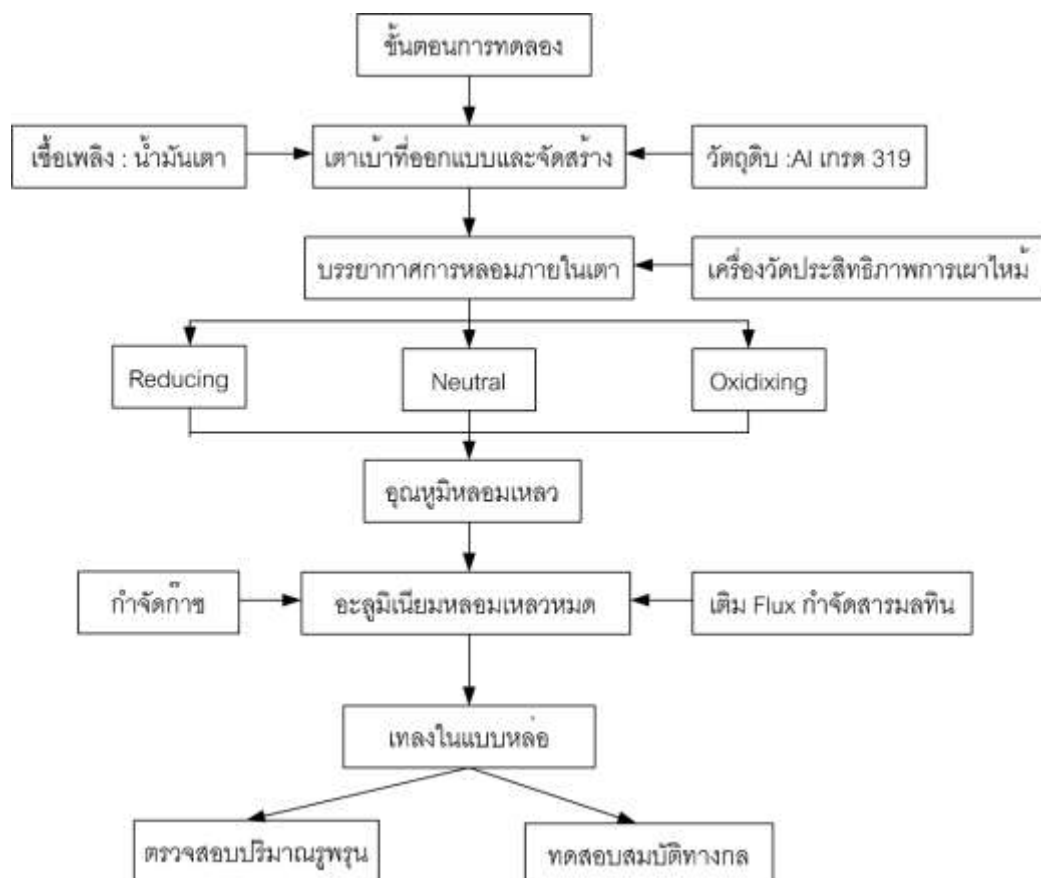


บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการทดลอง

เมื่อทำการออกแบบและจัดสร้างเตาเผาตามงานวิจัย “การศึกษาถึงปัจจัยของสภาวะการหลอมที่มีผลต่อการควบคุมคุณภาพของงานหล่ออะลูมิเนียมโดยใช้เตาเผาประสิทธิภาพสูง” เสร็จสิ้นแล้ว ผู้ดำเนินงานวิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการทดลอง เพื่อทดสอบการทำงานของเตาหลอมและทดลองหลอมอะลูมิเนียม เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาและสภาวะของบรรยากาศในการหลอมที่มีผลต่อคุณภาพของงานหล่อ ขั้นตอนในการทดลองมีดังนี้

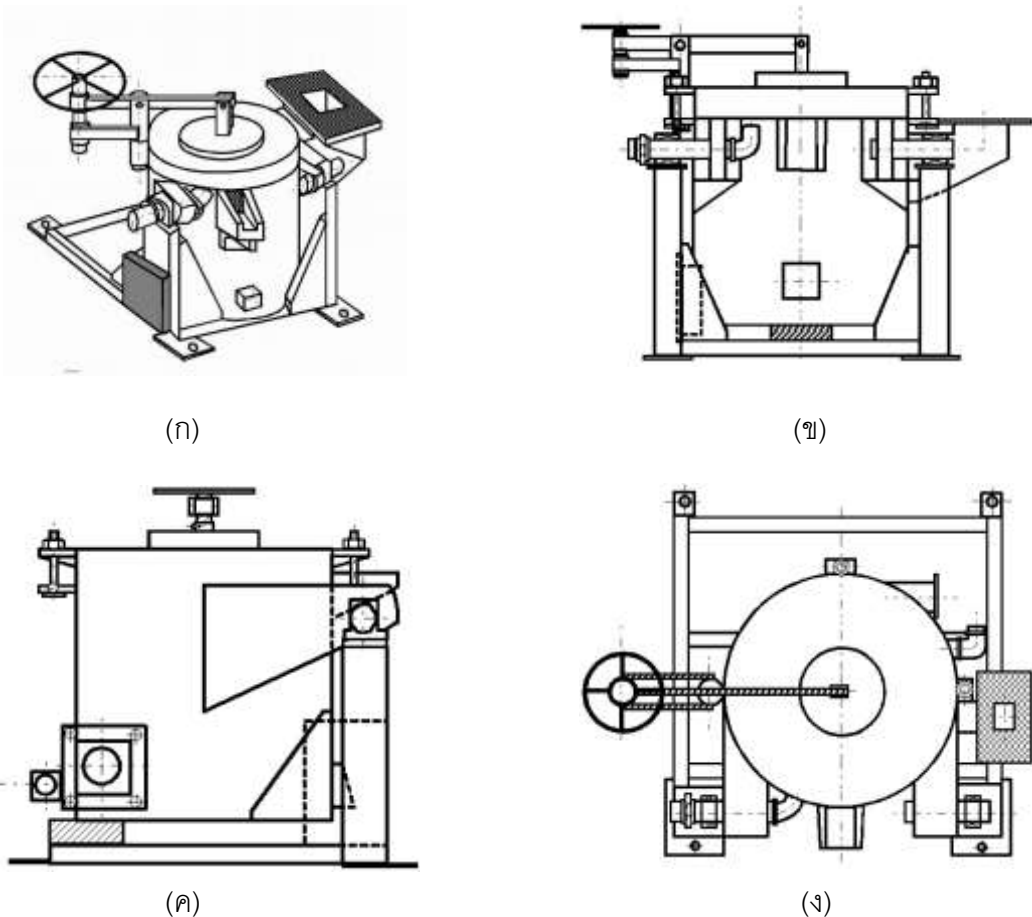
3.1.1 การออกแบบขั้นตอนการทดลอง



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลอง

3.1.2 การออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือทำการทดลอง

1) ออกแบบเตาเบ้าหลอม เพื่อใช้ในการทดลองหลอมโลหะผสมอะลูมิเนียมในสภาวะการเผาไหม้เชื้อเพลิงในบรรยากาศต่างๆ ซึ่งเตาเบ้าหลอมที่ออกแบบและจัดสร้างขึ้นมานี้เป็นความต้องการของบริษัทให้เอนกการช่างและการหล่อ(1999) จำกัด และอยู่ในงานวิจัยการร่วมมือกันระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ตามสัญญาเลขที่RDG4550037 ซึ่งเตาเบ้าหลอมที่ออกแบบและจัดสร้างขึ้นมานี้จะใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ให้ความร้อนในการหลอมโลหะผสมอะลูมิเนียมเนื่องด้วยเหตุผลทางด้านเศรษฐศาสตร์



รูปที่ 3.2 แบบร่างของเตาเบ้าหลอมที่ออกแบบและจัดสร้าง

- ก) แบบประกอบเตาเบ้าหลอม ข) แบบด้านหน้าของเตาเบ้าหลอม
ค) แบบด้านข้างของเตาเบ้าหลอม ง) แบบด้านบนของเตาเบ้าหลอม

2) การผลิตและประกอบชิ้นส่วนที่สำคัญของเตาเข้าหลอมตามที่ได้ออกแบบไว้ มีดังนี้

(1) การขึ้นรูปเปลือกเตาและฝาเตาหลอม ซึ่งทำจากเหล็กกล้าผสมคาร์บอนปานกลาง (St 37) แบบแผ่นหนา 6 มิลลิเมตร นำม้วนให้ได้เส้นผ่าศูนย์กลางตัวเปลือกเตาหลอม 1270 มิลลิเมตร และมีความสูง 1090 มิลลิเมตร และจัดทำฝาเตาหลอมเส้นผ่าศูนย์กลางฝาเตา 1270 มิลลิเมตร มีความหนา 110 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.3 และ รูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 เหล็กทำเปลือกเตาหลอม



รูปที่ 3.4 เหล็กทำโครงฝาเตาหลอม

(2) การขึ้นรูปเสาเตาหลอมสำหรับรองรับน้ำหนักและเชิงเทน้ำโลหะ ทำจากเหล็ก St 42 แบบ W-shape ขนาด 150 x 150 x 9.3 มิลลิเมตร ยาว 1100 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.5

(3) การขึ้นรูปอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบม้วนขดหรือแบบไส้ไก่ ทำมาจากเหล็กกล้าทนความร้อน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 50.8 มิลลิเมตร ยาว 33 เมตร นำม้วนให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 780 มิลลิเมตรและมีความสูง 350 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 เหล็กทำเสาเตาหลอม



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์แลกเปลี่ยน

ความร้อนแบบง่าย

(4) การประกอบเพลาลมขึ้นเยื้องเทกับชุดหูเตาและเบร้ง ซึ่งเพลาลมขึ้นเยื้องเทเลือกใช้เหล็ก St 42 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร มีความยาว 350 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.7

(5) ประกอบชุดตัวเตาหลอมเข้ากับชุดเสาะและฐานเตาหลอม เพื่อความสะดวกในการยกเคลื่อนย้าย ดังรูปที่ 3.8

(6) การปรับระดับความเที่ยงตรงของเตาหลอม หลังจากเชื่อมและยึดประกอบแล้ว เพื่อทำการปรับระดับความเที่ยงตรงของเตา ดังรูปที่ 3.9

(7) ก่อชั้นฉนวนด้านนอก ซึ่งจะเลือกใช้อิฐฉนวน (อิฐเบา) เป็นวัสดุฉนวนกันความร้อน ซึ่งมีค่าการนำความร้อนต่ำ น้ำหนักเบา ราคาถูก หลังจากนั้นทำการวางและตั้งระดับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อหมุนวนภายในตัวเตาหลอม และติดตั้งอิฐรองกันเตาหลอม ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.7 การประกอบชุด
หมุนเตาเอียงเพนน้ำโลหะ



รูปที่ 3.8 การประกอบตัว
เตาหลอมกับเสาะเตา



รูปที่ 3.9 การปรับระดับ
ความเที่ยงตรงเตาหลอม



รูปที่ 3.10 การวางระบบการ
ป้องกันความร้อนภายในเตา

(8) การก่อผนังชั้นใน ซึ่งเป็นชั้นป้องกันความร้อนผ่านออกสู่ภายนอกและต้องทนต่อเปลวไฟที่พุ่งเข้าไปในเตาจะเลือกใช้อิฐทนไฟ (อิฐหนัก) ดังรูปที่ 3.11

(9) การติดตั้งกล่องเผาไหม้เชื้อเพลิง ด้านในจะใช้อิฐทนไฟมีรูปทรงกรวย ส่วนด้านนอกจะหุ้มด้วยแผ่นเหล็กกล้า ซึ่งกล่องเผาไหม้จะเป็นส่วนที่นำพาความร้อนเข้าไปให้ความร้อนแก่เตาและบ้ำหลอมเพื่อหลอมอะลูมิเนียมต่อไป ดังรูปที่ 3.12

(10) การประกอบชุดฝาเตา และปล่องทางออกเปลวไฟด้านข้าง เพื่อไม่ให้เปลวไฟไปสัมผัสกับน้ำโลหะหลอมเหลวโดยตรง ดังรูปที่ 3.13

(11) การวางบ้ำหลอมในเตา บ้ำหลอมทำมาจากซิลิคอนคาร์ไบด์ขนาดความจุอะลูมิเนียมได้ 175 กิโลกรัม บ้ำหลอมมีน้ำหนัก 125 กิโลกรัม ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.11 การก่อผนังชั้นอิฐทนไฟ



รูปที่ 3.12 กล่องเผาไหม้เชื้อเพลิง



รูปที่ 3.13 การวางระบบทางออกเปลวไฟ
จากการเผาไหม้ในเตา



รูปที่ 3.14 การติดตั้งบ้ำหลอมในเตา

(12) ลักษณะและขนาดของบ้ำหลอมทำมาจากซิลิคอนคาร์ไบด์ ขนาดความสูง 600 มิลลิเมตร ปากบ้ำหลอมกว้าง 530 มิลลิเมตร ก้นบ้ำหลอมกว้าง 330 มิลลิเมตร ผนังหนา 50 มิลลิเมตร ขนาดความจุอะลูมิเนียม 175 กิโลกรัมและแท่นรองก้นบ้ำหลอมทำมาจากซิลิคอนคาร์ไบด์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร และมีความหนา 150 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3.15



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.15 ชุดเข้าหลอม ก) เข้าหลอมเนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์

ข) แท่นรองรับเข้าหลอมเนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์

3) ขั้นตอนการประกอบเตาหลอม เมื่อทำการผลิตชิ้นส่วนตามแบบและประกอบเตาหลอมในเบื้องต้นแล้ว ในขั้นต่อไปจะเป็นการประกอบและตกแต่งสีของเตาหลอม ดังนี้

(1) เชื่อมประกอบชุด Spout และปากทางเหน้าโลหะและส่วนประกอบอื่นๆ เสร็จแล้วทำการตกแต่งและพ่นสี ดังรูปที่ 3.16

(2) เชื่อมประกอบชุดหูเกี่ยวเพื่อยกเตาหลอมเอียงเท ดังรูปที่ 3.17

(3) ต่อท่อลมเย็นที่ออกมาจากเครื่องพ่นลมเข้ากับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในเตาหลอมเพื่อนำกลับมาช่วยในการสันดาปเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ดังรูปที่ 3.18

(4) ต่อท่อจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อนำลมร้อนที่ออกจากเตาหลอมมาช่วยในการเผาไหม้เชื้อเพลิงในชุดหัวเผา ดังรูปที่ 3.19

(5) ประกอบชุดเทอร์โมคัปเปิล เพื่อวัดอุณหภูมิการหลอมของอะลูมิเนียมภายในเตาหลอมจะใช้เทอร์โมคัปเปิล Type K สามารถวัดอุณหภูมิได้สูงถึง 1300°C ดังรูปที่ 3.20

(6) ประกอบชุดควบคุมในการทำงาน ซึ่งจะมีอยู่ 2 ส่วน คือ กล้องเปิด-ปิดการทำงานของเครื่องพ่นลมและกล้องแสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในเตาหลอม ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.16 การประกอบเตาและทำสีเตา



รูปที่ 3.17 ชุดหูเกี่ยวเอียงเทเหน้าโลหะ



รูปที่ 3.18 ท่อลมเย็นเข้าในเตาหลอม



รูปที่ 3.19 ท่อลมร้อนออกจากเตาหลอม

(7) ประกอบชุดฝาปิดปากเตาหลอม ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้ฝุ่น สิ่งสกปรกและความชื้นอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำโลหะขณะที่กำลังหลอมละลายภายในเตาหลอม ฝาปิดปากเตาหลอมจะใช้สกรูเกลียวหมุนปิด-เปิด ดังรูปที่ 3.22

(8) ประกอบชุดหัวเผาไหม้เข้ากับกล่องเผาไหม้ ซึ่งภายในหัวเผาไหม้จะมีท่อทางเข้าลมและน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อพ่นออกมารวมกันจะเกิดการจุดติดไฟและเกิดปฏิกิริยาความร้อน พ่นส่งเข้าไปในเตาหลอม ชุดหัวพ่นไฟสามารถทำการปรับมุมในการพ่นไฟขึ้น-ลงได้ ดังรูปที่ 3.23

(9) เมื่อประกอบส่วนต่าง ๆ ของเตาหลอมเสร็จแล้วพ่นสีเตาหลอมและทำการตกแต่งความเรียบร้อยดังแสดงในรูปที่ 3.24

(10) ส่วนประกอบ และชุดควบคุมการทำงานของเตาหลอมดังแสดงในรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.20 ชุดเทอร์โมคัปเปิล



รูปที่ 3.21 ชุดควบคุมการทำงาน



รูปที่ 3.22 ชุดฝาปิดปากเตาหลอม



รูปที่ 3.23 ชุดหัวเผาไหม้เชื้อเพลิง



รูปที่ 3.24 ภาพประกอบเตาด้านหน้า



รูปที่ 3.25 ภาพประกอบด้านข้างเตาหลอม

3.2 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง ในการทำงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาถึงปัจจัยของสภาวะการหลอมที่มีผลต่อการควบคุมคุณภาพของงานหล่อโลหะผสมอะลูมิเนียมโดยใช้เตาไฟฟ้าหลอม” จะใช้อะลูมิเนียมผสมตามมาตรฐาน JIS เกรด AC2A หรือ ตามมาตรฐาน ASTM เกรด A319 ที่บริษัทที่เข้าร่วมงานวิจัยนิยมใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีสมบัติและส่วนผสมดังนี้

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมมาตรฐาน

Designation	BS 1490 LM4	ANSI	ANSI	Remark
Element	JIS AC2A	AA330.0	AA319.0	
Copper (Cu)	2.0-4.0	3.0-4.0	3.0-4.0	ANSI AA319.0 ใช้ หล่องานผลิตพวก Engine Crankcase Gas and Oil tank Engine Oil pans Type writer frames Engine parts
Magnesium(Mg)	0.15	0.10	0.05-0.50	
Silicon(Si)	4.0-6.0	5.5-6.5	8.0-10.0	
Iron(Fe)	0.8	1.0	1.0	
Manganese(Mn)	0.2-0.6	0.50	0.50	
Nickel(Ni)	0.3	0.35	0.50	
Zinc(Zn)	0.5	1.0	1.0	
Lead(Pb)	0.1	-	-	AA330.0 ใช้เฉพาะ กับ Permanent mold
Tin(Sn)	0.1	-	-	
Titanium(Ti)	0.2	0.25	0.25	
Aluminum(Al)	99.50	Remain	Remain	

ตารางที่ 3.2 สมบัติทางฟิสิกส์

Designation	LM4- AC2A	AA330.0	AA319.0
Specific Gravity	2.75	2.79	2.77
Density : 1 b/1n ³	-	0.101	0.100
Melting Temperature : °C	525-625	521-604	515.5-585
Electrical Conductivity(%IACS)	32	27	29
Thermal Conductivity(@25°C,SI units)	0.29	0.27	0.28
Coef of Thermal Expansion(68-212°F)	-	12.0/°Fx10 ⁻⁶	11.4/°Fx10 ⁻⁶

ตารางที่ 3.3 สมบัติทางกล

Designation	LM4- AC2A	AA330.0	AA319.0
Tensile Strength (N/mm ²)	310	19ksi(F), 27ksi(T6)	19ksi(F), 27ksi(T6)
Compressive Strength	-	19ksi(F), 27ksi(T6)	9ksi(F), 27ksi(T6)
Elongation(%in 2 inches)	3	2.5(F), 3.0(T6)	2.5(F), 3.0(T6)
Hardness(BHN)	80(M),110(T6)	85(F), 95(T6)	85(F), 95(T6)

* M or F – As Cast, T6 – Solution Heat, Quench, Artificial Age*

ตารางที่ 3.4 คุณลักษณะพิเศษโดยทั่วไปของอะลูมิเนียมผสมกลุ่มนี้

Characteristic	LM4- AC2A	AA330.0	AA319.0
Castability	SM = Good PM = Good DC = Fair	Excellent Unsuitable Fair	Unsuitable Best Good
Fluidity	SM = Good PM = Good DC = Good	Excellent Fair Fair	Unsuitable Best Good
Shrinkage Tendency	มีไม่มาก	เล็กน้อย	เล็กน้อย
Resistance Corrosion	ทนการผุกร่อนจาก บรรยากาศได้ดี	ทนการผุกร่อนจาก บรรยากาศได้ดี	ทนการผุกร่อนจาก บรรยากาศได้ดี
Machinability	กลึง กัด ตัด ใสได้ดี มาก	กลึง กัด ตัด ใสได้ดี มาก	กลึง กัด ตัด ใสได้ดี มาก

SM = Sand Mold, PM = Permanent Mold and DC = Die Casting

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัยสามารถจำแนกออกได้ดังนี้

1) เตาหลอมที่ออกแบบและจัดสร้างขนาดความจุของเบ้าหลอม 175 กิโลกรัม ดังแสดง
ในรูปที่ 3.24

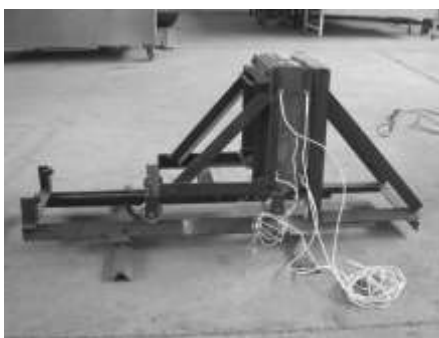
2) แบบหล่อแบบถาวร ตามมาตรฐาน ASTM B-108 ดังรูปที่ 3.26 เมื่อเทน้ำโลหะหลอมเหลวลงในแบบหล่อแล้วนำส่วนต่าง ๆ ไปทำการทดลอง เช่น นำส่วนที่ 1 ไปทำการขัดผิวหน้าให้เรียบแล้วตรวจสอบดูปริมาณและลักษณะการกระจายของรูพรุนที่เกิดขึ้น ส่วนที่ 2 นำไปทดสอบสมบัติทางกลโดยการทดสอบความเค้นแรงดึง ทดสอบความแข็ง และ ทดสอบแรงกระแทกแก๊วขึ้นงานหล่อ

3) เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ รุ่น Max5 ดังรูปที่ 3.27 ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณก๊าซที่เกิดจากการกระบวนการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อให้สามารถปรับอัตราส่วนผสมระหว่างเชื้อเพลิงและอากาศได้ดีขึ้น ช่วยลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม และเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิจากการถ่ายเทความร้อนออกจากเตาหลอมทุกทิศทาง เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานความร้อนของเตาเผาหลอม

4) กล้องจุลทรรศน์ (Optical Microscope) ดังรูปที่ 3.28

5) เครื่องทดสอบความเค้นแรงดึงแบบอเนกประสงค์ ดังรูปที่ 3.29

6) เครื่องทดสอบความแข็ง ดังรูปที่ 3.30



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.26 แบบหล่อถาวร (Permanent Mold) ตามมาตรฐาน ASTM B-108

ก) การประกอบแบบหล่อ

ข) ลักษณะแบบหล่อถาวร



(ก)

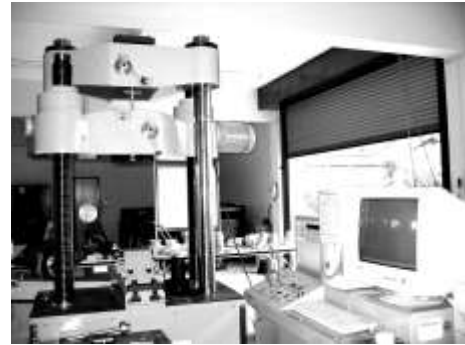


(ข)

รูปที่ 3.27 เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ ก)ด้านหน้า ข)ด้านหลัง



รูปที่ 3.28 กล้องจุลทัศน์



รูปที่ 3.29 เครื่องทดสอบความเค้นแรงดึง

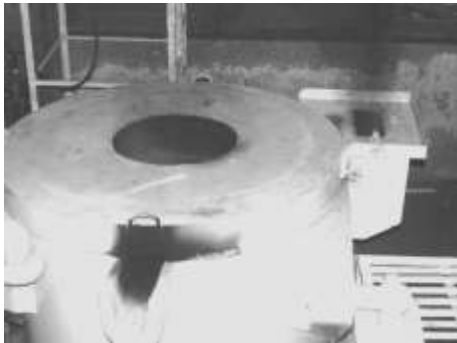


รูปที่ 3.30 เครื่องทดสอบความแข็ง

3.3 การทดลอง

1) จุดเตาหลอมเพื่ออุ่นเตาหลอม เ้าหลอมและวัสดุที่ทำการหลอมเพื่อให้ได้ความขึ้นภายในเตาหลอมและเ้าหลอม ปรับสภาวะของบรรยากาศการเผาไหม้เชื้อเพลิงในการหลอมอะลูมิเนียม เช่น สภาวะการหลอมบรรยากาศปกติ (Neutral) สภาวะการหลอมบรรยากาศการลดออกซิเจนลง (Reducing) และสภาวะการหลอมบรรยากาศการเพิ่มออกซิเจน (Oxidizing) โดยใช้เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ตรวจสอบสภาวะแบบใดเกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ และเป็นแนวทางในการลดมลพิษและก๊าซต่าง ๆ ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในเตาหลอม อนึ่งการตรวจวัดประสิทธิภาพในการเผาไหม้นี้ยังเป็นแนวทางในการลดโอกาสที่ไฮโดรเจนสัมผัสกับอะลูมิเนียมหลอมเหลว ซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดจุดเสีย (Defects)

ในชิ้นงานหล่อ และลดการปนเปื้อนของออกซิเจนในอะลูมิเนียมหลอมเหลว ซึ่งจะทำให้เกิดซีโลหะ (Dross) แทรกตัวในอะลูมิเนียมหลอมเหลวลงได้



รูปที่ 3.31 การจุดเตาหลอม



รูปที่ 3.32 การเตรียมทดลองหลอมอะลูมิเนียม

2) เมื่อทำการอุ่นเตาหลอมและให้ความร้อนแก่เบ้าหลอมจนร้อนแดงทั่วทั้งเบ้าแล้ว (อุณหภูมิประมาณ 600°C) ทำการเติม Charge เข้าไปในเบ้าหลอม โดยให้ Charge ที่ทำการหลอมนั้นอยู่ในแนวตั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เบ้าหลอมแตกเนื่องจากวัสดุเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวตามแนวยาวไปต้นผนังเบ้าหลอมทำให้เบ้าหลอมเกิดรอยร้าวหรือแตกเสียหายได้

3) เมื่ออะลูมิเนียมหลอมเหลวหมดแล้ว (อุณหภูมิประมาณ 820°C) ให้เติมฟลักซ์(Flux) ซึ่งในการหลอมโลหะผสมอะลูมิเนียมเกรด AC2A จะเลือกใช้ฟลักซ์ชนิด Coverall 11 เพื่อคุมผิวหน้าและป้องกันก๊าซในบรรยากาศเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำอะลูมิเนียม และช่วยกำจัดสิ่งสกปรกให้ออกมาในรูปของซีโลหะ(Dross) การเติมฟลักซ์จะเติมในอัตราส่วน 0.5-1% ของน้ำหนักโลหะผสมอะลูมิเนียมที่ทำการหลอม ฟลักซ์ที่นำมาใช้นั้นต้องแน่ใจว่าแท้จริงแล้วไม่มีความชื้นอยู่ ถ้ามีความชื้นอยู่จะทำให้เป็นแหล่งกำเนิดของไฮโดรเจนได้ โดยทั่วไปจะทำการอบไล่ความชื้นแก่ฟลักซ์ที่อุณหภูมิ 100°C จากนั้นทำการกำจัดก๊าซไฮโดรเจน (Degassing) ในน้ำโลหะโดยใช้ก๊าซเฉื่อย (ก๊าซอาร์กอน) เป่าผ่านเข้าไปในน้ำโลหะในอัตราการไหล 4 ลิตรต่อนาทีเป็นเวลา 15-30 นาทีตามขนาดของเบ้าหลอม



รูปที่ 3.33 การเติม Charge
เข้าในเบ้าหลอม



รูปที่ 3.34 การเติมฟลักซ์
และไล่ก๊าซในน้ำโลหะ

4) เมื่อทำการไล่ก๊าซเสร็จแล้วควรทำการเทน้ำโลหะลงในแบบหล่อทันทีเพื่อไม่ให้ความร้อนในบรรยากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำโลหะอีก ซึ่งอุณหภูมิที่เทของโลหะผสมอะลูมิเนียมกลุ่มนี้ประมาณ $680 - 720^{\circ}\text{C}$ ซึ่งอุณหภูมิของแบบหล่อถาวร (Permanent Mold) ที่ใช้ในการทดลองนั้นจะให้อุณหภูมิที่ 400°C เพราะจะทำให้ชิ้นงานที่ได้เต็มเต็มแบบ ถ้าไม่สามารถที่จะเทน้ำโลหะได้ทันทีก็ควรใช้ฝาปิดปากเตาหลอมปิดไว้ก่อน

5) เมื่ออะลูมิเนียมหลอมเหลวหมดและผ่านกระบวนการกำจัดก๊าซแล้ว ทำการยกเตาหลอมเพื่อเอียงเทน้ำโลหะออกจากเบ้าหลอมสู่ภาชนะรองรับเพื่อนำไปเทลงในแบบหล่อหรือแม่พิมพ์ที่ได้เตรียมไว้ โดยปกติการยกเตาเอียงจะนิยมใช้อยู่ 3 วิธี คือ การใช้สกรูเกลียวหมุนเอียงเท การใช้ไฮดรอลิก และการใช้เครนยกเอียงเท ในการดำเนินงานวิจัยนี้จะใช้เครนยกเอียงเทน้ำโลหะออกจากเบ้าหลอมสู่ภาชนะรองรับน้ำโลหะ

6) ก่อนทำการเทน้ำโลหะลงในแบบหล่อควรตักสิ่งสกปรก (Dross) ทิ้งก่อน เพื่อให้คุณภาพของชิ้นงานที่ได้ดีขึ้นเมื่อเทน้ำโลหะสู่ภาชนะที่รองรับแล้วจากนั้นนำน้ำโลหะไปเทเข้าในแบบหล่อที่เตรียมไว้ ส่วนน้ำโลหะที่เหลือจะเทเป็นรูป Ingot เพื่อนำไปทำการหลอมใหม่อีกครั้ง

7) นำชิ้นงานตัวอย่างที่ได้จากการหลอมมาตรวจสอบปริมาณและลักษณะการกระจายตัวของรูพรุนที่เกิดขึ้นจากปริมาณก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากกระบวนการหลอม เพื่อตรวจผลที่เกิดขึ้นในด้านคุณภาพของชิ้นงานหล่อที่ได้ โดยการผ่าชิ้นงานตัวอย่างตามแนวยาวและขัดผิวหน้าให้เรียบแล้วตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ ส่วนผลในด้านสมบัติทางกลนั้นจะนำชิ้นงานหล่อไปทดสอบความแข็งแรงด้วยการทดสอบความเค้นแรงดึง (Tensile Testing) ทดสอบความแข็ง (Hardness Testing) และ ทดสอบด้วยแรงกระเฉือนแทก (Shear Testing) ต่อไป



รูปที่ 3.35 การยกเตาเอียงเทน้ำโลหะ



รูปที่ 3.36 การเทน้ำโลหะ
เข้าแบบหล่อและ Ingot

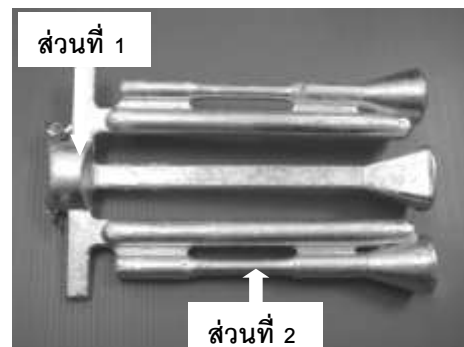
3.4 การเตรียมชิ้นงานเพื่อตรวจสอบจุดบกพร่องและสมบัติทางกล

เมื่อนำอะลูมิเนียมเกรด AC2A จากบริษัท ฯ มาผ่านกระบวนการหลอมตามที่กล่าวมาแล้วนั้น และได้เทน้ำโลหะเหลวลงในแบบหล่อที่ได้เตรียมไว้ ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเตรียมชิ้นงานหล่อเพื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกลและนำไปหาปริมาณรูพรุนที่เกิดขึ้น ดังนี้

- 1) ลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการหล่อโลหะผสมอะลูมิเนียม



รูปที่ 3.37 ลักษณะ Ingot ที่ใช้หลอม



รูปที่ 3.38 ลักษณะชิ้นงานทดสอบที่
ได้จากการหล่อ

- 2) การเตรียมชิ้นงานเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างมหภาคและรูพรุน

(1) ตัดชิ้นงานในส่วนหมายเลขที่ 1 ที่ได้จากการหล่อแล้วตัดผ่ากลางตามแนวยาวของชิ้นงาน

(2) ขัดผิวหน้าชิ้นงานให้เรียบ ด้วยเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานเบอร์ 40 Grit ดังรูปที่ 3.39 และรูปที่ 3.40

(3) ผิวหน้าชิ้นงานด้วยกระดาษทรายเบอร์ 120, 180, 240, 360, 400, 600, 800 และ เบอร์ 1000 Grit ตามลำดับ

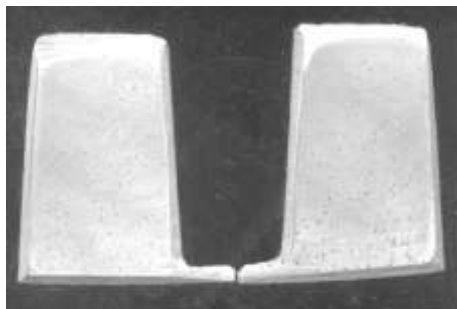
(4) นำชิ้นงานมากัดผิวหน้าด้วยสารละลาย Tucker's agent เป็นเวลา 20-30 วินาที แล้วจุ่มในน้ำอุ่น 10 วินาที ล้างออกด้วยแอลกอฮอล์ แล้วเป่าให้แห้ง

(5) นำชิ้นงานมาวิเคราะห์ด้วยกล้อง Optical Microscope กำลังขยาย 5 เท่า เพื่อตรวจสอบขนาดของรูพรุน ปริมาณของรูพรุนและการกระจายตัวของรูพรุนที่เกิดขึ้นในเนื้อของชิ้นงาน

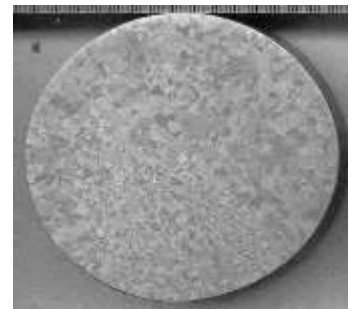
หล่อ

3) การเตรียมสารละลาย Tucker's Agent

- (1) เตรียมน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ใส่ในภาชนะบรรจุที่เป็นพลาสติก
- (2) เติมกรดไฮโดรฟลูออริก 15 มิลลิลิตร
- (3) เติมกรดไฮโดรครอริก 45 มิลลิลิตร
- (4) เติมกรดไนตริก 15 มิลลิลิตร
- (5) กวนสารละลายผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน



รูปที่ 3.39 การเตรียมชิ้นงาน
เพื่อตรวจสอบรูพรุน



รูปที่ 3.40 การเตรียมชิ้นงาน
เพื่อดูขนาดเกรน

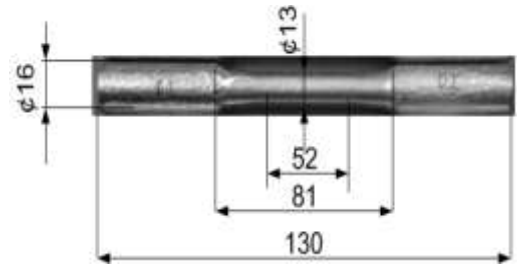
4) การเตรียมชิ้นงานเพื่อทดสอบสมบัติทางกล

- (1) การทดสอบความเค้นแรงดึง ความเค้นเฉือน และ ทดสอบความแข็ง

สัญญาเลขที่ RDG4550037 99



รูปที่ 3.41 การเตรียมชิ้นงาน
เพื่อทดสอบสมบัติทางกล



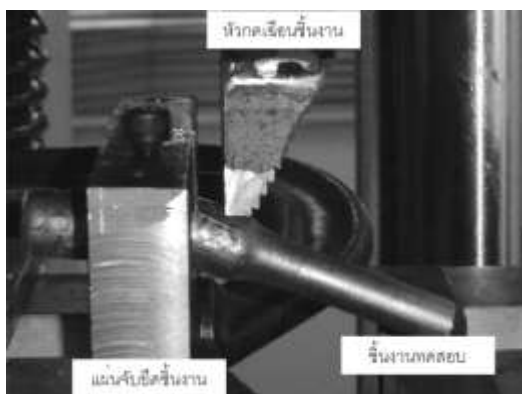
รูปที่ 3.42 ขนาดชิ้นงาน
ทดสอบความเค้นแรงดึง



รูปที่ 3.43 การทดสอบความเค้นแรงดึง



รูปที่ 3.44 การทดสอบความแข็ง



รูปที่ 3.45 การทดสอบความเค้นเฉือน



รูปที่ 3.46 แสดงการทดสอบและบันทึกผล
การทดสอบความเค้นเฉือน