

บทที่ 6

ผลการทดลองและวิจารณ์

6.1 ผลการทดลองก่อนปรับปรุงเตา

น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดใหญ	2 kg
น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก	0.8 kg
น้ำหนักของหินหนัก	1 kg

$\dot{m}_{e,av}$ (kg/min)	$\dot{Q}_{e,av}$ (kJ/min)	$Q_{T,av}$ (kJ)	$E_{H,av}$ (%)	$E_{s,av}$ (%)	E_{av} (%)
0.874	163.7	10748.8	84.1	11.3	9.48

ตารางที่ 6-1 ผลการทดลองก่อนปรับปรุงเตา

6.2 ผลการทดลองหลังปรับปรุงเตา

6.2.1 ข้อมูลและผลการทดลองเมื่อมุมของกระบังลมเปิด 90° ตามการทดลองแบบที่ 1 หัวข้อ 4.3.2

	ลำดับ ที่	W ₁ (kg)	W ₂ (kg)	m' (kg)	t ₁ (min)	t ₂ (min)	อุณหภูมิของน้ำ ในหม้อ (°C)		E (%)	อุณหภูมิ เฉลี่ยของ น้ำในหม้อ เล็ก (°C)	W _{1,av} (kg)	W _{2,av} (kg)	m' _{av} (kg)																																																																																											
							ใหญ่	เล็ก																																																																																																
6.2.1.1 วางเชื้อเพลิง ตั้งข้อที่ 5.2.1	1	0.2425	-	0.5300	12	-	100	59.2	13.5	72.6	0.4488	-	0.7311																																																																																											
	2	0.6550	-	0.9321	12.30	-	100	86.0	13.2					6.2.1.2 วางเชื้อเพลิง ตั้งข้อที่ 5.2.2	3	0.4165	-	0.9300	10	-	100	85.8	10.1	87.6	0.4748	-	0.9570	4	0.5330	-	0.9840	10	-	100	89.4	11.1	6.2.1.3 วางเชื้อเพลิง ตั้งข้อที่ 5.2.1 แต่ไม่ยาว วางมาทางด้านหน้าเตา	5	0.7225	-	0.8910	10	-	100	98.0	15.0	78.1	0.5715	-	0.7648	6	0.4350	-	0.6864	10	-	100	70.0	13.7	7	0.5570	-	0.7170	11	-	100	66.4	15.5	6.2.1.4 วางเชื้อเพลิง ตั้งข้อที่ 5.2.1 ไม่ยาววาง มาทางด้านหน้าเตา เพิ่ม หินดักควัน	8	0.7470	0.113	0.9790	12	28	100	100	15.9	100	0.7748	0.1143	0.9569	9	0.7380	0.115	0.9471	9	26	100	100	16.0	10	0.8780	0.114	0.9705	12	40	100	100	17.4	11	0.736	0.115	0.9310
6.2.1.2 วางเชื้อเพลิง ตั้งข้อที่ 5.2.2	3	0.4165	-	0.9300	10	-	100	85.8	10.1	87.6	0.4748	-	0.9570																																																																																											
	4	0.5330	-	0.9840	10	-	100	89.4	11.1					6.2.1.3 วางเชื้อเพลิง ตั้งข้อที่ 5.2.1 แต่ไม่ยาว วางมาทางด้านหน้าเตา	5	0.7225	-	0.8910	10	-	100	98.0	15.0	78.1	0.5715	-	0.7648	6	0.4350	-	0.6864	10	-	100	70.0	13.7		7	0.5570	-	0.7170	11	-	100	66.4	15.5					6.2.1.4 วางเชื้อเพลิง ตั้งข้อที่ 5.2.1 ไม่ยาววาง มาทางด้านหน้าเตา เพิ่ม หินดักควัน	8	0.7470	0.113	0.9790	12	28	100	100	15.9	100	0.7748	0.1143	0.9569	9	0.7380	0.115	0.9471		9	26	100	100	16.0	10	0.8780	0.114	0.9705					12	40	100	100	17.4	11	0.736	0.115	0.9310	12	42	100	100	16.3								
6.2.1.3 วางเชื้อเพลิง ตั้งข้อที่ 5.2.1 แต่ไม่ยาว วางมาทางด้านหน้าเตา	5	0.7225	-	0.8910	10	-	100	98.0	15.0	78.1	0.5715	-	0.7648																																																																																											
	6	0.4350	-	0.6864	10	-	100	70.0	13.7																																																																																															
	7	0.5570	-	0.7170	11	-	100	66.4	15.5																																																																																															
6.2.1.4 วางเชื้อเพลิง ตั้งข้อที่ 5.2.1 ไม่ยาววาง มาทางด้านหน้าเตา เพิ่ม หินดักควัน	8	0.7470	0.113	0.9790	12	28	100	100	15.9	100	0.7748	0.1143	0.9569																																																																																											
	9	0.7380	0.115	0.9471	9	26	100	100	16.0																																																																																															
	10	0.8780	0.114	0.9705	12	40	100	100	17.4																																																																																															
	11	0.736	0.115	0.9310	12	42	100	100	16.3																																																																																															

ตารางที่ 6-2 แสดงข้อมูลและผลการทดลองหลังปรับปรุงเตา ที่มุมของกระบังลม 90° ทดลองตามแบบที่ 1

น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดใหญ่ 2 kg

น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 0.8 kg

น้ำหนักของไม้ 1 kg

6.2.2 ผลการทดลองหลังปรับปรุงเตา เมื่อมุมของกระบังลมเปิด 70° ตามการทดลองแบบที่ 2 หัวข้อ 4.3.2

น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดใหญ่	2	kg
น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก	0.8	kg
น้ำหนักของไม้หนัก	1	kg
มุมกระบังลม	70°	

$\dot{m}_{e,av}$ (kg/min)	$\dot{Q}_{e,av}$ (kJ/min)	$Q_{T,av}$ (kJ)	$E_{H,av}$ (%)	$E_{s,av}$ (%)	E_{av} (%)
0.266	106.7	4616.7	92.4	19.3	17.8

ตารางที่ 6-3 ผลการทดลองหลังปรับปรุงเตาที่มุมกระบังลม 70° ทดลองตามแบบที่ 2

6.3 ผลการทดลองปรับปรุงดินดักควัน

น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดใหญ่	2	kg
น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก	0.8	kg
น้ำหนักของไม้หนัก	1	kg
มุมกระบังลม	70°	

\dot{m}_{av} (kg/min)	$\dot{Q}_{e,av}$ (kJ/min)	$Q_{T,av}$ (kJ)	$E_{H,av}$ (%)	$E_{s,av}$ (%)	E (%)
0.286	102.3	4350.6	93.0	19.9	18.5

ตารางที่ 6-4 ผลการทดลองหลังจากปรับปรุงดินดักควันที่มุมกระบังลม 70°

6.4 วิจัยรณัผลการทดลองก่อนปรับปรุ้งเตา

จากรูปที่ 7-1

น้ำหนักของไม้ 0.6-1 kg

น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 0.8 kg

น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดใหญ่ 2-3 kg

ประสิทธิภาพการหุงต้มเฉลี่ย ระหว่าง 8.5-9.5 %

เพราะฉะนั้นจึงใช้

น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดใหญ่ 2 kg

น้ำหนักของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 0.8 kg

น้ำหนักของไม้ 1 kg

เพื่อสำหรับการทดลองหลังปรับปรุ้งเตา และปรับปรุ้งดินตักควัน

ข้อมูลการทดลอง เตาดูได้ที่ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-7 และผลการวิเคราะห์ดูได้ที่

ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1 และ ข-2

6.5 วิจัยรณัผลการทดลองหลังปรับปรุ้งเตา

6.5.1 ตามการทดลองแบบที่ 1 หัวข้อ 4.3.2 มุมกระบังลมเปิด 90°

6.5.1.1 เปรียบเทียบผลที่ได้จากการวางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.1 กับการวางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.2

การวางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.1

ผลดี

1. ประสิทธิภาพการหุงต้มสูงกว่า เพราะว่า การวางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.2 จะทำให้การสูญเสียความร้อนโดยการนำ การพา การแผ่รังสีความร้อนสูงกว่าการวางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.1

2. น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้น้อยกว่า แต่ประสิทธิภาพการหุงต้มสูงกว่า

3. ผลการทดลองข้อที่ 6.2.1.3 ในตารางที่ 6-2 น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.891, 0.6864 และ 0.717 kg น้ำหนักของน้ำที่กลายเป็นไอ 0.7225, 0.435 และ 0.557 kg

ตามลำดับ ส่วนการวางเชื้อเพลิงตั้งข้อ 5.2.2 ผลที่ได้จากการทดลองตั้งข้อที่ 6.2.1.2 ใน ตารางที่ 6-2 น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.93 kg 0.984 kg น้ำหนักของน้ำที่กลายเป็นไอ 0.4165 kg 0.533 kg ตามลำดับ จะสังเกตได้ว่า ถ้าน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้เท่ากันแล้ว การวางเชื้อเพลิงตั้งข้อที่ 5.2.1 ย่อมทำให้น้ำหนักของน้ำที่กลายเป็นไอมากกว่าการวางเชื้อเพลิงตั้งข้อที่ 5.2.2 อย่างแน่นอน

ผลเสีย

1. ใช้ระยะเวลาในการต้มน้ำให้เดือดมากกว่าการวางเชื้อเพลิงตั้งข้อที่ 5.2.2 ประมาณ 1 ถึง 2 min

2. อุณหภูมิของน้ำที่หม้อเล็กต่ำกว่าการวางเชื้อเพลิงตั้งข้อที่ 5.2.2 (เมื่อไม่มีหินตกควัน)

6.5.1.2 เปรียบเทียบผลการทดลองข้อที่ 6.2.1.1 กับข้อที่ 6.2.1.2 ในตารางที่ 6-2

ข้อที่ 6.2.1.1	ข้อที่ 6.2.1.2
1. วางเชื้อเพลิงตั้งข้อที่ 5.2.1	1. วางเชื้อเพลิงตั้งข้อที่ 5.2.2
2. อุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 59.2 ^o 86 ^o C ตามลำดับ	2. อุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 85.8 ^o 89.4 ^o C ตามลำดับ
3. น้ำหนักของน้ำที่กลายเป็นไอ 0.2425, 0.655 kg ตามลำดับ	3. น้ำหนักของน้ำที่กลายเป็นไอ 0.4165, 0.533 kg ตามลำดับ
4. น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.530, 0.9321 kg ตามลำดับ	4. น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.93, 0.984 kg ตามลำดับ
5. ประสิทธิภาพการหุงต้ม 13.5 % 13.2 % ตามลำดับ	5. ประสิทธิภาพการหุงต้ม 10.1 % 11.1 % ตามลำดับ
6. ต้มน้ำจนกระทั่งเดือดใช้เวลา 12, 12.30 min ตามลำดับ	6. ต้มน้ำจนกระทั่งเดือดใช้เวลา 10, 10 min ตามลำดับ

6.5.1.3 เปรียบเทียบผลการทดลองตั้งข้อที่ 6.2.1.1 กับข้อที่ 6.2.1.3 ในตารางที่ 6-2



ข้อที่ 6.2.1.1

1. วางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.1
2. อุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 59.2°, 86 °C ตามลำดับ
3. น้ำหนักของน้ำที่กลายเป็นไอ 0.2425, 0.655 kg ตามลำดับ
4. น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.530, 0.9321 kg ตามลำดับ
5. ประสิทธิภาพการหุงต้ม 13.5 % 13.2 % ตามลำดับ
6. ต้มน้ำจนกระทั่งเดือดใช้เวลา 12, 12.30 min ตามลำดับ

ข้อที่ 6.2.1.3

1. วางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.1 แต่ไม่ยาว วางเลื่อนมาทางข้างหน้าเตา
2. อุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 98; 70°, 66.4 °C ตามลำดับ
3. น้ำหนักของน้ำที่กลายเป็นไอ 0.7225, 0.435, 0.557 kg ตามลำดับ
4. น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.891, 0.6864, 0.717 kg ตามลำดับ
5. ประสิทธิภาพการหุงต้ม 15.0 % 13.7, 15.5 % ตามลำดับ
6. ต้มน้ำจนกระทั่งเดือดใช้เวลา 10, 10, 11 min ตามลำดับ

6.5.1.4 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างข้อที่ 6.2.1.3 กับข้อ 6.2.1.4

ในตารางที่ 6-2

ข้อที่ 6.2.1.3

1. วางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.1 แต่ไม่ยาว วางเลื่อนมาทางข้างหน้าเตา
2. อุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 98 ° 70 °, 66.4 °C ตามลำดับ
3. น้ำหนักของน้ำที่กลายเป็นไอ 0.7225, 0.435 และ 0.557 kg ตามลำดับ
4. น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.891, 0.6864 และ 0.717kg ตามลำดับ

ข้อที่ 6.2.1.4

1. วางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.1 แต่ไม่ยาว วางเลื่อนมาทางข้างหน้าเตา เพิ่มหิน ดักควัน
2. อุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 100 ° C ทุกครั้งที่ทำการทดลอง
3. น้ำหนักของน้ำกลายเป็นไอ 0.860, 0.853, 0.992 และ 0.851 kg ตามลำดับ
4. น้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.979, 0.9471 0.9705 และ 0.931 kg ตามลำดับ

ข้อที่ 6.2.1.3

5. ประสิทธิภาพการหุงต้ม 15.0 %

13.7 และ 15.5 % ตามลำดับ

6. ต้มน้ำจนกระทั่งเดือดใช้เวลา 10, 10

และ 11 min ตามลำดับ

ข้อที่ 6.2.1.4

5. ประสิทธิภาพการหุงต้ม 15.9 %

16.0 , 17.4 % และ 16.3 % ตาม

ลำดับ

6. ต้มน้ำจนกระทั่งเดือดใช้เวลา 12, 9, 12

และ 12 min ตามลำดับ

สรุป จากผลการทดลองที่ได้มา จะเห็นว่า

1. เมื่อไม่มีหินดักควันที่รูเตาเล็กด้านหลังเตา อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 78.1°C
2. เมื่อเพิ่มหินดักควันที่รูเตาเล็กด้านหลังเตา ทำให้อุณหภูมิของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 100°C ทุกครั้งที่ทำการทดลอง
3. การวางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.1 จะทำให้ประสิทธิภาพการหุงต้มสูงกว่าการวางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.2 เพราะว่าการสูญเสียความร้อนโดยการนำ การพา การแผ่รังสีน้อยลง
4. วางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.1 และไม่ย่าวางเลื่อนมาทางข้างหน้าเตา เพื่อหินดักควันที่เตาขนาดเล็กแล้ว ทำให้ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการหุงต้มสูงถึง 16.4 %
5. ระยะเวลาในการต้มน้ำให้เดือดในแต่ละวิธีต่างกันประมาณ 1 ถึง 2 นาที
6. วางเชื้อเพลิงดังข้อที่ 5.2.2 จะทำให้ประสิทธิภาพการหุงต้มเฉลี่ยต่ำที่สุด 10.6 % เนื่องจากการสูญเสียความร้อนโดยการนำ การพา การแผ่รังสี มากที่สุด
7. ทดลองตามหัวข้อที่ 6.2.1.4 ในตารางที่ 6-2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของน้ำกลายเป็นไอน้ำมากที่สุด 0.8891 kg ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเชื้อเพลิงที่ใช้ 0.9569 kg ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการหุงต้ม 16.4 %

6.5.2 ตามการทดลองแบบที่ 2 หัวข้อ 4.3.2 มุมกระบังลมเปลี่ยนตั้งแต่ 90° - 40°

6.5.2.1 สรุปลักษณะอภิปรายผลการทดลองหลังปรับปรุงเตา

หลังจากปรับปรุงเตาแล้วและเปลี่ยนมุมของกระบังลมตั้งแต่ 90° - 40° ผลที่ทดลองได้ปรากฏว่าที่มุมของกระบังลม 70° ประสิทธิภาพการหุงต้มเฉลี่ย 17.8 % ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด และประสิทธิภาพของเตาเฉลี่ย 19.3. % สูงกว่าประสิทธิภาพเตาเฉลี่ย 18.0 % ที่มุมกระบังลม 60° นั้นแสดงว่าที่มุมของกระบังลม 70° หม้อได้รับความร้อนมากกว่าที่มุมของกระบังลม 60° ซึ่งพิจารณาได้จากผลการทดลองเมื่อมุมของกระบังลม 70° ปริมาณน้ำกลายเป็นไอน้ำ ทั้งสองหม้อรวมกันเฉลี่ย 1.023 kg ส่วนที่มุมของกระบังลม 60° ปริมาณน้ำกลายเป็นไอน้ำ ทั้งสองหม้อรวมกันเฉลี่ย 0.932 kg สำหรับเมื่อมุมของกระบังลม 80° ประสิทธิภาพการหุงต้มเฉลี่ย 17.7 % ต่างจากเมื่อมุมของกระบังลม 70° เพียง 0.56 % เท่านั้น ฉะนั้นจึงพิจารณาไม่ได้ว่าค่าไหนจะสูงกว่า เพราะว่าเวลาทดลองจะมีค่าแห่งความผิดพลาดเกิดขึ้นเสมอ

6.5.2.2 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างก่อนปรับปรุงเตาและหลังปรับปรุงเตา

	ก่อนปรับปรุงเตา	หลังปรับปรุงเตา
น้ำหนักน้ำที่หม้อขนาดใหญ่	2 kg	2 kg
น้ำหนักน้ำที่หม้อขนาดเล็ก	0.8 kg	0.8 kg
น้ำหนักเชื้อเพลิง	1 kg	1 kg
มุมกระบังลม		70°

ก่อนปรับปรุงเตา

หลังปรับปรุงเตา

- | | |
|---|--|
| 1. ระยะเวลาเฉลี่ยในการต้มน้ำที่หม้อใหญ่ให้เดือด 35.3 min | 1. ระยะเวลาเฉลี่ยในการต้มน้ำที่หม้อใหญ่ให้เดือด 11.3 min |
| 2. น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำกลายเป็นไอน้ำ 0.260 kg | 2. น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำกลายเป็นไอน้ำ หม้อใหญ่ 0.864 kg
หม้อเล็ก 0.159 kg |
| 3. อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 62.5°C | 3. อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 100°C |

ก่อนปรับปรุง เต่า	หลังปรับปรุง เต่า
4. อุณหภูมิที่ผิวของ เต่าด้านหน้า เต่า 78.2 °C และอุณหภูมิที่ผิวของ เต่า ด้านหน้า เต่าตรงรอยต่อ 63.4 °C	4. อุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวของ เต่าด้านหน้า เต่า 49.9 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวของ เต่าด้าน หน้า เต่าตรงรอยต่อ 40.9 °C
5. อุณหภูมิเฉลี่ยที่กันหม้อขนาดเล็ก 59.9 °C	5. อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดที่กันหม้อขนาดเล็ก 122.2 °C
6. อุณหภูมิเฉลี่ยที่กันหม้อขนาดใหญ่สูงสุด 106.5 °C	6. อุณหภูมิเฉลี่ยที่กันหม้อขนาดใหญ่สูงสุด 117.9 °C
7. ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพภาชนะ 84.1 % ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเต่า 11.3 % ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการหุงต้ม 9.48 %	7. ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพภาชนะ 92.4 % ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเต่า 19.3 % ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการหุงต้ม 17.8 %

6.6 วิจัยผลการทดลอง เมื่อปรับปรุงดินตักควัน

6.6.1 เปรียบเทียบผลการทดลอง ระหว่างหลังปรับปรุง เต่า และปรับปรุงดินตักควันเมื่อมุมกระบังลมเปิด 70°

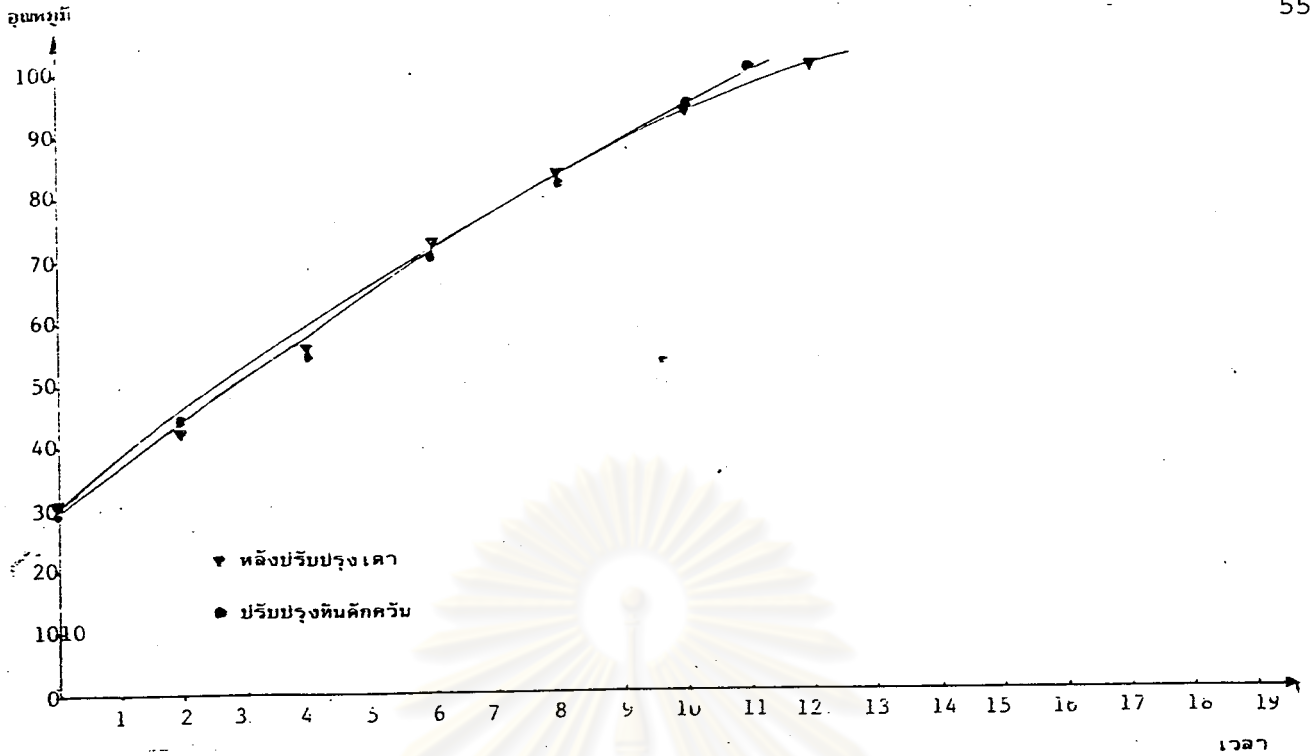
	หลังปรับปรุง เต่า	ปรับปรุงดินตักควัน
ระยะเวลาเฉลี่ยทดลองจนเสร็จ	43.5 min	42.3 min
ระยะเวลาเฉลี่ยสำหรับการต้มน้ำจนเดือด		
หม้อใหญ่	11.3 min	11.2 min
หม้อเล็ก	15.0 min	16.5 min
อุณหภูมิเฉลี่ยของควันเสีย	268.73 °C	245.28 °C
ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำกลายเป็นไอ		
หม้อใหญ่	0.864 kg	0.842 kg
หม้อเล็ก	0.159 kg	0.212 kg
ประสิทธิภาพการหุงต้มเฉลี่ย	17.8 %	18.5 %
ประสิทธิภาพภาชนะเฉลี่ย	92.4 %	93.0 %
ประสิทธิภาพเต่าเฉลี่ย	19.3 %	19.9 %
ค่าเฉลี่ยปริมาณความร้อนที่สูญเสียไป ที่ต่อควัน	4616.7 kJ	4350.6 kJ

	หลังปรับปรุง เต่า	ปรับปรุงหินดักควัน
ความหนาแน่นของควันเสียที่ท่อควันเฉลี่ย	0.652 kg/m ³	0.680 kg/m ³
ความเร็วของควันเสียที่ท่อควันเฉลี่ย	104.803 m/min	112.146 m/min
อัตราการไหลของความร้อนที่ท่อควันเฉลี่ย	106.7 kJ/min	102.3 kJ/min

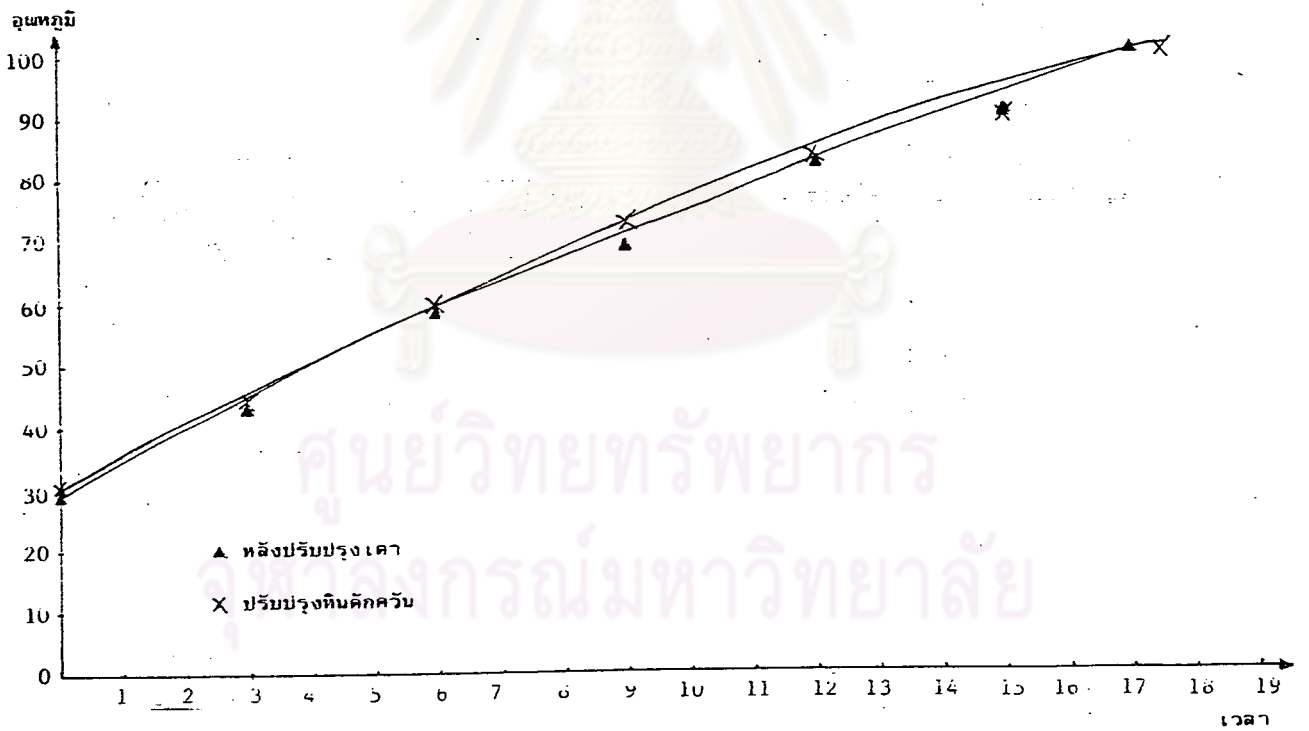
รูปที่ 6-1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำในหม้อไอน้ำกับเวลา เมื่อมุมของกระบังลม เปิด 70° สำหรับวันที่ 12 มีนาคม หลังปรับปรุงเต่าและ 28 มีนาคม ปรับปรุงหินดักควัน

รูปที่ 6-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำในหม้อเล็กกับเวลา เมื่อมุมของกระบังลมเปิด 70° สำหรับวันที่ 12 มีนาคม หลังปรับปรุงเต่าและ 28 มีนาคม ปรับปรุงหินดักควัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6-1 กราฟที่พล็อตระหว่างอุณหภูมิจึงของน้ำในหม้อใหญ่กับเวลา เมื่อมุมของกระเบื้องลม 70 ของวันที่ 12 มีนาคม หลังจากปรับปรุงเดา และ 28 มีนาคม ปรับปรุงดินคักควีน



รูปที่ 6-2 กราฟที่พล็อตระหว่างอุณหภูมิจึงของน้ำในหม้อเล็กกับเวลา เมื่อมุมของกระเบื้องลม 70 ของวันที่ 12 มีนาคม หลังจากปรับปรุงเดาและ 28 มีนาคม ปรับปรุงดินคักควีน

6.6.2 สรุปผลการทดลองระหว่างหลังปรับปรุงเตา และปรับปรุงหินตักควันเมื่อมุมกระบังลม 70 องศา

1. ภายหลังจากปรับปรุงหินตักควัน ปริมาณน้ำที่หม้อขนาดเล็กลายเป็นไอน้ำมากกว่า ก่อนปรับปรุงหินตักควัน นั้นแสดงว่าหลังจากปรับปรุงหินตักควัน แล้วหม้อขนาดเล็กได้รับปริมาณความร้อนมากกว่าก่อนปรับปรุงหินตักควัน สาเหตุเพราะว่าอัตราการไหลของอากาศผ่านกันหม้อขนาดเล็กรับปริมาณมากกว่า จากผลที่ทดลองได้

หม้อใหญ่ หลังจากปรับปรุงหินตักควัน ปริมาณน้ำกลายเป็นไอน้ำน้อยกว่า 0.022 kg
หรือ 2.6 %

หม้อเล็ก หลังจากปรับปรุงหินตักควัน ปริมาณน้ำกลายเป็นไอน้ำมากกว่า 0.053 kg
หรือ 33.3 %

2. ประสิทธิภาพการหุงต้มเฉลี่ยหลังจากปรับปรุงหินตักควันมีค่ามากกว่าหลังปรับปรุงเตา 3.93 %

3. ประสิทธิภาพภาชนะเฉลี่ย หลังจากปรับปรุงหินตักควันมีค่าใกล้เคียงกับหลังปรับปรุงเตา

4. ประสิทธิภาพเตาเฉลี่ย หลังจากปรับปรุงหินตักควัน มีค่ามากกว่าหลังปรับปรุงเตา 3.11 %

5. ค่าเฉลี่ยปริมาณความร้อนสูญเสียที่ท่อควัน หลังจากปรับปรุงหินตักควันมีค่าน้อยกว่า หลังปรับปรุงเตา 266.1 kJ

6. หลังจากปรับปรุงหินตักควัน $Q_{e,av}$ ที่ท่อควันมีค่าน้อยกว่าหลังปรับปรุงเตา (เปรียบเทียบจากกราฟที่ 6-6 และ 6-7) เท่ากับ 4.4 kJ/min

7. หลังปรับปรุงเตา

$V_{e,av}$ ที่ท่อควัน

104.803 m/min
(ดูจากรูปที่ 6-6)

ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผนังเตาและกะทะกันตัดและจำพวก

unburnt volatile ที่ท่อควันมีค่าเฉลี่ย

9659.3 kJ

ปริมาณความร้อนที่ให้แก่มื้อ

3405.1 kJ

ปรับปรุงหินตักควัน

$V_{e,av}$ ที่ท่อควัน

112.146 m/min
(ดูจากรูปที่ 6-7)

ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผนัง เต่าและกะทะกันตัด

และค่าพวกร unburnt volatile ที่ท่อควันมีค่าเฉลี่ย 9508.7 kJ

ปริมาณความร้อนที่ให้แก่มื้อ 3439.4 KJ

จากผลที่ทดลองได้จะเห็นว่า หลังจากปรับปรุงหินตักควัน แม้ว่าจะความเร็วเฉลี่ยของควัน
เฉลี่ย 112.146 m/min มากกว่าหลังปรับปรุงเต่า 7.343 m/min แต่ค่าเฉลี่ยปริมาณความ
ร้อนสูญเสียที่ผนัง เต่าและกะทะกันตัด และค่าพวกร unburnt volatile ที่ท่อควันมีค่าน้อย
150.6 kJ และปริมาณความร้อนที่หมีอได้รับมีค่ามากกว่า 34.3 kJ

8. น้ำที่หมีอขนาดใหญ่ได้รับความร้อน ในลักษณะการแผ่รังสีความร้อนการพาความร้อน
และการนำความร้อน ส่วนน้ำที่หมีอขนาดเล็กได้รับความร้อนในลักษณะการพาความร้อน และ
การนำความร้อน จากผลที่ทดลองได้น้ำที่หมีอใหญ่เดือดเร็วกว่าน้ำที่หมีอเล็ก (ดูจากกราฟที่ 7-4
และ 7-5) นั้น แสดงว่าน้ำที่หมีอใหญ่ได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนมากที่สุด

6.6.3 เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างก่อนปรับปรุง เต่าและปรับปรุงหินตักควันที่มุมกระบัง
ลม 70°

	ก่อนปรับปรุงเต่า	ปรับปรุงหินตักควัน
น้ำหนักของน้ำที่หมีอขนาดใหญ่	2 kg	2 kg
น้ำหนักของน้ำที่หมีอขนาดเล็ก	0.8 kg	0.8 kg
น้ำหนักของเชื้อเพลิง	1 kg	1 kg
มุมของกระบังลม		70°

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก่อนปรับปรุงเตา

ปรับปรุงดินตักควัน

- | | |
|--|---|
| 1. ระยะเวลาเฉลี่ยในการต้มน้ำที่หม้อใหญ่ให้เดือด 35.3 min | 1. ระยะเวลาเฉลี่ยในการต้มน้ำที่หม้อใหญ่ให้เดือด 11.2 min
ระยะเวลาเฉลี่ยในการต้มน้ำที่หม้อเล็กให้เดือด 16.5 min |
| 2. น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำกลายเป็นไอที่หม้อใหญ่ 0.260 kg | 2. น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำที่กลายเป็นไอที่หม้อใหญ่ 0.842 kg
หม้อเล็ก 0.212 kg |
| 3. อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 62.5 °C | 3. อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่หม้อขนาดเล็ก 100 °C |
| 4. อุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวของเตาด้านหน้าเตา 78.2 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวของเตาด้านหน้าเตาตรงรอบต่อ 63.4 °C | 4. อุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวเตาด้านหน้าเตา 53.7 °C และอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวของเตาด้านหน้าเตาตรงรอบต่อ 44.5 °C |
| 5. อุณหภูมิเฉลี่ยที่กันหม้อขนาดเล็ก 59.9 °C | 5. อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดที่กันหม้อขนาดเล็ก 119.2 °C |
| 6. อุณหภูมิเฉลี่ยที่กันหม้อขนาดใหญ่สูงสุด 106.5 °C | 6. อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดที่กันหม้อขนาดใหญ่ 112.3 °C |
| 7. ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพภาชนะ 84.1 %
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเตา 11.3 %
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการหุงต้ม 9.48 % | 7. ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพภาชนะ 93.0 %
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเตา 19.9 %
ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการหุงต้ม 18.5 % |
| 8. ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผิวเตาเฉลี่ย 1489.8 kJ
Heat Flow Rate ที่ท่อควันเฉลี่ย 163.7 kJ/min
ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ท่อควันเฉลี่ย 10748.8 kJ
ความเร็วของควันเฉลี่ย 143.174 m/min | 8. ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผิวเตาและกะทะกันต้มน้ำเฉลี่ย 9508.7 kJ
Heat Flow Rate ที่ท่อควันเฉลี่ย 102.3 kJ/min
ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ท่อควันเฉลี่ย 4350.6 kJ
ความเร็วของควันเฉลี่ย 112.146 m/min |

ก่อนปรับปรุงเตา

หลังจากปรับปรุงหินตักควัน

Mass flowrate เฉลี่ยของควันเสีย

Mass flowrate เฉลี่ยของควันเสีย

0.874 kg/min

0.286 kg/min

สรุปผลการทดลอง

1. พิจารณาความร้อนที่หม้อได้รับ

จะเห็นว่าก่อนปรับปรุงเตา Heat Flowrate ที่ท่อควันสูงกว่า ปรับปรุงหินตักควัน 61.4 kJ/min น้ำที่หม้อใหญ่และหม้อเล็กสมควรจะได้รับความร้อนมากกว่า และประสิทธิภาพการหุงต้มสมควรจะสูงกว่าหลังจากปรับปรุงหินตักควัน แต่จากผลที่ทดลองได้ต่ำกว่า 47.6 % เพราะว่า Mass flowrate เฉลี่ยของควันเสียก่อนปรับปรุงเตามีค่ามากกว่ามาก ทำให้ค่าเฉลี่ยปริมาณความร้อนสูญเสียที่ท่อควันสูงกว่ามาก ทำให้หม้อได้รับความร้อนน้อยกว่ามาก จากผลการคำนวณ

ก่อนปรับปรุงเตา

ความร้อนที่หม้อได้รับเฉลี่ย

1553.3 kJ

ปรับปรุงหินตักควัน

ความร้อนที่หม้อได้รับเฉลี่ย

3439.4 kJ

2. พิจารณาที่ผิวเตา

ก่อนปรับปรุงเตา

ปรับปรุงหินตักควัน

อุณหภูมิที่ผิวเตาด้านหน้าเตา

78.2

53.7

อุณหภูมิที่ผิวเตาด้านหน้าเตาตรงรอยต่อ

63.4

44.5

— อุณหภูมิที่ผิวเตาก่อนปรับปรุงเตาสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิวเตาหลังปรับปรุงหินตักควัน นั้นแสดงว่าปริมาณความร้อนที่สูญเสียที่ผิวเตามากกว่า แต่เนื่องจากปรับปรุงหินตักควันแล้ว ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผิวเตาและกะทะกันตัดเฉลี่ย 9508.7 kJ ซึ่งสูงกว่าก่อนปรับปรุงเตา นั้นแสดงว่าปริมาณความร้อนสูญเสียที่กะทะกันตัดมาก

3. พิจารณาที่ผิวหม้อ

ก่อนปรับปรุง เตา	
ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผิวหม้อ	247.0 kJ
ปรับปรุงหินตัดควัน	
ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผิวหม้อ	240.8 kJ

จากผลข้างต้นจะเห็นว่า หลังจากปรับปรุงหินตัดควันปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผิวหม้อต่ำกว่า 6.8 kJ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.7 Energy Balance Diagram

6.7.1 Energy Balance Diagram ก่อนปรับปรุงเตา

ปริมาณความร้อน ที่เชื้อเพลิงจะให้ได้	ปริมาณความร้อน ที่เกิดจากการเผา ไหม้	ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผนังเตา และค่าพวก unburnt volatile ที่ออกวัน 1489.8 kJ = 9.6 %
15584 kJ = 100 %	13791.9 kJ = 88.5 %	ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผิวหม้อ 247.0 kJ = 1.6 %
		✓ ปริมาณความร้อนที่ใช้ เป็นประโยชน์ 1306.3 kJ = 8.4%
		ปริมาณความร้อนที่ทำให้หม้อกลายเป็นไอ 719.7 kJ = 4.6 %
		ปริมาณความร้อนที่ทำให้หน้าเตอด 586.6 kJ = 3.8 %
		✓ ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ออกวัน 10748.8 kJ = 68.9 %
ซีเต้าและเคื่องถ่าย		

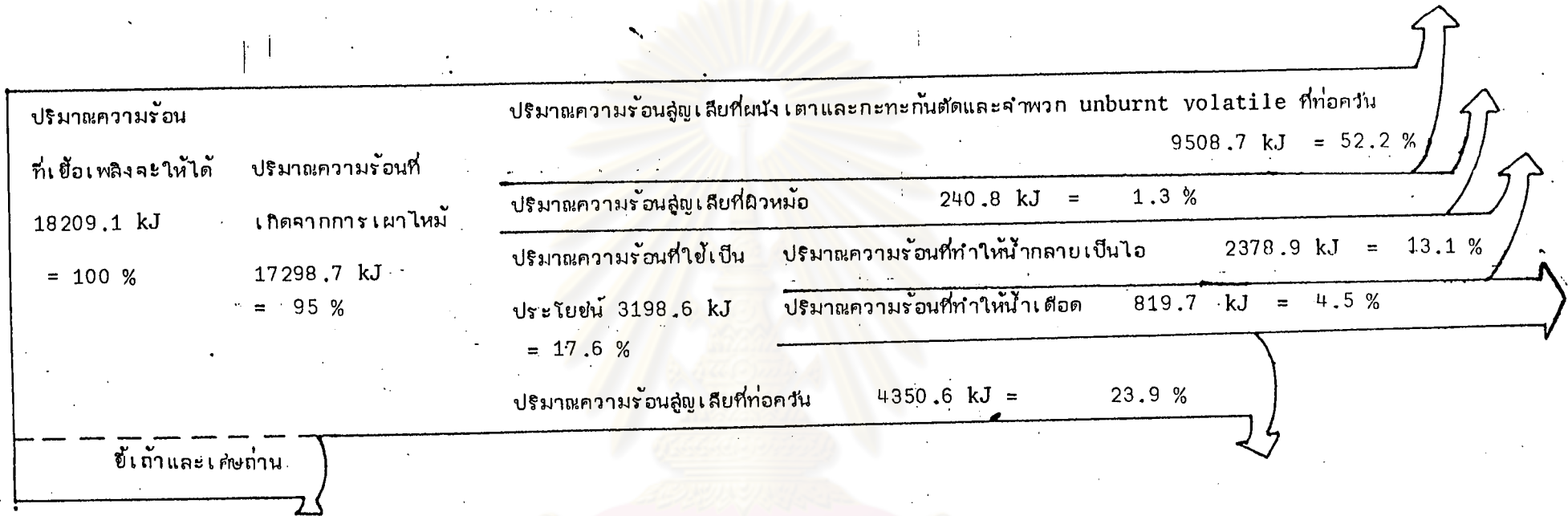
รูปที่ 6-3 Energy Balance Diagram ก่อนปรับปรุงเตา

6.7.2 Energy Balance Diagram หลังปรับปรุงเตา

ปริมาณความร้อน ที่เชื้อเพลิงจะให้ได้	ปริมาณความร้อน ที่เกิดจากการเผา ไหม้	ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผนังเตาและกะทะกันตัดและค่าพวก unburnt volatile ที่ออกวัน 9659.3 kJ = 53.0 %
18209.1 kJ	17681.1 kJ = 97.1 %	ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ผิวหม้อ 258.8 kJ = 1.4 %
		ปริมาณความร้อนที่ใช้ เป็นประโยชน์ 3146.3 kJ = 17.3%
		ปริมาณความร้อนที่ทำให้หม้อกลายเป็นไอ 2309.0 kJ = 12.7 %
		ปริมาณความร้อนที่ทำให้หน้าเตอด 837.3 kJ = 4.6 %
		✓ ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ออกวัน 4616.7 kJ = 25.4 %
ซีเต้าและเคื่องถ่าย		

รูปที่ 6-4 Energy Balance Diagram หลังปรับปรุงเตา

6.7.3 Energy Balance Diagram ปรับปรุงหินตักควัน



รูปที่ 6-5 Energy Balance Diagram เมื่อปรับปรุงหินตักควัน

หมายเหตุ จาก Energy Balance Diagram ก่อนปรับปรุงเตาและ Enirgy Balance Diagram หลังปรับปรุงเตา และปรับปรุงหินตักควัน ปริมาณความร้อนสูญเสียที่ท่อควันแตกต่างกันมาก สาเหตุเพราะ

1. ไข้ไม้คนละชนิด
2. ความผิดพลาดจากการวัดความดันด้วย Manometer

6.8 พิจารณากราฟของควีนเสียบที่ท่อนควีน

6.8.1 จากรูปที่ 6-6

กราฟ T ที่มุมของกระบังลม 50° อุณหภูมิของควีนเสียบจะมีค่าสูงที่สุด และความหนาแน่นของควีนเสียบจะมีค่าน้อยที่สุด

กราฟ θ และ T ที่มุมของกระบังลม 90° ; θ จะมีค่ามากที่สุด และ T จะมีค่าน้อยที่สุด

กราฟ D ที่มุมของกระบังลม 90° , D จะมีค่ามากที่สุด

กราฟ v ที่มุมของกระบังลม 60° , v จะมีค่ามากที่สุด

พิจารณากราฟ T เริ่มที่มุมของกระบังลม 90° , ค่า T จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนมีค่ามากที่สุดที่มุมของกระบังลม 50° จากนั้นค่า T จะลดลง

พิจารณากราฟ Q เริ่มที่มุมของกระบังลม 90° ค่า Q จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และจะมีค่ามากที่สุดที่มุมของกระบังลม 60° จากนั้นค่า Q จะลดลงตลอดเวลา

พิจารณากราฟ θ เริ่มที่มุมของกระบังลม 90° ค่า θ จะมีค่ามากที่สุด ที่มุมของกระบังลม 90° หลังจากนั้นค่า θ จะลด ๆ ขึ้น ๆ จนกระทั่งที่มุมของกระบังลม 50° θ จะลดลงตลอดเวลา

พิจารณากราฟ v เริ่มที่มุมของกระบังลม 90° ค่า v จะลด ๆ ขึ้น ๆ จนกระทั่งที่มุมของกระบังลม 60° ค่า v จะมากที่สุด หลังจากนั้นค่า v จะลดลงตลอดเวลา

6.8.2 จากรูปที่ 6-7

กราฟ T ที่มุมของกระบังลม 80° อุณหภูมิของควีนเสียบจะมีค่าสูงที่สุด และความหนาแน่นของควีนเสียบจะมีค่าน้อยที่สุด

พิจารณากราฟ T เริ่มที่มุมของกระบังลม 80° , T จะมีค่าสูงที่สุด จากนั้นจะลดจนถึงมุมของกระบังลม 60° จึงเริ่มเพิ่ม และจะเริ่มลดอีกที่มุมของกระบังลม 50°

พิจารณากราฟ Q เริ่มที่มุมของกระบังลม 80° , Q มีค่ามากที่สุดหลังจากนั้นจะลดลงตลอดเวลา

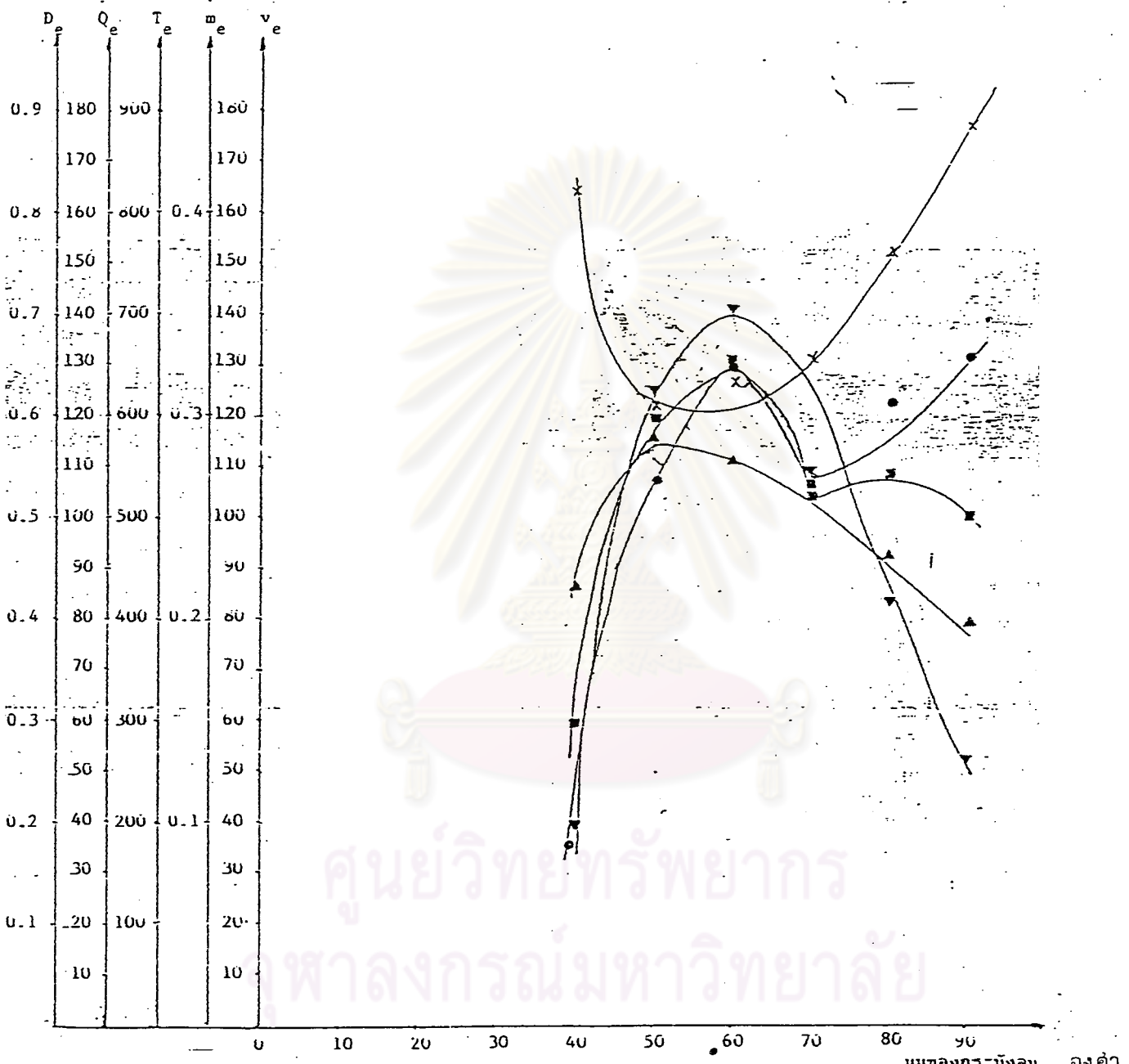
พิจารณากราฟ m เริ่มที่มุมของกระบังลม 80° , m มีค่ามากที่สุดหลังจากนั้น
จะลดลงตลอดเวลา

พิจารณากราฟ D เริ่มที่มุมของกระบังลม 80° , D จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และ
จะมีค่าสูงที่สุดที่มุมของกระบังลม 60° หลังจากนั้นค่า D ค่อนข้างสม่ำเสมอ

พิจารณากราฟ V เริ่มที่มุมของกระบังลม 80° , V จะมีค่ามากที่สุดและจะลด
ลงจนถึงมุมของกระบังลม 50° ค่า V ค่อนข้างสม่ำเสมอ

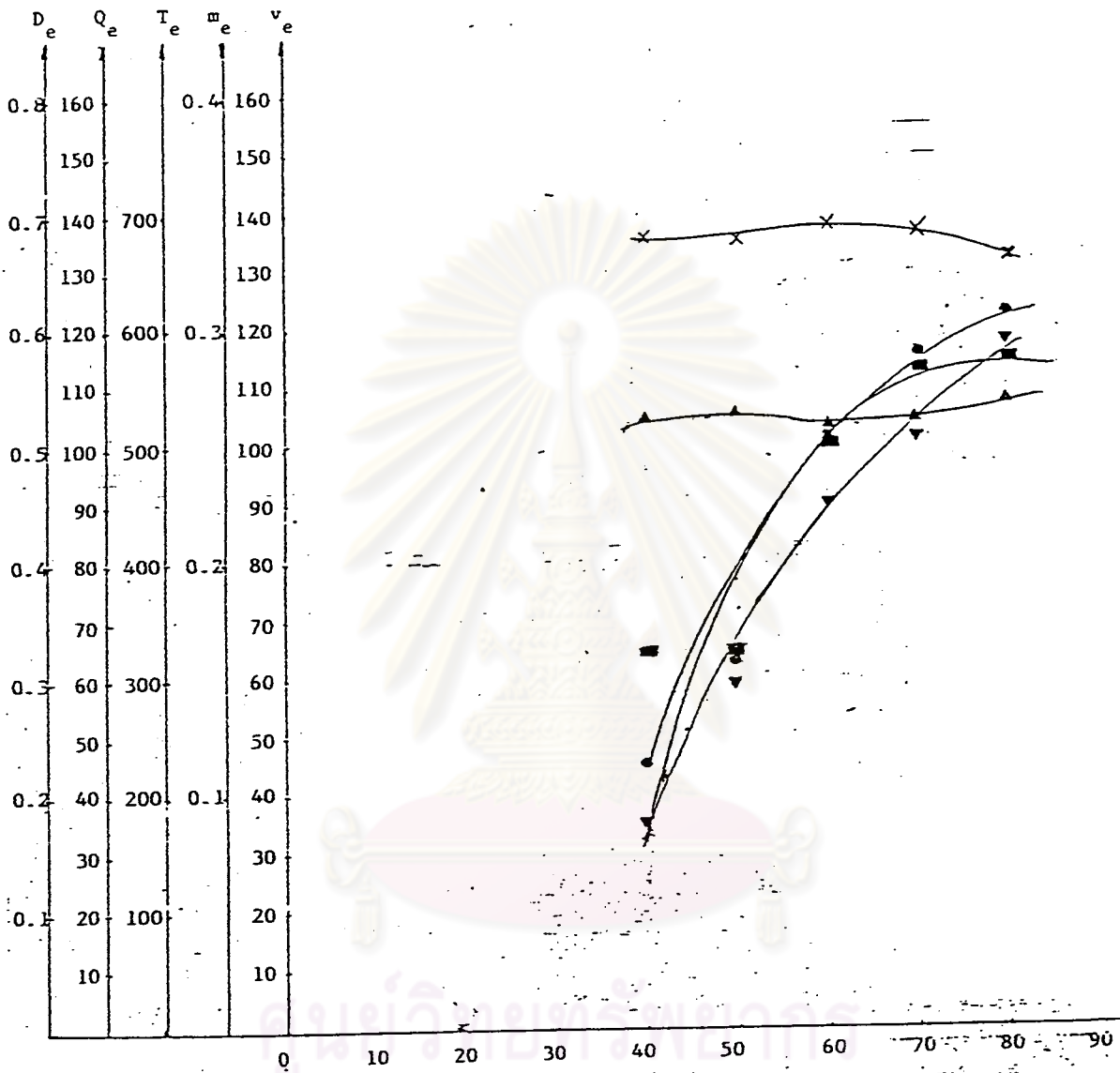


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6-6 ผลอัตราระหว่างค่าเฉลี่ยของ Mass Flowrate, Heat Flowrate, Temperature, Density และ Velocity ของควินเคิลกับมุมของกระบั้งลมหลังปรับรูปร่าง

- x D_e (Density) kg/m³
- v Q_e (Heat Flowrate) kJ/min
- ▲ T_e (Temperature) °K
- m_e (Mass Flowrate) kg/min
- v_e (Velocity) m/min



รูปที่ 6-7 กราฟที่พล็อตระหว่างค่าเฉลี่ยของ Mass Flowrate, Heat Flowrate, Temperature Density และ Velocity ของหินเฉลี่ยกับขนาดหินเมื่อป้อนบุงหินคัลควินแล้ว

- x D_e (Density) kg/m³
- v Q_e (heat flowrate) kJ/min
- ▲ T_e (temperature) K
- m_e (mass flowrate) kg/min
- v_e (Velocity) m/min