

บทที่ 5

วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการทดสอบเพื่อหาขอบที่เหมาะสมของใบป้อนแต่ละชนิดสำหรับป้อนมูลฝอยให้ได้ อัตราการป้อน 25 kg/h

ขั้นตอนที่ 2 ทำการทดสอบใบป้อนแต่ละชนิดของอุปกรณ์ป้อนเพื่อศึกษาการกระจายตัวของมูลฝอย

ขั้นตอนที่ 3 ทำการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้

ขั้นตอนที่ 4 ทำการทดสอบเผามูลฝอยที่ปริมาณอากาศส่วนเกินตามทฤษฎีต่างๆ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ทำการทดสอบเพื่อหาขอบที่เหมาะสมของใบป้อนแต่ละชนิดสำหรับป้อนมูลฝอยให้ได้ อัตราการป้อน 25 kg/h

ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบเพื่อหาขอบสำหรับป้อนมูลฝอยใบไม้ที่ 25 kg/h ของใบป้อนแต่ละชนิด โดยรอบการหมุนของอุปกรณ์ป้อนจะถูกควบคุมโดยการปรับค่าความถี่จากอินเวอร์เตอร์ มีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งใบป้อนชนิดที่จะทำการทดสอบ โดยนำใบไปติดกับ จาน(disks) ซึ่งติดอยู่กับเพลาชันสกรูให้แน่น
2. นำมูลฝอยจำนวน 5 kg ใส่ลงใน hopper แล้วปิดฝา
3. เปิดสวิตช์ควบคุมอินเวอร์เตอร์ ปรับรอบความถี่ของอินเวอร์เตอร์ โดยเริ่มต้นความถี่ตามความเหมาะสม (ผู้วิจัยเริ่มต้นที่ 30 Hz) จากนั้นจับเวลาที่ใช้ในการป้อน บันทึกค่าเวลาและความถี่ที่ใช้
4. ทำซ้ำข้อ 2 และ 3 เป็นจำนวน 3 ครั้ง นำเวลาที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย
5. จากนั้นทำซ้ำในข้อ 2 , 3 และ 4 แต่ปรับเปลี่ยนความถี่ของอินเวอร์เตอร์ไปเรื่อยๆ โดยปรับครั้งละ 1 Hz บันทึกค่า
6. จากนั้นคำนวณหาอัตราป้อนที่ได้ในการปรับความถี่ในแต่ละครั้ง
7. เปลี่ยนใบป้อน และทำการทดสอบ ตามข้อ 2-6 โดยค่าที่ได้แสดงอยู่ในตารางที่ 5.1

ข้อควรระวัง

ไม่ควรปิดสวิตช์ อินเวอร์เตอร์ทันทีขณะที่ยังแสดงค่าความถี่อยู่ ควรลดความถี่ลงจนถึงศูนย์ก่อนแล้วจึงปิดสวิตช์เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับอินเวอร์เตอร์

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดสอบเพื่อหารอบทำงานของอุปกรณ์ป้อนที่ใช้ในการป้อนมูลฝอย 25 kg/h ของใบป้อนชนิดต่างๆ

ใบเต็มตัดตรง

ความถี่ (Hz)	รอบมอเตอร์ (rpm)	รอบFeed (rpm)	มวลที่ใส่(kg)	เวลาที่ใช้ครั้งที่1(s)	เวลาที่ใช้ครั้งที่2(s)	เวลาที่ใช้ครั้งที่3(s)	เวลาที่ใช้เฉลี่ย(s)	อัตราการป้อน(kg/h)
30	900	45	5	828	833	836	832.33	21.63
31	930	46.5	5	799	804	800	801.00	22.47
32	960	48	5	778	783	786	782.33	23.01
33	990	49.5	5	769	772	766	769.00	23.41
34	1020	51	5	742	750	748	746.66	24.11
35	1050	52.5	5	724	719	717	720.00	25.00
36	1080	54	5	702	699	694	698.33	25.78
37	1110	55.5	5	668	673	676	672.33	26.77
38	1140	57	5	639	647	643	643.00	27.99
39	1170	58.5	5	613	623	616	617.33	29.16
40	1200	60	5	600	595	582	592.33	30.39

ใบเต็มตัดโค้ง

ความถี่ (Hz)	รอบมอเตอร์ (rpm)	รอบFeed (rpm)	มวลที่ใส่(kg)	เวลาที่ใช้ครั้งที่1(s)	เวลาที่ใช้ครั้งที่2(s)	เวลาที่ใช้ครั้งที่3(s)	เวลาที่ใช้เฉลี่ย(s)	อัตราการป้อน(kg/h)
30	900	45	5	854	849	851	851.33	21.14
31	930	46.5	5	821	819	825	821.66	21.91
32	960	48	5	794	790	789	791.00	22.76
33	990	49.5	5	776	773	769	772.66	23.30
34	1020	51	5	755	751	757	754.33	23.86
35	1050	52.5	5	738	743	748	743.00	24.23
36	1080	54	5	718	723	72	720.33	24.99
37	1110	55.5	5	698	692	701	697.00	25.82
38	1140	57	5	671	666	669	668.66	26.92
39	1170	58.5	5	652	648	645	648.33	27.76
40	1200	60	5	623	621	619	621.00	28.99

ใบซี่ตัดตรง

ความถี่ (Hz)	รอบมอเตอร์ (rpm)	รอบFeed (rpm)	มวลที่ใส่(kg)	เวลาที่ใช้ครั้งที่1(s)	เวลาที่ใช้ครั้งที่2(s)	เวลาที่ใช้ครั้งที่3(s)	เวลาที่ใช้เฉลี่ย(s)	อัตราการป้อน(kg/h)
30	900	45	5	871	875	867	871.00	20.66
31	930	46.5	5	859	861	854	858.00	20.98
32	960	48	5	837	840	844	840.33	21.42
33	990	49.5	5	818	811	809	812.66	22.15
34	1020	51	5	799	794	801	798.00	22.56
35	1050	52.5	5	778	772	770	773.33	23.28
36	1080	54	5	756	750	758	754.66	23.85
37	1110	55.5	5	731	737	739	735.66	24.47
38	1140	57	5	722	716	720	719.33	25.02
39	1170	58.5	5	701	696	699	698.66	25.76
40	1200	60	5	678	672	679	676.33	26.61

ใบซีดัดโค้ง

ความถี่ (Hz)	รอบมอเตอร์ (rpm)	รอบFeed (rpm)	มวลที่ใส่(kg)	เวลาที่ใช้ครั้งที่1(s)	เวลาที่ใช้ครั้งที่2(s)	เวลาที่ใช้ครั้งที่3(s)	เวลาที่ใช้เฉลี่ย(s)	อัตราการป้อน(kg/h)
35	1050	52.5	5	855	851	857	854.33	21.07
36	1080	54	5	823	819	825	822.33	21.89
37	1110	55.5	5	801	809	810	806.66	22.31
38	1140	57	5	769	771	775	771.66	23.33
39	1170	58.5	5	748	740	744	744.00	24.19
40	1200	60	5	722	716	720	719.33	25.02
41	1230	61.5	5	695	688	690	691.00	26.05
42	1260	63	5	662	659	665	662.00	27.19

ขั้นตอนที่ 2 ทำการทดสอบใบป้อนแต่ละชนิดของอุปกรณ์ป้อน เพื่อศึกษาการกระจายของมูลฝอย

ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบหาค่าการกระจายของมูลฝอยใบไม้ ที่อัตราการป้อน 25 kg/h เมื่อใช้ใบป้อนแบบต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5.2 และมีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดของการทดสอบใบป้อนของอุปกรณ์ป้อนแต่ละชนิดเพื่อศึกษาการกระจายตัวของมูลฝอย

ชนิดของใบป้อน	มวลที่ใช้ในการทดสอบ (kg)	ความถี่ที่ใช้ (Hz)
ใบเต็มดัดตรง	5	35
ใบเต็มดัดโค้ง	5	36
ใบซีดัดตรง	5	38
ใบซีดัดโค้ง	5	40

1. ติดตั้งใบป้อนชนิดที่จะทำการทดสอบ โดยนำใบไปติดกับ จาน (disks) ซึ่งติดอยู่กับเพลลาชั้นสกรูให้แน่น
2. นำมูลฝอยจำนวน 5 kg ใส่ลงใน hopper แล้วปิดฝา
3. ตีตารางแบ่งเป็นช่องโดยมีทั้งหมด 25 ช่องใหญ่ และในแต่ละช่องใหญ่มี 54 ช่องเล็ก โดยช่องเล็กแต่ละช่องมีพื้นที่ 0.0025 ตารางเมตร วางไว้ด้านหน้าที่ตำแหน่งต่ำกว่าอุปกรณ์ป้อน 140 cm โดยที่ระยะดังกล่าวเท่ากับระยะระหว่าง อุปกรณ์ป้อนถึงตะแกรงเตาเผาภายในห้องเผาไหม้
4. เปิดสวิตช์ควบคุมอินเวอร์เตอร์ ปรับรอบความถี่ของอินเวอร์เตอร์ ตามชนิดของใบป้อนที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.4
5. เมื่อป้อนมูลฝอยหมดแล้ว ให้ลดความถี่ของอินเวอร์เตอร์ลงแล้วปิดสวิตช์ จากนั้นชั่งมวลของมูลฝอยใบไม้ที่ตกลงในแต่ละพื้นที่ของตารางที่วางไว้ เพื่อหาการกระจายของมูลฝอยใบไม้ บันทึกค่า
6. เปลี่ยนชนิดของใบป้อนและทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 2-5

ขั้นตอนที่ 3 ทำการวัดค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ใช้

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับไบป้อนแต่ละชนิด มีขั้นตอนในการทดสอบดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งไบป้อนชนิดที่จะทำการทดสอบ โดยนำไปไปติดกับจาน (disks) ซึ่งติดอยู่กับเพลลา ชั้นสกรูให้แน่น
2. เปิดสวิตช์ควบคุมอินเวอร์เตอร์ ปรับรอบความถี่ของอินเวอร์เตอร์ ตามชนิดของไบป้อนที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.2 โดยยังไม่ใส่มูลฝอย (no load)
3. นำอุปกรณ์วัดค่ากำลังไฟฟ้า (powermeter) มาวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่อินเวอร์เตอร์ต้องจ่ายให้กับมอเตอร์ จดบันทึกค่า แรงดัน กระแส เพาเวอร์แฟกเตอร์ และกำลังไฟฟ้า
4. หลังจากจดบันทึกค่าแล้ว ลดความถี่ที่อินเวอร์เตอร์ลง ปิดสวิตช์
5. นำมูลฝอยจำนวน 5 kg ใส่ลงใน hopper แล้วปิดฝา
6. เปิดสวิตช์ควบคุมอินเวอร์เตอร์ ปรับรอบความถี่ของอินเวอร์เตอร์ตามข้อ 2 (load)
7. จดบันทึกค่า แรงดัน กระแส เพาเวอร์แฟกเตอร์ และกำลังไฟฟ้า
8. ลดความถี่ที่อินเวอร์เตอร์ลง ปิดสวิตช์
9. เปลี่ยนชนิดของไบป้อนและทำซ้ำตั้งแต่ข้อ 2-8

ขั้นตอนที่ 4 ทำการทดสอบเผามูลฝอยที่ปริมาณอากาศส่วนเกินตามทฤษฎีต่าง ๆ

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนในการทดสอบเผามูลฝอย โดยมีรายละเอียดของการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 5.3 และมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. จัดเตรียมมูลฝอยที่ต้องการจะทำการเผา(ในการวิจัยครั้งนี้จะเลือกใช้อัตราการป้อน 25 kg/h โดยมูลฝอยที่จะป้อน คือใบไม้)
2. ชั่งน้ำหนักมูลฝอยตามอัตราการป้อน
3. ตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือวัดต่าง ๆ ให้พร้อมที่จะทำการทดสอบ ดังนี้
 - 3.1 เทอร์โมคัปเปิลทุกตำแหน่งพร้อม เปิดเครื่องอ่านอุณหภูมิ และเครื่องบันทึกข้อมูล
 - 3.2 เปิดเครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย (gas analyzer)
 - 3.3 ตรวจสอบமானอมิเตอร์สำหรับวัดความแตกต่างของระดับน้ำเพื่อวัดอัตราการไหลของแก๊สไอเสีย อัตราการไหลอากาศเข้าเตา และความดันสถิตในปล่องไอเสีย ให้พร้อมสำหรับอ่านค่า
 - 3.4 ตรวจสอบมอเตอร์และอินเวอร์เตอร์ให้พร้อมสำหรับใช้งาน

3.5 เปิดพัดลมเป่าอากาศ และปรับลิ้นทางดูดของพัดลม เพื่อให้ได้อัตราการไหลของอากาศตามที่ต้องการ โดยอ่านค่าความแตกต่างของระดับน้ำในมานอมิเตอร์ ที่ปริมาณอากาศส่วนเกินตามทฤษฎี 0% , 20% , 40% และ 60% เมื่อได้ปริมาณอากาศตามต้องการแล้วทำการปิดพัดลมเป่าอากาศ

ตารางที่ 5.3 แสดงรายละเอียดการทดสอบเผาผลาญไอน้ำมันในแต่ละครั้งที่อัตราการป้อน 25 kg/h

ครั้งที่	ลักษณะขอบใบป้อน	รอบทำงานของใบป้อน (rpm)	ปริมาณอากาศส่วนเกินตามทฤษฎี (%EA)	ปริมาณอากาศอากาศทางทฤษฎี (m ³ /min)
1	แบบใบเต็มดัดตรง	52.5	0	2.42
2	แบบใบเต็มดัดตรง	52.5	20	2.90
3	แบบใบเต็มดัดตรง	52.5	40	3.39
4	แบบใบเต็มดัดตรง	52.5	60	3.88
5	แบบใบเต็มดัดโค้ง	54	0	2.42
6	แบบใบเต็มดัดโค้ง	54	20	2.90
7	แบบใบเต็มดัดโค้ง	54	40	3.39
8	แบบใบเต็มดัดโค้ง	54	60	3.88
9	แบบใบซี่ดัดตรง	57	0	2.42
10	แบบใบซี่ดัดตรง	57	20	2.90
11	แบบใบซี่ดัดตรง	57	40	3.39
12	แบบใบซี่ดัดตรง	57	60	3.88
13	แบบใบซี่ดัดโค้ง	60	0	2.42
14	แบบใบซี่ดัดโค้ง	60	20	2.90
15	แบบใบซี่ดัดโค้ง	60	40	3.39
16	แบบใบซี่ดัดโค้ง	60	60	3.88

4. นำมูลฝอยที่เตรียมไว้ใส่ลงใน hopper จากนั้นปรับรอบของมอเตอร์โดยใช้อินเวอร์เตอร์ตามรอบที่ได้หาไว้แล้ว (ตารางที่ 5.2)

5. จุดไฟด้วยกระดาษชุบน้ำมันเล็กน้อยที่ช่องติดไฟ พร้อมเปิดพัดลมเป่าอากาศ

6. เริ่มจับเวลาการทดลอง เปิดเครื่องบันทึกข้อมูล จดบันทึกค่า

7. จดบันทึกข้อมูลทุกๆ 10 นาที โดยมีข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

7.1 อุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆของเตาเผามูลฝอย และปล่องไอเสีย (ทำโดยตั้งเวลาจุดบันทึกที่เครื่องบันทึกข้อมูล)

7.2 ค่าความแตกต่างของระดับน้ำในमानอมิเตอร์เพื่อวัดอัตราการไหลของ แก๊สไอเสียที่ออกจากปล่อง

7.3 ค่าความแตกต่างของระดับน้ำในमानอมิเตอร์เพื่อวัดความดันสถิตย์ในปล่องไอเสีย

8. จุดบันทึกเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบ ของแก๊สไอเสียที่อ่านได้จากเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของแก๊สไอเสีย (ยี่ห้อ Testo) คือ %O₂ , %CO₂ และ CO (ppm) (จุดทุกๆ10นาที)

9. หยุดป้อนมูลฝอยเมื่อครบ 2 ชั่วโมง และจุดบันทึกข้อมูลต่างๆ ในข้อ 7 และ8 หลังจากหยุดป้อนมูลฝอยแล้วเป็นเวลาต่อไปอีก 30 นาที

10. ปิดพัดลมเป่าอากาศ เครื่องบันทึกข้อมูล เครื่องวิเคราะห์แก๊ส และอินเวอร์เตอร์ ตามลำดับ

11. ทำความสะอาดเครื่องวิเคราะห์แก๊สไอเสีย

12. ทำการโกยขี้เถ้าที่เกิดขึ้นอยู่ในห้องเผาไหม้ที่หนึ่งและห้องเผาไหม้ที่สอง เมื่ออุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงจนเกือบเท่ากับบรรยากาศ แล้วชั่งน้ำหนักของขี้เถ้าที่เกิดขึ้น จุดบันทึกค่า