

ผลของการใช้น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว เพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับหลอมอะลูมิเนียมผสมในเตาเบ้า Effects of used Palm Oil for Melting Aluminum Alloy in Crucible Furnace

อวยชัย วงศ์รัตน์¹
Ouay-chai Wongrat¹

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้นำน้ำมันพืชใช้แล้วมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหัวเผาในเตาเบ้าเพื่อหลอมอะลูมิเนียมผสมเกรด AC4A โดยใช้วิธีฉีดน้ำมันพืชใช้แล้วให้เป็นละอองสเปรย์กระจายสัมผัสกับอากาศให้มากที่สุดภายในหัวเผากำหนดให้อัตราการไหลของอากาศคงที่ 7,400 l/min และปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วตั้งแต่ 0.2 ถึง 1.2 l/min ผลการทดลองพบว่าที่ระดับอัตราการไหลน้ำมันพืชใช้แล้ว 0.8 l/min มีผลทำให้ภายในเบ้าหลอมมีอุณหภูมิสูงที่สุดถึง 825°C และใช้เวลาในการหลอมเร็วสุด 75 นาที หลังการเผาไหม้ของหัวเผาค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซ CO = 404.64 ppm และก๊าซ NO = 137.96 ppm ซึ่งมีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดของมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม ชิ้นงานที่ได้จากการเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายตามมาตรฐาน ASTM B26M-05 พบว่าชิ้นงานจะมีรูปร่างสมบูรณ์และมีค่าความต้านแรงดึงได้สูงถึง 170 MPa เมื่อเทน้ำโลหะลงแบบหล่อที่ 750°C ส่วนสำหรับค่าความแข็งของชิ้นงานจะมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 52 – 55 HV จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าน้ำมันพืช

ใช้แล้วมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหลอมอะลูมิเนียมผสมในเตาเบ้าได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: หัวเผา น้ำมันพืชใช้แล้ว เตาเบ้า

Abstract

In this research, used palm oil was used as fuel for burners in crucible furnaces to melt aluminum alloy, grade AC4A by injecting and spraying the used palm oil to contact with the air as much as possible. The burner was designed to have a constant air flow rate of 7,400 l/min and flow rates of used palm oil was changed from 0.2 to 1.2 l/min. Experimental results showed that at the oil flow rate of 0.8 l/min the crucible had the maximum temperature of 825°C and the fastest melting time of 75 minutes. After the combustion of the burner, the maximum concentration of CO gas was at 404.64 ppm and that of NO gas was at 137.96 ppm, which were lower than the specification according to the

¹ อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Tel. 08-7004-6603, E-mail: ouay-chai@hotmail.com

Standard by the Ministry of Industry. Workpieces obtained from pouring the melting alloy into the sand casted mold according to ASTM B26M-05 were found to have complete shapes and tensile strength up to 170 MPa when the temperature of the melt was at 750°C. The strength of the workpieces was found to be in close proximity between 52-55 HV. As a result, it can be seen that used palm oil has enough potential to use as a fuel for melting aluminum alloy in the crucible furnace.

Keywords: Burner, Used Palm Oil, Crucible Furnaces

1. บทนำ

การหล่ออะลูมิเนียมผสมนํ้าเป็นการผลิตชิ้นพื้นฐานในการสนับสนุนให้กับอุตสาหกรรมด้านต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล การเกษตร เป็นต้น จากการรายงานสถานการณ์การใช้ อะลูมิเนียมผสม พ.ศ. 2547 พบว่ามีปริมาณการใช้สูงถึง 24.06% ของโลหะทั้งหมดและคาดการณ์ว่าในอนาคตความต้องการใช้อะลูมิเนียมผสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะอุตสาหกรรมการหล่อ [1] อะลูมิเนียมผสมโดยทั่วไปจะใช้อุณหภูมิในการหลอมสูงเกินจุดหลอมละลายขึ้นไปเพื่อเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว ในขณะเดียวกันการหลอมโลหะที่อุณหภูมิสูงมากจนเกินไปจะทำให้ไฮโดรเจนที่เกิดจากความชื้นของไอน้ำในการเผาไหม้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในน้ำโลหะ [2] โรงหล่อขนาดเล็กที่หลอมอะลูมิเนียมผสมโดยส่วนใหญ่จะนิยมใช้เตาเบ้า (Crucible Furnace) และเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ในเตาเบ้ามีหลายชนิด ได้แก่ น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล และแก๊ส แต่เนื่องจากปัจจุบันพบว่าแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงดังกล่าวถูกนำเข้าจากต่างประเทศและจะเริ่มหมดไปจากธรรมชาติ อีกทั้งราคาน้ำมันมีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นสาเหตุมาจากปริมาณน้ำมันดิบของโลก

เริ่มลดลง แต่ในขณะเดียวกันการใช้ น้ำมันดีเซลของประเทศไทยจากการสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2551 พบว่ามีความต้องการใช้ในการผลิตโลหะขั้นมูลฐานและผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับโลหะ 80.78 ล้านลิตรต่อปี ซึ่งมีปริมาณการใช้เป็นอันดับ 2 รองจากอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม [3] ปัจจุบันภาครัฐได้มีการคิดค้นแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทน น้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานมาแล้วนับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนจากการสำรวจน้ำมันพืชที่ใช้แล้วในประเทศไทย พ.ศ. 2548 พบว่าปริมาณน้ำมันพืชที่เหลือจากการใช้ทั่วประเทศมีปริมาณทั้งหมด 74.5 ล้านลิตร/ปี ส่วนราคาของน้ำมันพืชใช้แล้วจะขายในราคาริตละ 6-12 บาท ซึ่งจะมีราคาส่วนต่างถูกกว่าน้ำมันดีเซล [4] คุณสมบัติระหว่างน้ำมันดีเซลกับน้ำมันพืชใช้แล้ว พบว่าน้ำมันพืชใช้แล้วมีความหนืดสูงกว่าน้ำมันดีเซลแต่ให้ค่าความร้อนใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล [5] ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาใช้เป็นเชื้อเพลิงกับหัวเผาในเตาเบ้าเพื่อหลอมอะลูมิเนียมผสม โดยใช้วิธีฉีดน้ำมันพืชใช้แล้วให้เป็นละอองสเปรย์กระจายสัมผัสกับอากาศให้มากที่สุด เป็นการช่วยให้น้ำมันพืชใช้แล้วติดไฟได้ง่ายขึ้น เพื่อทำการศึกษาสมรรถนะหัวเผาที่มีผลต่ออุณหภูมิและความเข้มข้นก๊าซไอเสีย และสภาวะอุณหภูมิการหลอมด้วยหัวเผาที่มีผลต่อคุณภาพเชิงกลของชิ้นงาน ซึ่งหากการศึกษาวิจัยดังกล่าวสัมฤทธิ์ผล ก็จะเป็นประโยชน์แก่โรงงานหล่อขนาดเล็กและบุคคลทั่วไปที่สนใจเกี่ยวกับการหลอมอะลูมิเนียมผสมด้วยเตาเบ้าโดยใช้น้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง

2. วัสดุ อุปกรณ์

2.1 น้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ได้จากน้ำมันปาล์มที่ผ่านการใช้ทอดปลาทองโก๋และได้นำมากรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อขจัดสิ่งสกปรก

2.2 โลหะที่นำมาใช้หลอม ได้เลือกอะลูมิเนียมผสมตามมาตรฐาน JIS เกรด AC4A

2.3 หัวเผา ได้เลือกใช้หัวฉีดแบบเข็มเพล็กซ์โดยใช้เครื่องปั๊มแรงดันสูงสร้างแรงดันฉีดจ่ายเชื้อเพลิงและใช้

เครื่องเป่าลมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้

2.4 เตาเผา ภายในเตาเผาได้เลือกใช้เบ้าหลอมชนิด Silicon Carbide ซึ่งมีคุณสมบัติต้านทานต่อการเกิด Thermal Shock, Oxidation และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก เหมาะสำหรับใช้หลอมอะลูมิเนียมผสมและทองแดงผสม

2.5 แบบหล่อ ได้เลือกใช้ทรายสังเคราะห์ที่มีส่วนผสมนี้ ขนาดเม็ดทราย No.120 ดินเหนียวเป็นไทป์ 8% แปะ 1% น้ำ 3% อัตราผสมผ่านขณะขึ้น 35 แล้วนำมาทำแบบหล่อทรายตามมาตรฐาน ASTM B26M-05

2.6 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย ยี่ห้อ Portable
Exhaust Gas Analyzer Operators Manual รุ่น Model
#5002

2.7 เครื่องมือวัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิ้ล Type K
วัดอุณหภูมิได้สูงถึง 1,450°C

2.8 เครื่องทดสอบความแข็ง (Hardness Test)
ยี่ห้อ Mitoyo รุ่น AVK-C2

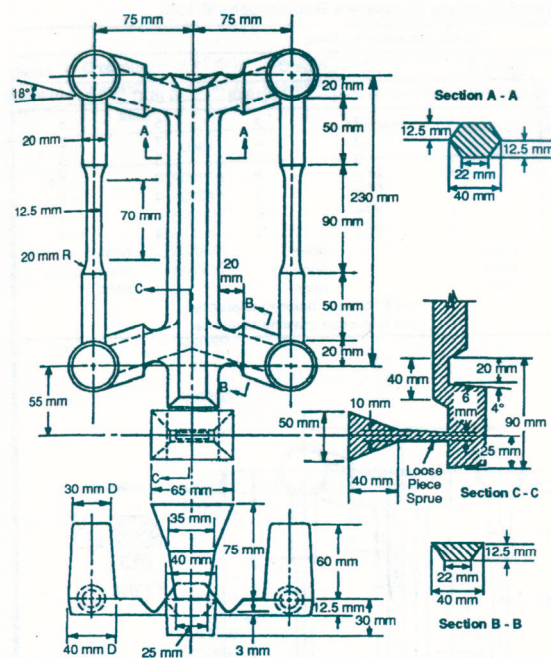
2.9 เครื่องทดสอบความต้านแรงดึง (Tensile Strength) ยี่ห้อ Instron รุ่น 8802 มี Load สูงสุด 300 KN

2.10 กล้องจุลทรรศน์ ยี่ห้อ Mitoyo รุ่น WF ใช้วิเคราะห์หาจำนวนรพบนในชิ้นงาน

3. วิธีทดลอง

3.1 การเตรียมแบบหล่อทราย ทรายสังเคราะห์ที่นำมาใช้มีส่วนประกอบดังนี้ ขนาดเม็ดทราย No.12 DIN เหนียวเป็นโทไนท์ 8% แป้ง 1% น้ำ 3% ทรายสังเคราะห์ที่ผสมกับตัวประสานเสร็จแล้วนำมาทำแบบหล่อโดยมีขนาดของชิ้นงานตามมาตรฐาน ASTM B26M-05 ดังรูปที่ 1 จากนั้นปล่อยให้แห้ง 1 สัปดาห์ ก่อนเทน้ำโลหะลงแบบหล่อให้เผาไล่ความชื้นอีกครั้ง ด้วยหัวเผาแก๊สเป็นเวลา 30 นาที แบบหล่อทรายที่เสร็จแล้วแสดงดังรูปที่ 2

3.2 การทดลองหาสมรรถนะหัวเผาที่มีผลต่ออุณหภูมิ ติดตั้งเข้าหลอมลงในตำแหน่งตรงกลางของตัวเตาเผา จากนั้นบรรจุแท่งอะลูมิเนียมผสมแมกนีเซียม AC4A จำนวน 50 kg. เปิดสวิตช์เครื่องเป่าลมและเครื่องปั๊ม

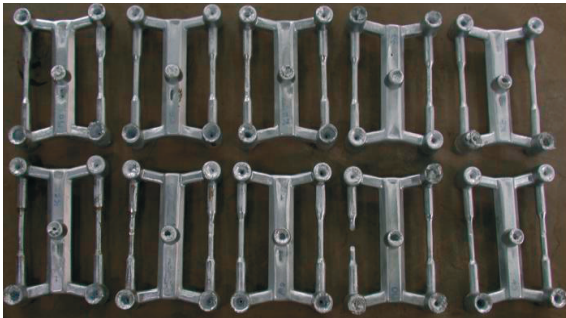


รูปที่ 1 ขนาดและการจัดวางชิ้นงานในแบบหล่อทราย
ตามมาตรฐาน ASTM B26M-05 [6]

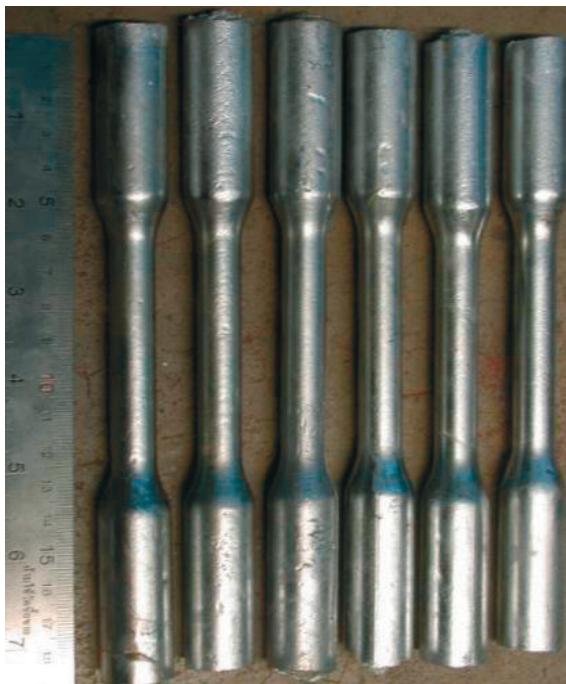


รูปที่ 2 แบบหล่อทรายสำหรับหล่อชิ้นงาน

แรงดันเชื้อเพลิง กำหนดเงื่อนไขให้ภายในหัวเผามีอัตราการไหลของอากาศคงที่ = 7,400 l/min ให้ปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิงที่ Flow Meter ไปที่ระดับ 0.2 l/min จุดไฟที่หัวเผาร่วมกับการวัดอุณหภูมิที่เปลวไฟและภายในเบ้าหลอมด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ล Type K เป็นเวลา 100 นาที จากนั้นปิดสวิทช์เครื่องเป่าลมและเครื่องปั๊มแรงดันเชื้อเพลิง ปิดฝาเตาออกแล้วยกเบ้าหลอมไปเทน้ำโลหะหล่อในรูป Ingot เพื่อนำกลับมาใช้ทดลองหลอมใหม่



รูปที่ 3 ชิ้นงานจากแบบหล่อทราย



รูปที่ 4 ชิ้นทดสอบที่ตัดออกจากชิ้นงาน

รอให้อุณหภูมิภายในเตาลดลงมาที่ 40°C แล้วเริ่มต้นทำการทดลองใหม่โดยปรับเปลี่ยนเฉพาะอัตราการไหลของเชื้อเพลิงที่ Flow Meter จาก 0.2 l/min เป็น 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, และ 1.2 l/min ตามลำดับ และทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ทุกระดับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้ว

3.3 การทดลองหาสมรรถนะหัวเผาที่มีผลต่อความเข้มข้นก๊าซไอเสีย เมื่ออุณหภูมิภายในเบ้าหลอมของแต่ละระดับอัตราการไหลของอากาศต่อเชื้อเพลิงเริ่มคงที่

วัตถุดิบหมักน้ำโลหะ วัตถุดิบไอเสีย ถึงเชื้อเพลิง

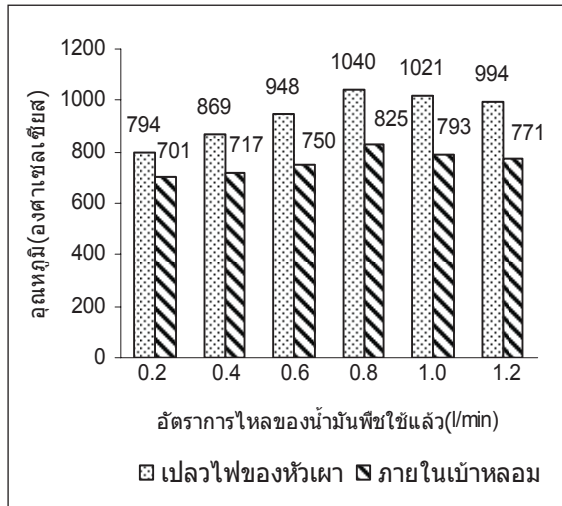


วัตถุดิบหมักเปลวไฟ

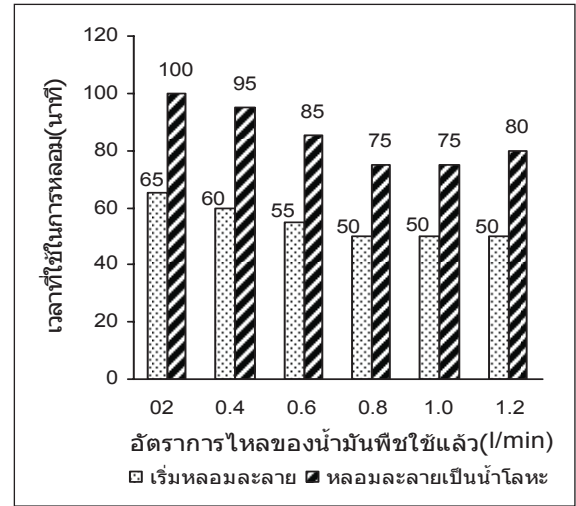
รูปที่ 5 ส่วนประกอบต่างๆ ของเตาเผา

ให้วัดความเข้มข้นก๊าซไอเสีย ได้แก่ CO, CO₂, O₂, และ NO ด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย ยี่ห้อ Portable Exhaust Gas Analyzer Operators Manual รุ่น Model #5002 ที่บริเวณปากทางออกปล่องควันของเตาเผา และทดลองซ้ำจำนวน 5 ครั้ง ทุกระดับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้ว

3.4 การทดลองหาคุณภาพเชิงกลของชิ้นงาน เปิดสวิตช์เครื่องเป่าลมและเครื่องปั๊มแรงดันเชื้อเพลิง กำหนดเงื่อนไขให้ภายในหัวเผามีอัตราการไหลของอากาศคงที่ = 7,400 l/min จากนั้นจุดไฟพร้อมกับปรับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วจนกว่าเปลวไฟของหัวเผาจะอยู่ในสภาวะการเผาไหม้ปริมาณอากาศพอดี (Neutral) โดยสังเกตจากควันของเปลวไฟจะมีสีเทาอ่อนหรือไม่มีสี และเปลวไฟจะมีสีแดงรูปร่างอยู่ตัวมองเห็นส่วนลึกของเตาเผาได้ล่างๆ [2] อุณหภูมิหลอมจนถึงอุณหภูมิ 600°C แล้วบรรจุแท่งอะลูมิเนียมผสมเกรด AC4A จำนวน 50 kg ลงในเบ้าหลอม เมื่ออุณหภูมิ น้ำโลหะภายในเบ้าหลอมอยู่ที่ระดับ 650, 700, 750 และ 800°C ให้ตักน้ำโลหะในเบ้าหลอมไปเทลงในแบบหล่อทรายตามมาตรฐาน ASTM B26M-05 อย่างละ



รูปที่ 6 อุณหภูมิสูงสุดของแต่ละระดับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วที่ระดับต่างๆ



รูปที่ 7 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการหลอมของหัวเหา

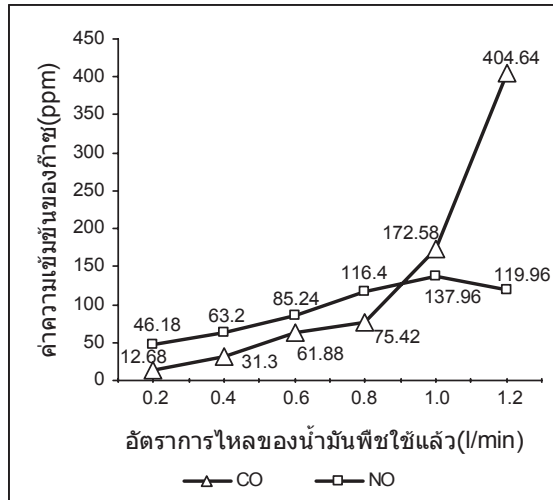
3 แบบหล่อ หลังจากแบบหล่อเย็นตัวลงให้แกะชิ้นงานออกจากแบบหล่อทรายแล้วตัดชิ้นทดสอบออกจากชิ้นงาน จากนั้นนำไปเข้าเครื่องทดสอบ Instron รุ่น 8802 เพื่อหาค่าความต้านแรงดึง ส่วนปลายของชิ้นงานทั้ง 2 ด้านตัดให้มีความยาว 1 cm. แล้วนำไปขัดผิวหน้าชิ้นงานด้วยเครื่องขัดกระดาษทรายด้วยเบอร์ 120, 240, 400, 600, 800 และ 1200 ตามลำดับ นำชิ้นงานส่วนผิวหน้าจุ่มลงในสารละลาย Keller's Reagent เป็นเวลา 20 นาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่นและล้างออกด้วยแอลกอฮอล์เป่าให้แห้ง แล้วนำชิ้นทดสอบมาตรวจสอบหาจำนวนรูพรุนด้วยกล้องจุลทรรศน์ จากนั้นนำชิ้นทดสอบไปทดสอบความแข็งด้วยเครื่อง Mitoyo รุ่น AVK-C2

4. ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 สมรรถนะของหัวเผาที่มีผลต่ออุณหภูมิ จากรูปที่ 6 พบว่าอุณหภูมิของหัวเผาที่ตำแหน่งเปลวไฟและภายในเหาหลอมจะมีค่าสูงสุดเมื่อปรับระดับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้ว = 0.8 l/min หากปรับอัตราการไหลน้ำมันพืชใช้แล้วเพิ่มขึ้น 1.0 และ 1.2 l/min พบว่าอุณหภูมิเปลวไฟและภายในเหาหลอมมีค่าลดลงเพียง

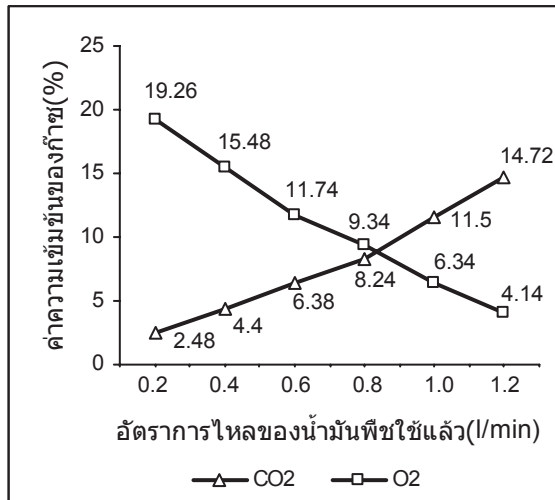
เล็กน้อยทำให้สันเปลวเชื้อเพลิงในการเผาไหม้เพิ่มขึ้นและมีควันไอเสียเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 10 ถ้าปรับอัตราการไหลน้ำมันพืชใช้แล้วลดต่ำลงที่ระดับ 0.6, 0.4 และ 0.2 l/min พบว่าอุณหภูมิเปลวไฟและภายในเหาหลอมมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง สาเหตุเกิดจากส่วนผสมของอากาศต่อเชื้อเพลิงเริ่มบางลงทำให้การเผาไหม้ของหัวเผาออกซิเจนส่วนเกินเพิ่มมากขึ้น ตามลำดับ

จากรูปที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการหลอม พบว่าหัวเผาจะใช้เวลาในการหลอมอะลูมิเนียมในเหาหลอมอยู่ระหว่าง 75 – 100 นาที และจะใช้เวลาในการหลอมน้อยที่สุดเมื่อปรับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้ว = 0.8 l/min โดยทั่วไปในทางปฏิบัติการหลอมอะลูมิเนียมผสมควรใช้อุณหภูมิในการหลอมสูงกว่าจุดหลอมละลาย เพื่อป้องกันน้ำโลหะแข็งตัวก่อนไหลเข้าโพรงแบบหล่อ และไม่ควรรุ่งเกิน 900°C เพราะจะทำให้ไฮโดรเจนของไอน้ำจากการเผาไหม้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและแทรกตัวปนในน้ำโลหะได้ง่าย [2],[7] จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าน้ำมันพืชใช้แล้วสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหัวเผาในเตาเผาเพื่อหลอมอะลูมิเนียมผสมได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 8 เปรียบเทียบค่าความเข้มข้น CO และ NO หลังการเผาไหม้ของหัวเผา

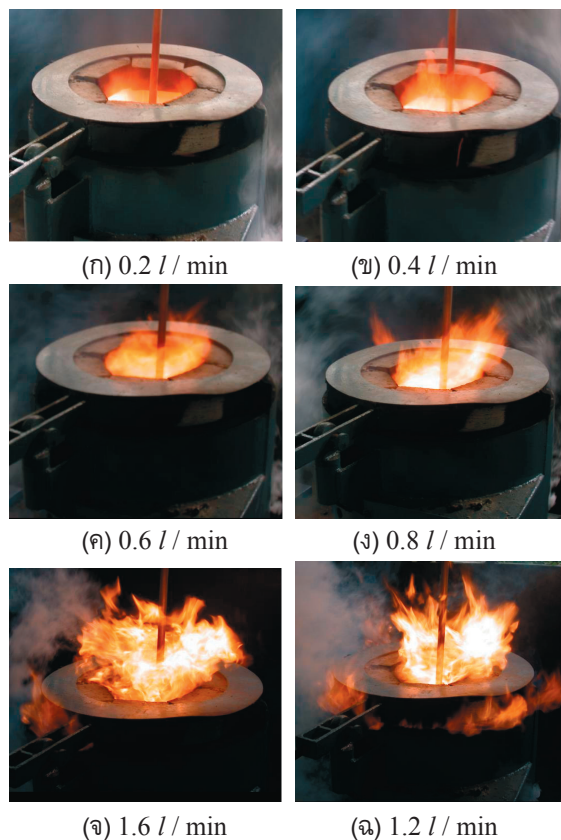
4.2 สมรรถนะหัวเผาที่มีผลต่อความเข้มข้นของก๊าซไอเสีย จากรูปที่ 8 แสดงผลของค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO และ NO ที่วัดจากการเผาไหม้ของหัวเผาพบว่าหากปรับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO หลังการเผาไหม้ค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ สาเหตุเนื่องจากส่วนผสมของอากาศต่อเชื้อเพลิงเริ่มหนาขึ้นตามลำดับ เมื่อปรับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วเกิน 0.8 l/min ขึ้นไป พบว่าค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO หลังการเผาไหม้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว สำหรับค่าความเข้มข้นของก๊าซ NO หลังการเผาไหม้ของหัวเผาจะมีแนวโน้มค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามค่าอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วที่ปรับเพิ่มขึ้น พฤติกรรมการเกิดก๊าซ NO นั้นจะมีปริมาณมากที่อุณหภูมิสูงๆ หากปรับระดับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วเกิน 1.0 l/min ขึ้นไป จะมีผลทำให้ค่าความเข้มข้น NO ลดลงเนื่องจากส่วนผสมอากาศต่อเชื้อเพลิงเริ่มหนาขึ้น จึงทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์เป็นเหตุให้ก๊าซ NO มีแนวโน้มลดลง และในขณะเดียวกันค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO กลับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแทน จากรูปที่ 9 แสดงผลค่าความเข้มข้น



รูปที่ 9 เปรียบเทียบค่าความเข้มข้น CO₂ และ O₂ หลังการเผาไหม้ของหัวเผา

ของก๊าซ CO₂ และ O₂ พบว่าที่ระดับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วที่ 0.2 l/min จะมีค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO₂ หลังการเผาไหม้ต่ำสุดและค่าความเข้มข้นของก๊าซ O₂ หลังการเผาไหม้มีค่าสูงสุด เนื่องจากออกซิเจนที่เหลือจากการเผาไหม้มีปริมาณค่อนข้างมาก จึงทำให้เกิดส่วนผสมอากาศต่อเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้บางเกินไป หากปรับค่าอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วเพิ่มสูงขึ้น พบว่าค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO₂ หลังการเผาไหม้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ เพราะอากาศได้ถูกนำมาใช้ในการเผาไหม้มากขึ้นจึงทำให้ออกซิเจนที่เหลือจากการเผาไหม้ลดต่ำลงตามลำดับ จากการสังเกตพบว่าเปลวไฟของหัวเผาเริ่มมีควันเพิ่มมากขึ้นเมื่อปรับอัตราการไหลของน้ำมันพืชใช้แล้วเกิน 0.8 l/min ขึ้นไป ดังแสดงในรูปที่ 10

4.3 สภาวะอุณหภูมิการหลอมด้วยหัวเผาที่มีผลต่อคุณภาพเชิงกลของชิ้นงาน จากรูปที่ 13 แสดงผลการเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายที่ระดับอุณหภูมิต่างกัน พบว่าค่าความต้านแรงดึงแท้จริง (Actual Ultimate) ของชิ้นงานหล่อสูงสุด = 20,903 N เมื่อเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายที่ 750°C รองลงมาที่ระดับอุณหภูมิ



รูปที่ 10 ลักษณะเปลวไฟและควันจากการเผาไหม้ของหัวเผาที่อัตราการไหลน้ำมันพีชใช้แล้วในระดับต่างๆ

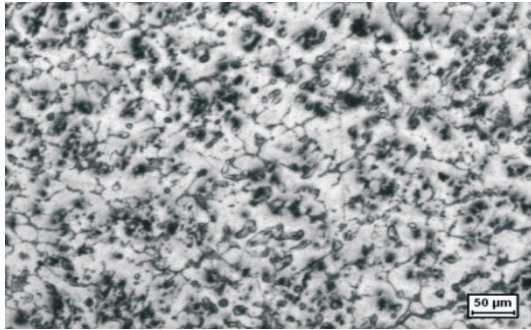
เทน้ำโลหะลงแบบหล่อทราย 800°C หากลดอุณหภูมิเทน้ำโลหะลงมาที่ระดับ 700 และ 650°C จะมีผลทำให้ค่าความต้านแรงดึงแท้จริงของชิ้นงานหล่อจะลดต่ำลงตามลำดับ สาเหตุเนื่องจากน้ำโลหะแข็งตัวเร็วขึ้นทำให้ไหลเข้าไม่เต็มแบบหล่อ ชิ้นงานหล่อที่ได้จึงมีขนาดเล็กลงผิดปกติโดยเฉพาะบริเวณ Gage Length ดังแสดงในรูปที่ 11 ส่วนสำหรับค่าความต้านแรงดึง (Ultimate Stress) ของชิ้นงานหล่อจากทุกระดับอุณหภูมิเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายจะมีค่าใกล้เคียงกันซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 161–170 MPa ดังแสดงในรูปที่ 14 ที่ระดับอุณหภูมิเทน้ำโลหะลงแบบหล่อที่ 800°C พบว่าชิ้นงานหล่อจะมีค่าต้านแรงดึงต่ำสุด



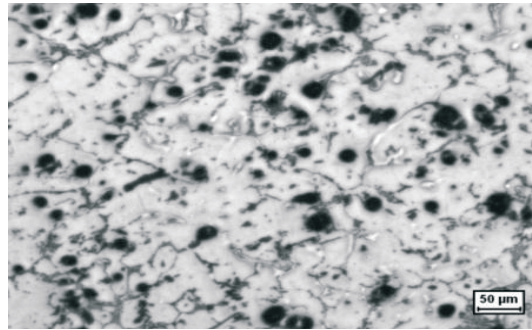
รูปที่ 11 ผลจากการเทน้ำโลหะลงแบบหล่อที่อุณหภูมิต่างกัน

- ก) รูปร่างของชิ้นงานหล่อเทน้ำโลหะที่ 650°C
- ข) รูปร่างของชิ้นงานหล่อเทน้ำโลหะที่ 700°C
- ค) รูปร่างของชิ้นงานหล่อเทน้ำโลหะที่ 750°C
- ง) รูปร่างของชิ้นงานหล่อเทน้ำโลหะที่ 800°C

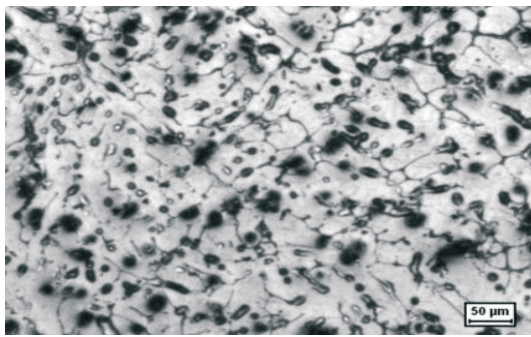
สาเหตุเกิดจากการเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายที่อุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้ไฮโดรเจนจากการเผาไหม้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และแทรกตัวปนในน้ำโลหะกลายเป็นรูพรุนได้ง่ายขึ้น โอกาสเกิดรูพรุนในชิ้นงานจะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิเทน้ำโลหะลงแบบหล่อเพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 12 จากผลการทดลองค่าความแข็งของชิ้นงานพบว่าทุกระดับอุณหภูมิเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายจะมีค่าความแข็งใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 52 – 55 HV ดังแสดงในตารางที่ 1 สาเหตุน่าจะเกิดจากอะลูมิเนียมผสมเกรด AC4A มีคุณสมบัติไม่สามารถชุบแข็งได้ จึงทำให้ชิ้นงานที่ได้จากทุกระดับอุณหภูมิเทน้ำโลหะลงแบบหล่อมีค่าความแข็งแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วนสำหรับจำนวนรูพรุนที่เกิดภายในชิ้นงานไม่มีผลต่อค่าความแข็งของชิ้นงานมากนัก



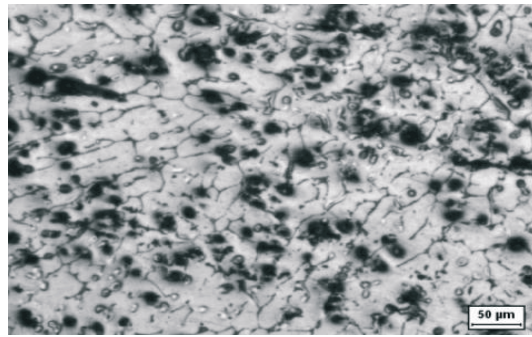
(ก) เหน้โลหะที่ 650°C



(ข) เหน้โลหะที่ 700°C

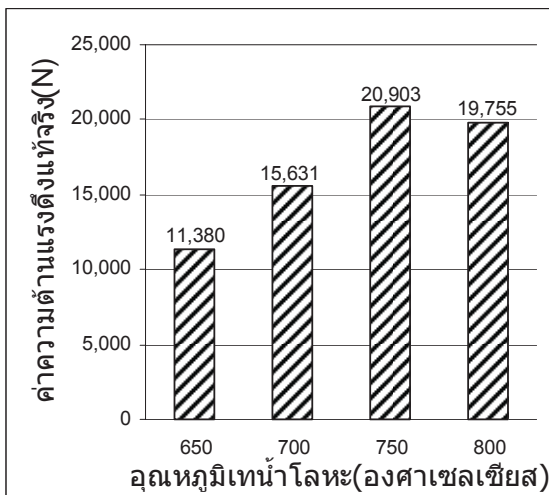


(ค) เหน้โลหะที่ 750°C

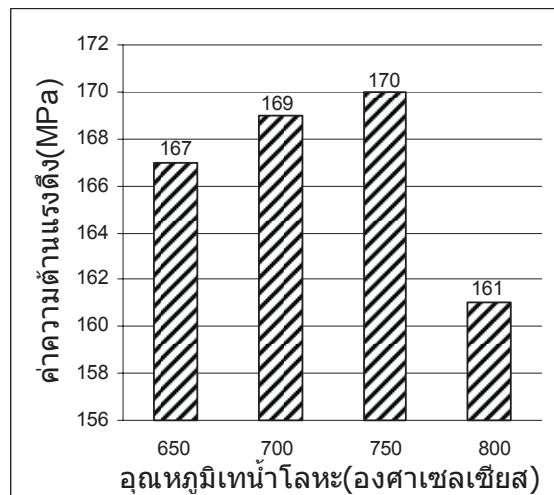


(ง) เหน้โลหะที่ 800°C

รูปที่ 12 เปรียบเทียบจำนวนรูพรุนในชิ้นงานหล่อที่อุณหภูมิเหน้โลหะลงแบบหล่อต่างกัน (กำลังขยาย 10X)



รูปที่ 13 เปรียบเทียบค่าต้านแรงดึงแท้จริง (Actual Ultimate) ของชิ้นงาน



รูปที่ 14 เปรียบเทียบค่าต้านทานแรงดึง (Ultimate Stress) ของชิ้นงาน

ตาราง 1 ผลการทดสอบชิ้นงาน จากการเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ เทน้ำโลหะ (°C)	SIZE OF SPECIMEN (mm.)	TESTED DIAMETER (mm.)	TESTED AREA (mm ²)	ACTUAL ULTIMATE LOAD (N)	ULTIMATE STRESS (MPa)	VICKERS HARDNESS (HV)
650	20.00	9.32	68.1	11,380	167	54
700	20.00	10.9	92.7	15,631	169	54
750	20.00	12.50	122.7	20,903	170	55
800	20.00	12.50	122.7	19,755	161	52

5. สรุป

5.1 เมื่อนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาเป็นเชื้อเพลิงให้กับหัวเผาในเตาเบ้า จากการทดลองพบว่าเปลวไฟของหัวเผามีค่าอุณหภูมิสูงสุด = 1,040°C โดยปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิงที่ 0.8 l/min เพื่อให้สภาวะการเผาไหม้ของหัวเผามีปริมาณอากาศพอดี หากปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิงให้บางลงจะทำให้การเผาไหม้ของหัวเผามีออกซิเจนส่วนเกินเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ส่งผลให้อุณหภูมิเปลวไฟของหัวเผามีค่าลดลง ถ้าปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิงให้หนาขึ้นจะทำให้อุณหภูมิเปลวไฟของหัวเผามีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยทำให้เกิดควันไอเสียและสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ซึ่งได้สอดคล้องกับงานวิจัย [8],[9] สำหรับอุณหภูมิภายในเบ้าหลอมจะมีค่าสูงสุดถึง 825°C และใช้เวลาในการหลอมเร็วสุดเพียง 75 นาที ถ้าปรับอัตราการไหลของเชื้อเพลิงที่ 0.8 l/min ค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO และ NO หลังการเผาไหม้ของหัวเผาเมื่อเจือปนในอากาศแล้วจะมีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดของมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งได้สอดคล้องกับงานวิจัย [10]

5.2 อุณหภูมิเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายที่เหมาะสมมากที่สุดคือ 750°C ชิ้นงานหล่อที่ได้จะมีขนาดและรูปร่างที่สมบูรณ์ และมีค่าความต้านแรงดึงสูงสุด ถ้าเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายต่ำกว่า 700°C ลงไป จะทำให้ชิ้นงานมีขนาดและรูปร่างเล็กโดยเฉพาะบริเวณ Gage Length ซึ่งจะทำให้ค่าความต้านแรงดึงของชิ้นงานหล่อลดต่ำลงค่อนข้างมาก หากเทน้ำโลหะลงแบบหล่อ 800°C

จะทำให้ภายในเนื้อของชิ้นงานหล่อมีจำนวนรูพรุนมากที่สุด มีผลทำให้ค่าความต้านแรงดึงของชิ้นงานหล่อลดต่ำลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [2] ชิ้นงานที่ได้จากการเทน้ำโลหะลงแบบหล่อทรายทุกระดับอุณหภูมิพบว่ามีความแข็งใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ระหว่าง 52 – 55 HV สาเหตุน่าจะเกิดจากจำนวนรูพรุนภายในเนื้อของชิ้นงานไม่มีผลต่อค่าความแข็งมากนัก และอะลูมิเนียมผสมเกรด AC4A ไม่สามารถชุบแข็งได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ T. H. Pearce และคณะ [7]

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้การสนับสนุนเกี่ยวกับอุปกรณ์และสถานที่สำหรับใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, รายงานแผนแม่บทอุตสาหกรรมหล่อโลหะ, กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม, 2547.
- [2] เชาวลิต ลิ้มมณีวิจิตร และคณะ, การศึกษาถึงปัจจัยของสภาวะการหลอมที่มีผลต่อการควบคุมคุณภาพของงานหล่ออะลูมิเนียมผสมโดยใช้เตาเบ้าประสิทธิภาพสูง, กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2550.

- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย, กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน, 2551.
- [4] การสำรวจน้ำมันพืชที่ใช้แล้วเพื่อนำมาผลิตเป็นไบโอดีเซล, เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548.
- [5] ประชาสันติ ไตรยสุทธิ์ และคณะ, การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วและศึกษาผลกระทบต่อเครื่องยนต์, อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2548.
- [6] *Annual book of ASTM Standard*, Section 2 Nonferrous Metal Products, Volume 02.02. Washington DC. ASTM, 2008.
- [7] T.H. Pearce และคณะ, เทคโนโลยีและโลหะวิทยาของอะลูมิเนียมหล่อ, กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2543.
- [8] สุรัชย์ จีงจตุพรชัย, “การพัฒนาหัวเผาน้ำมันปาล์มใช้แล้ว,” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.
- [9] E. Stumpf, A. Esper, W. Muhlbauer, and R. Bauman, *Plant oil-based cooking stove-technological agricultural engineering in the tropics and subtropics*, Hohenheim University, Germany, 2002.
- [10] T. Ghassan, Al. Mohamad, and A. Shyoukhe, “Combustion performance emissions of ethyl ester of a waste vegetable oil in a water-cooled furnace,” *Applied Thermal Engineering*, vol. 23, pp. 285-293, 2003.