของซีซีเอ็มบริเวณรอยตัด ในการถ่ายภาพเพื่อศึกษาลักษณะของรอยตัดได้ใช้ความละเอียดของกล้องถ่ายภาพที่ระยะ 5 เท่าของภาพจริง ในการพิจารณารอยตัดได้ทำการตัดบริเวณที่เจ็ทเปลวพุ่งชนเพื่อให้ความร้อนแก่รอยตัด และบริเวณท้ายสุดที่เจ็ทเปลวพุ่งชนออกเพื่อพิจารณาเฉพาะบริเวณกึ่งกลางของรอยตัดเนื่องจากแผ่นเหล็กที่ใช้ทำการตัดมีขนาด ความกว้าง 10 cm และความยาว 20 cm เพื่อนำมาศึกษาการเกิดรอยพื้นหยาบและเพื่อวัดค่าความขรุขระบริเวณพื้นผิวรอยตัด สำหรับการชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักของซีซีเอ็มโดยการชั่งน้ำหนักของชิ้นงานหลังจากทำการตัดหลังจากนั้นนำชิ้นงานที่ได้ชั่งน้ำหนักมาทำการเคาะแอสล็กที่เกาะบริเวณรอยตัดออกแล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งเพื่อดูน้ำหนักของชิ้นงานที่ไม่มีซีซีเอ็มเกาะติดซึ่งผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้จะเป็นน้ำหนักของแอสล็กที่เกาะบริเวณรอยตัด

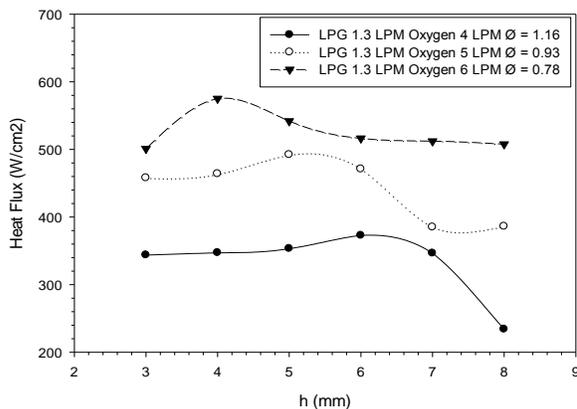
3.3 การศึกษาความขรุขระของรอยตัดเหล็กที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน

สำหรับการวัดความขรุขระบริเวณพื้นผิวได้ทำการทดสอบความขรุขระโดยใช้เครื่องมือ Surface Roughness Tester เพื่อทำการวัด โดยตำแหน่งในการวัดความขรุขระของรอยตัดจะทำการวัด 3 บริเวณ ได้แก่ บริเวณเริ่มต้นที่เจ็ทเปลว

ไฟฟุ้งชน บริเวณกึ่งกลางแผ่นเหล็กที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชน และบริเวณสุดท้ายที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชน ซึ่งในแต่ละตำแหน่งจะทำการวัดทั้งหมด 3 จุดแล้วนำค่าที่ได้มาทำการพิจารณาความขรุขระเฉลี่ยบริเวณพื้นผิวเพื่อดูผลจากการถ่ายเทความร้อนที่เหมาะสมที่ทำให้รอยตัดมีคุณภาพเพื่อลดเวลาในการปรับปรุงชิ้นงานและเพื่อลดปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ทำการตัดเหล็ก

4. ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาการถ่ายเทความร้อนเจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนพื้นผิว



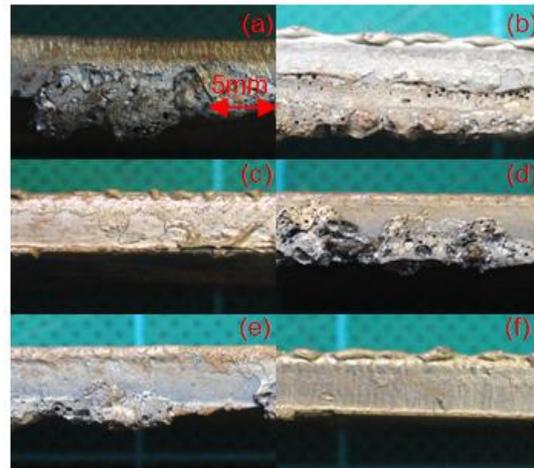
รูปที่ 4 แสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชน

จากการศึกษาการถ่ายเทความร้อนบนพื้นผิวที่เจ็ทเปลวฟุ้งชนพบว่า เมื่อทำการเพิ่มส่วนผสมของเชื้อเพลิง LPG และ ก๊าซออกซิเจนจะทำให้การถ่ายเทความร้อนจากเปลวไฟไปยังพื้นผิวที่ฟุ้งชนเพิ่มขึ้นซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแต่ละกรณีจะแสดงให้เห็นถึงระยะจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนมีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทเปลวซึ่งในกรณีที่อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG เท่ากับ 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจนที่ 4 LPM พบว่าที่ระยะ h = 6 mm ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุดในกรณีที่อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG เท่ากับ 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจนที่ 5 LPM พบว่า ที่ระยะ h = 5 mm ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุด และในกรณีที่อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG เท่ากับ 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจนที่ 6 LPM พบว่าที่ระยะ h = 4 mm ให้อัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุด

4.2 ลักษณะของรอยตัดเหล็กและปริมาณขี้เชื่อมหลังจากการตัด

ในการศึกษาลักษณะของรอยตัดได้ทำการกำหนดเงื่อนไขในการทดลอง 3 กรณีดังนี้

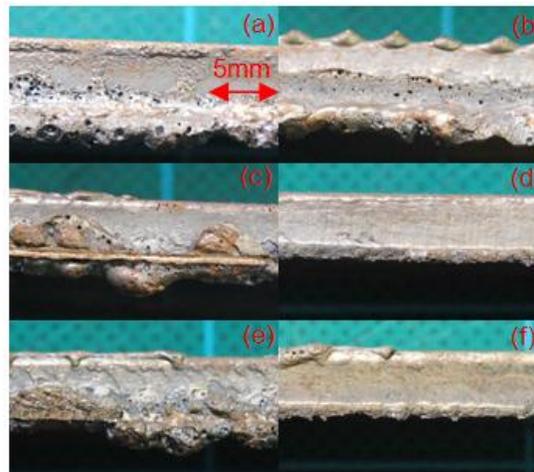
4.2.1 กรณีเงื่อนไข LPG 1.3 LPM OXY 4 LPM ($\phi = 1.16$)



รูปที่ 5 แสดงลักษณะของรอยตัดกรณีที่ใช้ LPG 1.3 LPM OXY 4 LPM โดยที่ (a) h = 3mm, (b) h = 4mm, (c) h = 5mm, (d) h = 6mm, (e) h = 7mm, (f) h = 8 mm

ในกรณีอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจน 4 LPM โดยทำการเปลี่ยนแปลงระยะห่างจากปากทางออกเจ็ทถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนที่ระยะ h = 3 – 8 mm พบว่าจากอัตราส่วนผสมดังกล่าวเมื่อระยะ h = 5 mm รอยตัดเหล็กมีลักษณะที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีอื่นๆ

4.2.2 กรณีเงื่อนไข LPG 1.3 LPM OXY 5 LPM ($\phi = 0.93$)

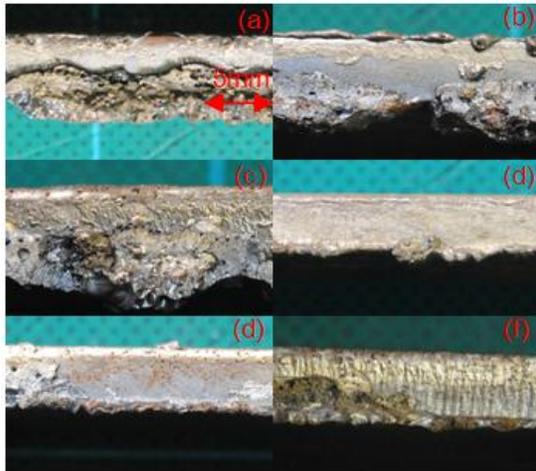


รูปที่ 6 แสดงลักษณะของรอยตัดกรณีที่ใช้ LPG 1.3 LPM OXY 5 LPM โดยที่ (a) h = 3mm, (b) h = 4mm, (c) h = 5mm, (d) h = 6mm, (e) h = 7mm, (f) h = 8 mm

ในกรณีอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจน 5 LPM โดยทำการเปลี่ยนแปลงระยะห่างจากปากทางออกเจ็ทถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนที่ระยะ h =

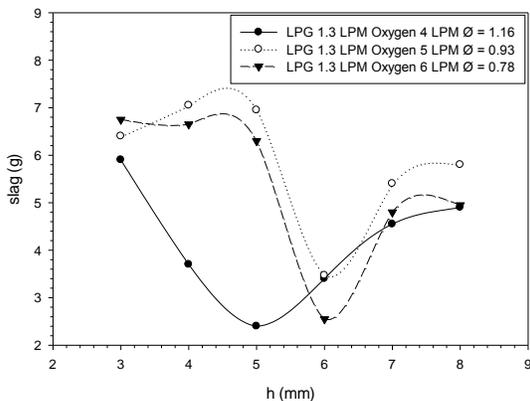
3 – 8 mm พบว่าจากอัตราส่วนผสมดังกล่าวเมื่อระยะ h = 6 mm รอยตัดเหล็กมีลักษณะที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีอื่นๆ

4.2.3 กรณีเงื่อนไข LPG 1.3 LPM OXY 6 LPM ($\phi = 0.78$)



รูปที่ 7 แสดงลักษณะของรอยตัดกรณีที่ใช้ LPG 1.3 LPM OXY 6 LPM โดยที่ (a) h = 3mm, (b) h = 4mm, (c) h = 5mm, (d) h = 6mm, (e) h = 7mm, (f) h = 8 mm

ในกรณีอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงแก๊ส LPG 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจน 6 LPM โดยทำการเปลี่ยนแปลงระยะห่างจากปากทางออกเจ็ทถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวฟุ้งชนที่ระยะ h = 3 – 8 mm พบว่าจากอัตราส่วนผสมดังกล่าวเมื่อระยะ h = 6 mm รอยตัดเหล็กมีลักษณะที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีอื่นๆ

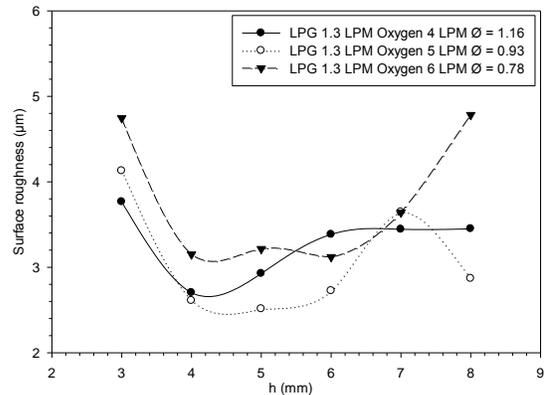


รูปที่ 8 แสดงน้ำหนักซีเชื่อมหลังจากทำการตัดเหล็ก

4.3 การศึกษาความขรุขระบนพื้นผิวรอยตัดเหล็กที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชน

การวัดความเรียบของผิวชิ้นงาน วัสดุที่มีความขรุขระแสดงว่าความถี่สูง มีความยาวคลื่นสั้นโดยทำการวัดค่าความขรุขระด้วยเครื่องมือ Surface Roughness tester ซึ่งผล

ที่ได้จะแสดงถึงความขรุขระเฉลี่ยบนพื้นผิวรอยตัดเหล็ก ซึ่งวิธีในการวัดทำการวัดพื้นผิวบริเวณรอยตัด ซึ่งค่าที่ได้เป็นความขรุขระเฉลี่ยบนพื้นผิวรอยตัด



รูปที่ 9 แสดงค่าความความขรุขระรอยตัดด้วยวิธี Surface Roughness test

จากการวัดความขรุขระบริเวณบนพื้นผิวรอยตัดพบว่า ระยะที่ปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวฟุ้งชนที่ระยะ h = 4 – 5 mm ให้อัตราส่วนผสมที่มีความขรุขระบนพื้นผิวน้อยที่สุดสำหรับเจ็ทเปลวฟุ้งชนพื้นผิว ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG 1.3 LPM และ ออกซิเจน 4, 5, 6 LPM

5. สรุป

(1) การถ่ายเทความร้อนสูงสุดของเจ็ทเปลวไฟเมื่อฟุ้งชนพื้นผิวคือ กรณีอัตราส่วนผสมแก๊สเชื้อเพลิง LPG 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจนที่ 6 LPM ที่ระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชนที่ระยะ h = 4 mm

(2) จากการศึกษาลักษณะของรอยตัดพบว่ากรณีอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิง LPG 1.3 LPM และ อัตราการไหลของก๊าซออกซิเจน 4 LPM ที่ระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่ระยะ h = 5 mm ให้อัตราส่วนผสมที่มีความเรียบที่สุดและมีปริมาณซีเชื่อมที่เกาะบริเวณรอยตัดน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีอื่นๆ ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการตัดเหล็กที่มีความหนา 6 mm ได้โดยที่สามารถช่วยลดเวลาในการปรับปรุงชิ้นงานได้

(3) การศึกษาความขรุขระบริเวณพื้นผิวรอยตัดเหล็กพบว่า เมื่ออัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG เท่ากับ 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจนเท่ากับ 4 LPM, 5 LPM และ 6 LPM ที่ระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟฟุ้งชน h =

4 mm, 5 mm และ 6 mm ทำให้พื้นผิวมีความขรุขระน้อยกว่ากรณีอื่นๆ

(4) อัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงแก๊ส LPG ที่ 1.3 LPM และก๊าซออกซิเจนที่ 4 LPM ที่ระยะห่างจากปากทางออกถึงพื้นผิวที่เจ็ทเปลวไฟพุ่งชน $h = 5$ mm เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมในการตัดเหล็กขนาด 6 mm เพราะเป็นเงื่อนไขที่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยที่สุด

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Mohr, J. W., Seyed-Yagoobi, J. and Page, R. H., (1997). Heat transfer characteristics of a radial jet reattachment flame, *J. Heat transfer*, Vol. 119, pp. 258-264.
- [2] Zhang, Y. and Bray, K. N. C., (1999). Characterization of impinging jet flame, *J. Combustion and flame*, Vol. 116, pp. 671-674.
- [3] Foat, T., Yap, K. P. and Zhang, Y., (2001). The visualization and mapping of turbulent premixed impinging flame, *J. Combustion and Flame*, Vol. 125, pp. 839-851.
- [4] Baukal, C. E. and Gebhart, B., (1997). Surface condition effects on flame impingement heat transfer, *J. Exp. Thermal Fluid Sci.*, Vol. 15, pp. 323-335.
- [5] Baukal, C. E. and Gebhart, B., (1998). Heat transfer from oxygen-enhanced/natural gas flames impinging normal to a plane surface, *Exp. Thermal Fluid Sci*, Vol. 16, pp. 247-259.
- [6] Mishra, D. P., (2002). Experimental Studies of LPG-air Premixed Flame Impingement Heat Transfer, *Proceedings of International Symposium on Recent Trends in Heat and Mass Transfer*, pp. 45-66.
- [7] Tuttle, S. G., Webb, B. W., and McQuay, M. Q., (2005). Convective heat transfer from a partially premixed impinging flame jet. Part I: Time-averaged results, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 48, pp. 1236-1251.
- [8] Mohr, J. W., Seyed-Yagoobi, J. and Page, R. H., (1996). Combustion measurement from an impinging

radial reattachment flame, *J. Combust. Flame*, Vol. 106, pp. 69-80.

[9] Mishra, D. P., (2004). Emission Studies of Impinging Premixed Flames, *J. Fuel*, Vol. 83, pp. 1743-1748.