

บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1 ผลของการหาคุณสมบัติทางกายภาพ

หินน้ำมันที่ใช้ได้มาจากเหมืองแม่ต๊อบ อำเภอจาง จังหวัดลำปาง มีลักษณะเป็นแผ่นหนา ขนาดใหญ่ มีสีเทา ก่อนนำมาใช้ในการทดลองต้องนำมาบดและร่อนเพื่อแยกขนาดตามที่ต้องการ แล้วจึงนำมาใช้ทดลอง ผลการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพของหินน้ำมันที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของหินน้ำมันจากเหมืองแม่ต๊อบ

รายละเอียด	ร้อยละ (%)
คาร์บอน (C)	10.57
ไฮโดรเจน (H)	0.70
ไนโตรเจน (N)	0.45
กำมะถัน (S)	0.90
ความชื้น (Moisture)	2.35
เถ้า (Ash)	76.71
ค่าความร้อน (Heating Value) แคลอรี/กรัม	885.65-1064.65

หมายเหตุ

การวิเคราะห์ C, H, N ใช้เครื่องมือ elemental analyzer
การวิเคราะห์ S ใช้เครื่องมือ x-ray fluorescence spectrometer
โดยศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของหินน้ำมันที่ใช้ในการทดลองกับหินน้ำมันจากแหล่ง
แม่ล่อตามตารางที่ 2.11 พบว่าค่าความร้อนของหินน้ำมันที่ใช้อยู่ในระดับปานกลาง
และมีปริมาณแก๊สอยู่ในระดับใกล้เคียงกันมากคือ อยู่ในช่วง 70-80%

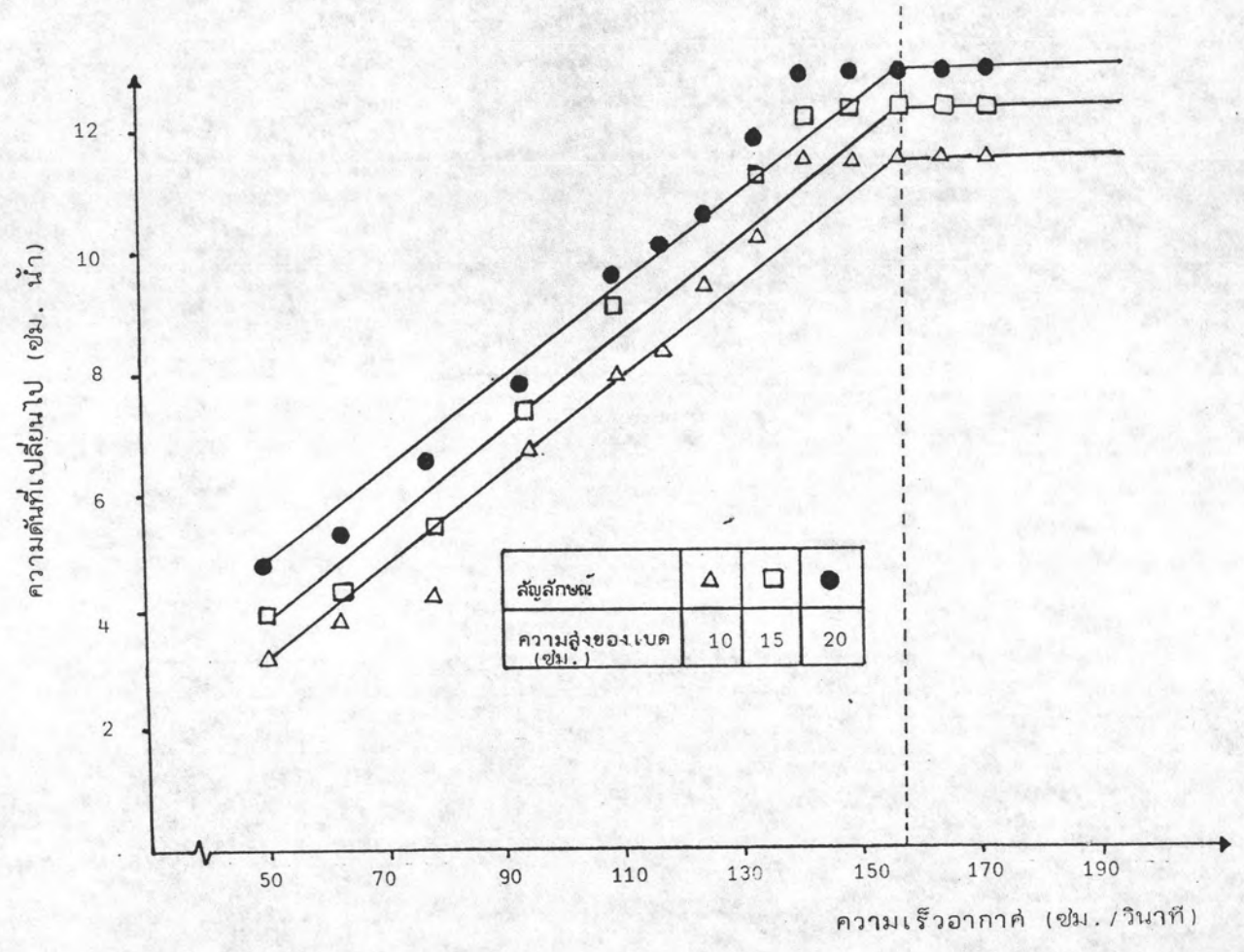
5.2 การหาค่าความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิดไฮดรอน

ได้ทำการทดลองให้อากาศไหลผ่านเบดที่ความสูงต่าง ๆ ด้วยอัตราเร็วของอากาศ
ต่าง ๆ กันแล้ววัดความดันที่เปลี่ยนไปได้ผลดังแสดงในภาคผนวกที่ 4 นำผลการทดลองไป
เขียนกราฟเพื่อหาความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิดไฮดรอนดังรูปที่ 5.1, 5.2 และ 5.3
จากกราฟพบว่าเมื่อความสูงของเบดต่าง ๆ กัน ค่าความเร็วต่ำสุดในการทำให้เกิดฟลูอิดไฮดรอน
ใกล้เคียงกันคือ ตัวอย่างกราฟที่ 5.1 แสดงการหาค่าความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิดไฮดรอนของ
หินน้ำมันขนาด 1-3 มม. ขนาดเฉลี่ย 1.61 มม. ที่ความเร็วอากาศต่าง ๆ กัน และที่ความสูงเบด
10, 15, และ 20 ซม. (ตารางที่ ง.1 ภาคผนวกที่ ง) พบว่าที่ความสูงเบดต่าง ๆ กันมีค่า
ความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิดไฮดรอนเฉลี่ยประมาณ 157.19 ซม./วินาที กราฟที่ 5.2 และ 5.3
ก็ทำนองเดียวกันกับกราฟที่ 5.1 ผลที่ได้รับคือ หินน้ำมันขนาด 1-2 มม. ขนาดเฉลี่ย 1.82 มม.
มีค่าความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิดไฮดรอนเฉลี่ยประมาณ 235.90 ซม./วินาที และหินน้ำมันขนาด
เล็กกว่า 1 มม. ขนาดเฉลี่ย 455 ไมโครเมตร มีค่าความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิดไฮดรอนเฉลี่ย
ประมาณ 110.03 ซม./วินาที

5.3 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันอย่างต่อเนื่องในฟลูอิดไฮดรอน

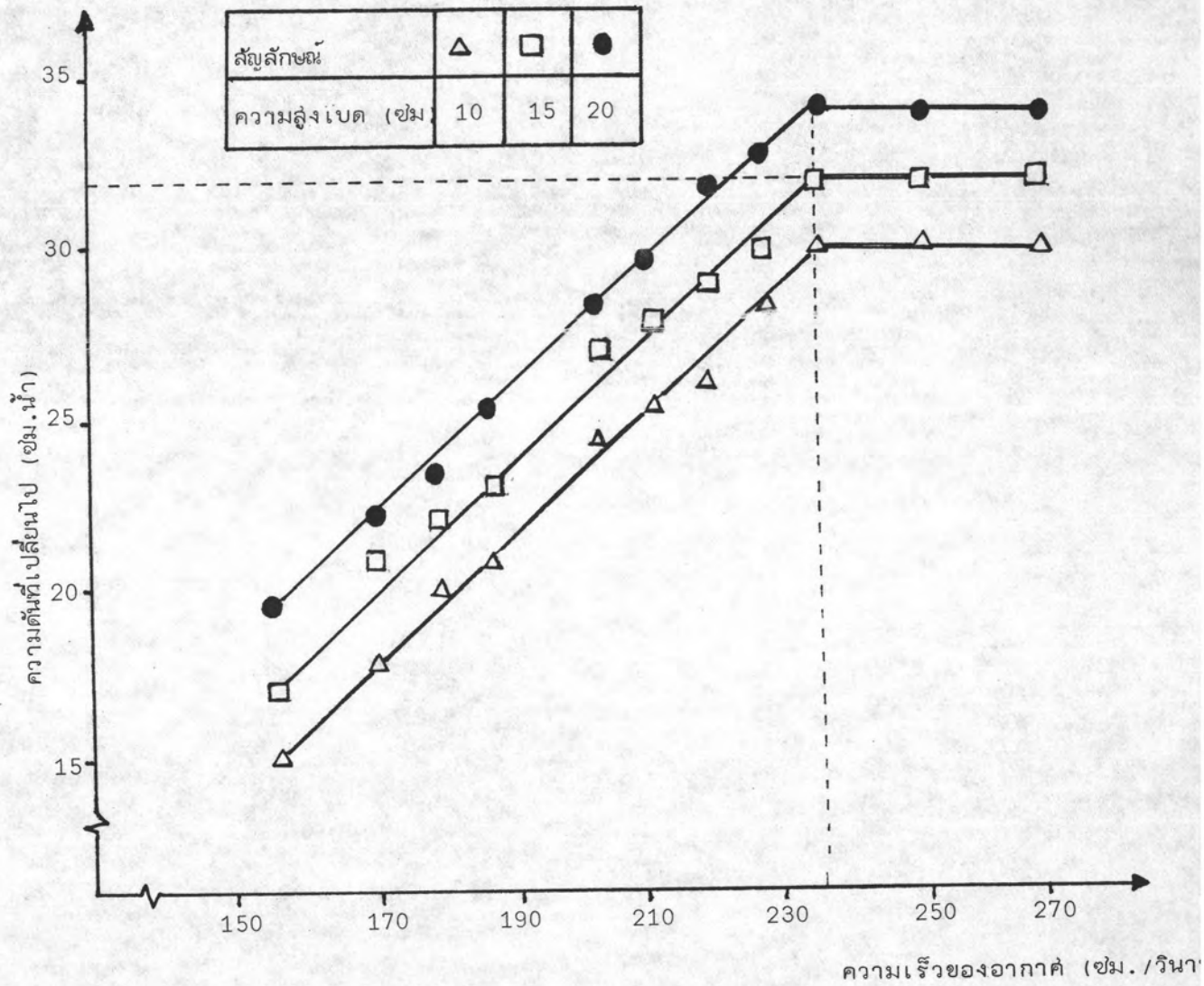
การเผาไหม้หินน้ำมันขนาดต่าง ๆ ในสภาวะต่าง ๆ กันที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4.2,
4.3 และ 4.4 นั้น ได้แสดงผลการทดลองไว้ในตารางที่ 5.2 ถึง 5.16 คือ

5.3.1 ตารางที่ 5.2 ถึง 5.6 เป็นตารางแสดงผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด
1-3 มม. ที่อุณหภูมิ 600 ถึง 800 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วอากาศ 235.7, 314.5
และ 393.2 ซม./วินาที ตามลำดับ ในตารางนี้แสดงถึงอัตราการป้อนหินน้ำมัน อัตราส่วน
ร้อยละของก๊าซที่ออกจากคอลัมน์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ ร้อยละ
ของปริมาณอากาศที่มากเกินพอ และอัตราส่วนร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้ ในการทดลอง
นี้พบว่า การเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-3 มม. ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ความเร็ว
อากาศ 393.2 ซม./วินาที ด้วยอัตราการป้อนหินน้ำมัน 10.88 กิโลกรัม/ชั่วโมง ให้
ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงสุดร้อยละ 95.0



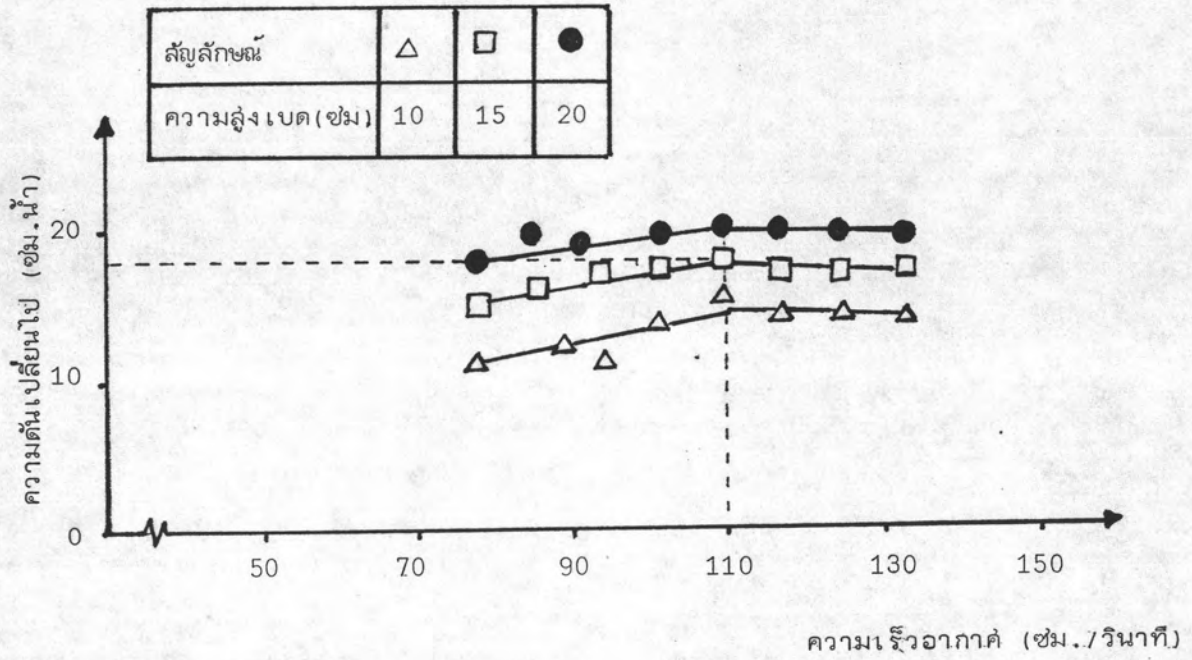
รูปที่ 5.1 แสดงการหาความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิดเซชันของหินน้ำมันขนาด 1-3 มม.

(ขนาดอนุภาคเฉลี่ย = 1.61 มม.)



รูปที่ 5.2 การหาความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิดไอเซชันของหินน้ำมันขนาด 1-2 มม.

(ขนาดอนุภาคเฉลี่ย = 1.82 มม.)



รูปที่ 5.3 แสดงการหาความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิดไฮดรอลิกของหินน้ำมันขนาดเล็กลงกว่า 1 มม.

(ขนาดอนุภาคเฉลี่ย = 455 ไมโครเมตร)

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-3 มม. ที่อุณหภูมิ 600 °ซ

การทดลองที่	1	2
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	235.7	314.5
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.5	2.0
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	69.5	157.8
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	178.45	147.77
ก๊าซที่ออกจากคอลัมน์		
CO ₂ , %	3.0	5.4
O ₂ , %	14.2	13.3
CO, %	0.0	0.3
N ₂ , %	82.8	81.0
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	73.45	64.24

หมายเหตุ : ที่ความเร็ว 393.2 ซม./วินาที ไม่สามารถทำการเผาไหม้ได้ เนื่องจากความร้อนภายในเบตถูกนำไปโดยอากาศ ทำให้อุณหภูมิภายในเบตลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การลุกไหม้จึงดับ

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-3 มม. ที่อุณหภูมิ 650 °ซ

การทดลอง	1	2
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	235.7	314.5
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.5	2.0
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	79.2	87.8
ปริมาณอากาศมากเกินพอ	86.17	65.94
ก๊าซที่ออกจากคอสัมน์		
CO ₂ , %	6.3	4.7
O ₂ , %	10.4	9.2
CO, %	0.1	0.1
N ₂ , %	83.2	86.0
ประสิทธิภาพการเผาไหม้	89.95	76.75

หมายเหตุ : ที่ความเร็ว 393.2 ซม./วินาที ไม่สามารถทำการเผาไหม้ได้ เนื่องจากความร้อนภายในเบตถูกพาไปโดยอากาศ ทำให้อุณหภูมิภายในเบตลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การลุกไหม้จึงดับ

ตารางที่ 5.4 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-3 มม. ที่อุณหภูมิ 700 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	235.7	314.5	393.2
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.5	2.0	2.5
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	163.5	181.8	268.6
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	105.69	159.13	82.46
ก๊าซที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	5.6	3.3	6.5
O ₂ , %	11.6	13.8	10.6
CO, %	0.4	0.3	0.2
N ₂ , %	82.4	82.6	82.7
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	47.73	64.73	73.91

ตารางที่ 5.5 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-3 มม. ที่อุณหภูมิ 750 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	235.7	314.5	393.2
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.5	2.0	2.5
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	146.2	158.9	184.4
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	82.07	137.97	140.11
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	7.4	5.8	4.6
O ₂ , %	13.1	13.1	1.0
CO, %	1.0	1.0	0.5
N ₂ , %	81.8	80.9	81.9
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	90.77	90.77	95.0

ตารางที่ 5.6 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-3 มม. ที่อุณหภูมิ 800 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	235.7	314.5	393.2
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.5	2.0	2.5
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	173.9	178.9	258.7
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	91.91	197.50	140.13
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	7.1	5.1	6.2
O ₂ , %	10.6	14.5	13.0
CO, %	0.1	0.6	0.4
N ₂ , %	82.2	79.8	80.4
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	51.86	81.23	86.45

5.3.2 ตารางที่ 5.7 ถึง 5.11 เป็นตารางแสดงผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-2 มม. ที่อุณหภูมิ 600 ถึง 800 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วอากาศ 284,331.33 และ 378.67 ซม./วินาที ตามลำดับ ในตารางนี้ได้แสดงผลเช่นเดียวกันกับตารางที่ 5.2 ถึง 5.6 ในการทดลองนี้พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-2 มม. ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ความเร็วอากาศ 378.67 ซม./วินาที ด้วยอัตราการป้อนหินน้ำมัน 10.22 กิโลกรัม/ชั่วโมง ให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงสุดร้อยละ 91.13

5.3.3 ตารางที่ 5.12 ถึง 5.16 เป็นตารางแสดงผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม. ที่อุณหภูมิ 600 ถึง 800 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วอากาศ 132, 154 และ 176 ซม./วินาทีตามลำดับ ในตารางนี้ก็แสดงผลเช่นเดียวกันกับตารางที่ 5.2 ถึง 5.11 ซึ่งในการทดลองนี้พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการเผาไหม้หินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม. ที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ความเร็วอากาศ 176 ซม./วินาที ด้วยอัตราการป้อนหินน้ำมัน 13.80 กิโลกรัม/ชั่วโมง ให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูงสุดร้อยละ 96.73

เมื่อได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5.2 ถึง 5.16 แล้ว นำค่าต่าง ๆ มาเขียนกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนหินน้ำมันและความเร็วอากาศ อัตราส่วนร้อยละ ประสิทธิภาพการเผาไหม้และความเร็วอากาศ ร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอและความเร็วอากาศ, อัตราส่วนร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้และร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอ ซึ่งจะแสดงในกราฟรูปที่ 5.4 ถึง 5.14

(34)
การหาค่าประสิทธิภาพของการเผาไหม้หินน้ำมัน หาได้โดย (ดังแสดงในภาคผนวกที่ จ)

$$n = (100) \left(1 - \frac{Q_{1c} + Q_{1g}}{F_c \cdot H_v}\right)$$

ตารางที่ 5.7 ผลการทดลองเผาไหม้ดินน้ำมันขนาด 1-2 มม. ที่อุณหภูมิ 600 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	284.0	331.33	378.67
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.2	1.4	1.6
อัตราการป้อนดินน้ำมัน (กรัม/นาที)	113.8	115.0	130.0
ปริมาณอากาศมากเกินพอ,%	64.84	80.99	106.84
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	3.0	5.0	6.2
O ₂ , %	9.5	10.1	11.4
CO, %	0.3	0.2	0.1
N ₂ , %	87.5	84.7	82.8
ประสิทธิภาพการเผาไหม้,%	80.12	84.18	84.40

ตารางที่ 5.8 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-2 มม. ที่อุณหภูมิ 650 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	284.0	331.33	378.67
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.2	1.4	1.6
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	100.0	125.0	150.0
ปริมาณอากาศมากเกินพอ,%	84.28	95.29	128.96
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	5.1	5.5	6.5
O ₂ , %	10.5	11.0	12.3
CO, %	0.3	0.2	0
N ₂ , %	84.1	83.3	81.1
ประสิทธิภาพการเผาไหม้,%	79.68	82.42	83.13

ตารางที่ 5.9 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-2 มม. ที่อุณหภูมิ 700 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	284.0	331.33	378.67
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.2	1.4	1.6
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	109.10	126.0	142.3
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	70.97	95.05	115.29
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	6.0	6.6	6.1
C ₂ , %	9.5	9.2	10.5
CO, %	0.3	0.2	0.2
N ₂ , %	84.2	84.0	82.4
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	82.21	85.05	86.28

ตารางที่ 5.10 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-2 มม. ที่อุณหภูมิ 750 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	284.0	331.33	378.67
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.2	1.4	1.6
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	118.3	140.0	170.3
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	70.5	80.7	115.3
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	4.5	5.0	6.5
O ₂ , %	10.5	10.5	10.7
CO, %	0.2	0.1	0.1
N ₂ , %	85.3	84.4	82.7
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	85.48	89.52	91.13

ตารางที่ 5.11 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-2 มม. ที่อุณหภูมิ 800 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	284.0	331.33	378.67
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.2	1.4	1.6
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	140.0	160.48	180.0
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	91.14	115.10	130.98
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอสมัน			
CO ₂ , %	4.1	4.7	7.35
O ₂ , %	9.5	10.3	10.6
CO, %	0.3	0.1	0.1
N ₂ , %	86.1	84.9	81.95
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	84.04	86.68	88.07

ตารางที่ 5.12 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม. ที่อุณหภูมิ 600 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	132.0	154.0	176.0
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.2	1.4	1.6
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	122.0	138.55	145.5
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	77.46	80.35	90.75
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	5.0	4.0	4.0
O ₂ , %	10.0	10.5	12.0
CO, %	0.4	0.3	0.1
N ₂ , %	84.6	85.2	83.9
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	80.71	84.68	86.62

ตารางที่ 5.13 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม. ที่อุณหภูมิ 650 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	132.0	154.0	176.0
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.2	1.4	1.6
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	120.0	150.0	180.0
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	76.11	96.02	108.01
ปริมาณแก๊สที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	5.0	5.5	6.0
O ₂ , %	10.0	11.0	11.0
CO, %	0.2	0.1	0.1
N ₂ , %	84.8	83.4	82.9
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	87.22	94.14	94.46

ตารางที่ 5 :14 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม. ที่อุณหภูมิ 700 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	132.0	154.0	176.0
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.0	1.4	1.6
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	177.77	192.78	221.67
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	89.64	103.5	108.7
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	5.0	5.5	5.5
O ₂ , %	10.8	11.0	11.5
CO, %	0.2	0.1	0.1
N ₂ , %	84.0	83.4	82.9
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	91.74	94.02	94.63

ตารางที่ 5.15 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม. ที่อุณหภูมิ 750 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	132.0	154.0	176.0
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.2	1.4	1.6
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	180.3	210.0	230.6
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	100.0	103.4	108.23
ปริมาณแก๊สที่ออกจากคอลัมน์			
CO ₂ , %	4.5	6.5	6.8
O ₂ , %	7.0	13.0	11.0
CO, %	0.2	0.1	0.2
N ₂ , %	88.3	80.4	82.8
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	95.18	96.61	96.73



ตารางที่ 5.16 ผลการทดลองเผาไหม้หินน้ำมันขนาดเล็กลงกว่า 1 มม. ที่อุณหภูมิ 800 °ซ

การทดลองที่	1	2	3
ความเร็วอากาศ (ซม./วินาที)	132.0	154.0	176.0
ความเร็วอากาศ U/Umf	1.2	1.4	1.6
อัตราการป้อนหินน้ำมัน (กรัม/นาที)	188.89	233.33	277.78
ปริมาณอากาศมากเกินพอ, %	80.76	95.88	99.47
ปริมาณก๊าซที่ออกจากคอสมัน			
CO ₂ , %	7.0	7.5	7.5
O ₂ , %	10.0	10.0	11.0
CO, %	0.2	0.2	0.1
N ₂ , %	82.8	82.3	81.4
ประสิทธิภาพการเผาไหม้, %	92.05	94.98	95.15

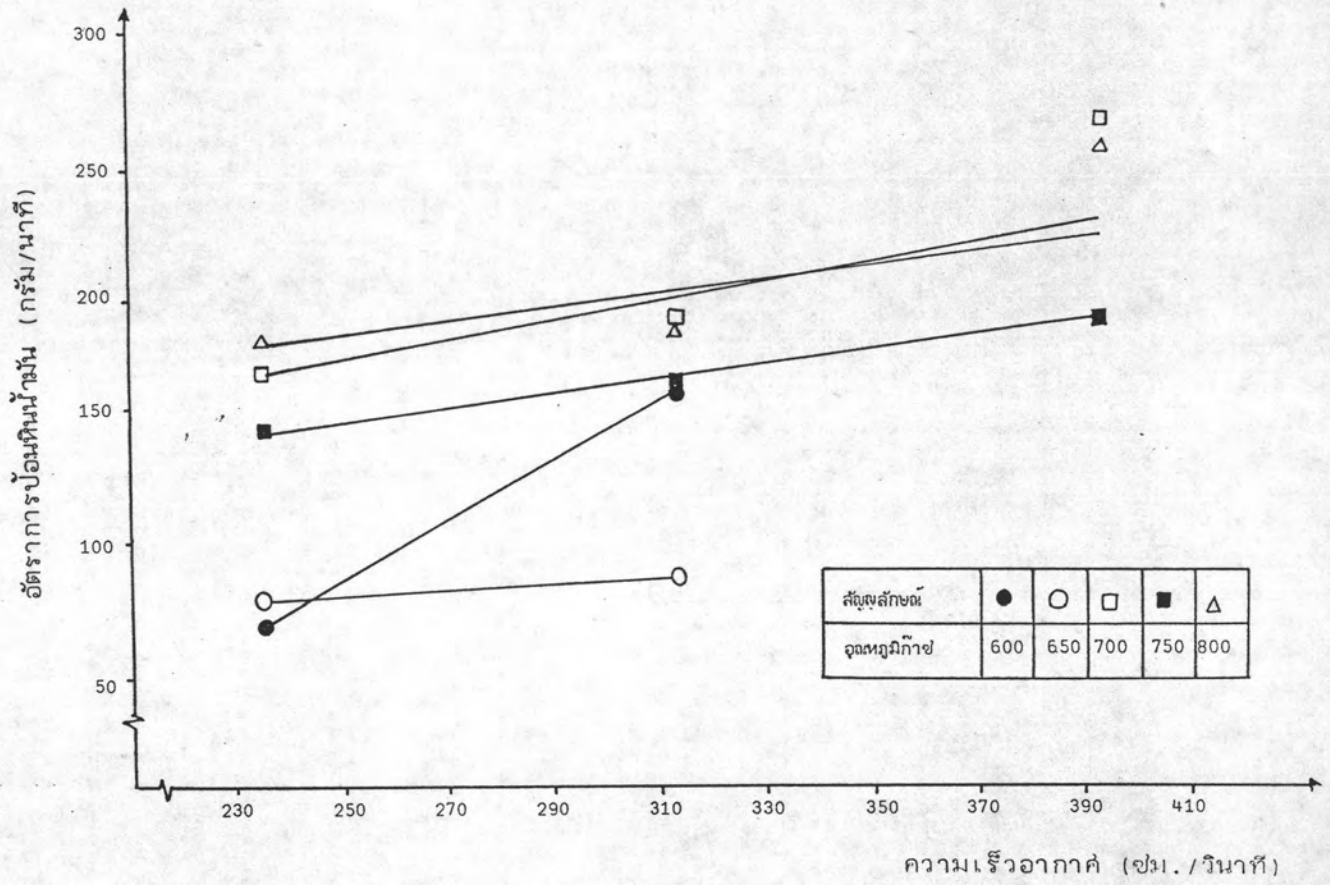
5.3.4 กราฟ

จากตารางที่ 5.2 ถึง 5.16 นำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้คือ

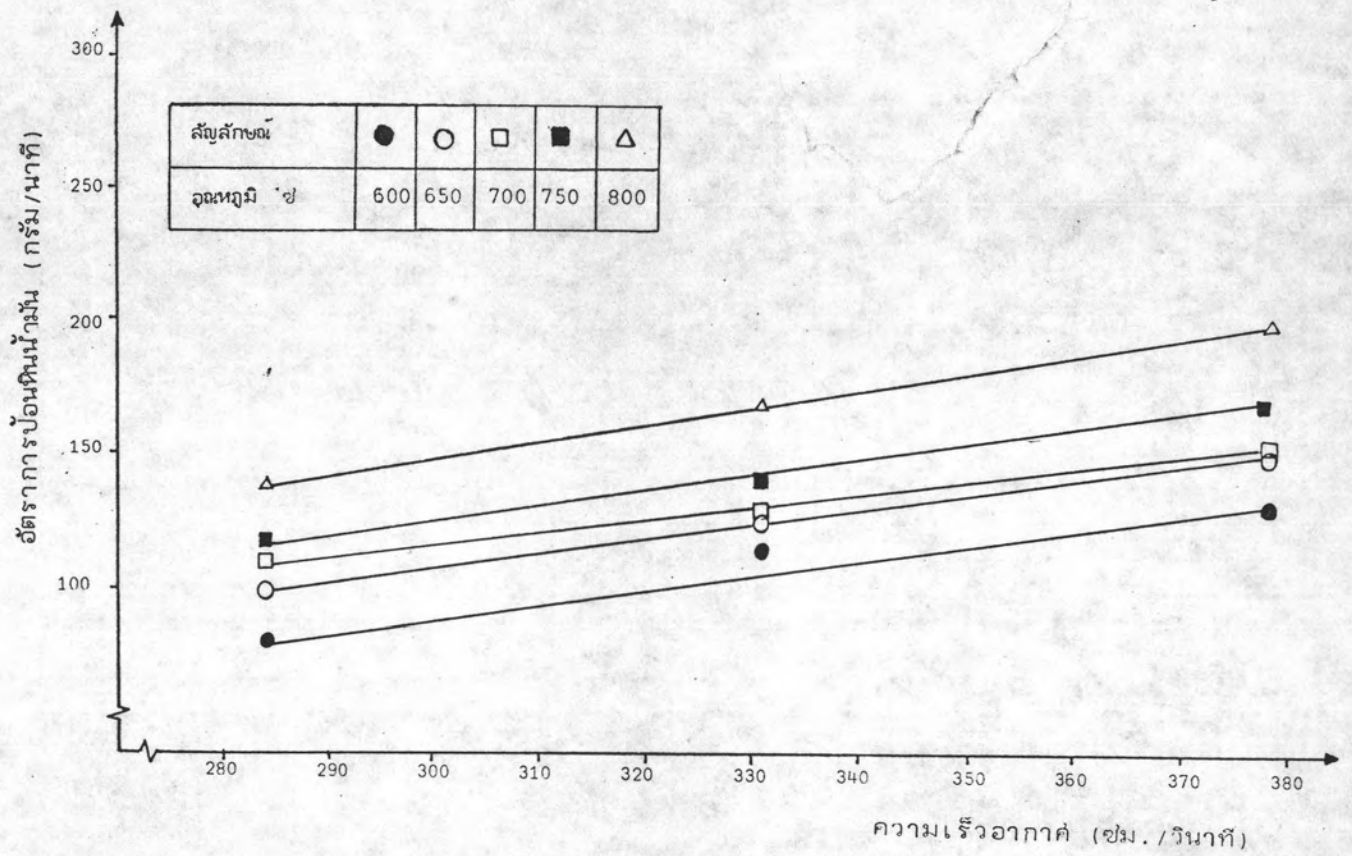
กราฟรูปที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนดินน้ำมันขนาด 1-3 มม. และความเร็วอากาศ จากกราฟที่อุณหภูมิของการเผาไหม้เดียวกัน เมื่อควบคุมความสูงเบดโดยใช้แมกนีตีสวิทช์ พบว่าการเพิ่มอัตราการป้อนดินน้ำมันมีผลทำให้ความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้นด้วยตามลำดับเช่นกัน และเมื่ออุณหภูมิของการเผาไหม้เพิ่มสูงขึ้น อัตราการป้อนดินน้ำมันสูงขึ้นมีผลทำให้ความเร็วของอากาศเพิ่มสูงตามไปด้วยเพื่อรักษาอัตราส่วนระหว่างความเร็วของอากาศและความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไอเซชัน

กราฟรูปที่ 5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนดินน้ำมันขนาด 1-2 มม. และความเร็วอากาศ เมื่ออัตราการป้อนดินน้ำมันเพิ่มขึ้น ผลที่ได้ก็เช่นเดียวกับกราฟรูปที่ 5.4

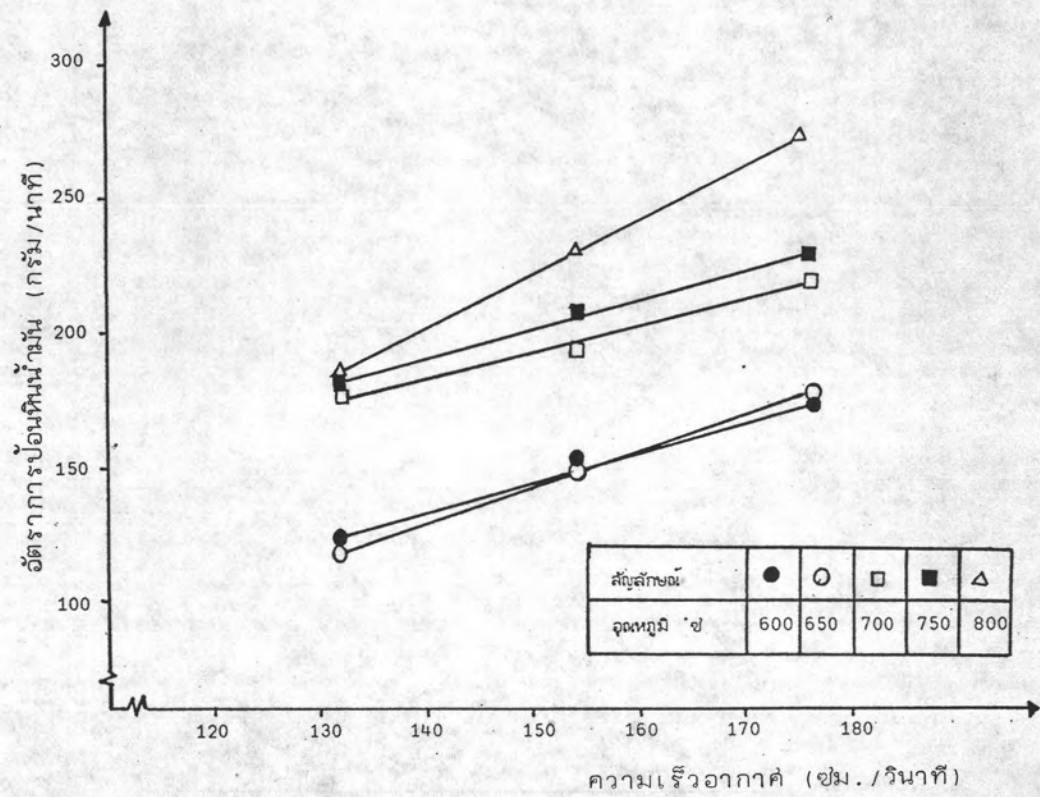
กราฟรูปที่ 5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนดินน้ำมันขนาด เล็กกว่า 1 มม. และความเร็วอากาศ เมื่ออัตราการป้อนดินน้ำมันเพิ่มขึ้น ผลที่ได้ก็เช่นเดียวกับ กราฟรูปที่ 5.4 และ 5.5



รูปที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนหินน้ำมันขนาด 1-3 มม. และความเร็วอากาศ



รูปที่ 5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนหินน้ำฝนขนาด 1-2 มม. และความเร็วอากาศ



รูปที่ 5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนหินน้ำขนาดเล็กลงกว่า 1 มม.

และความเร็วอากาศ

กราฟรูปที่ 5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละประสิทธิภาพ

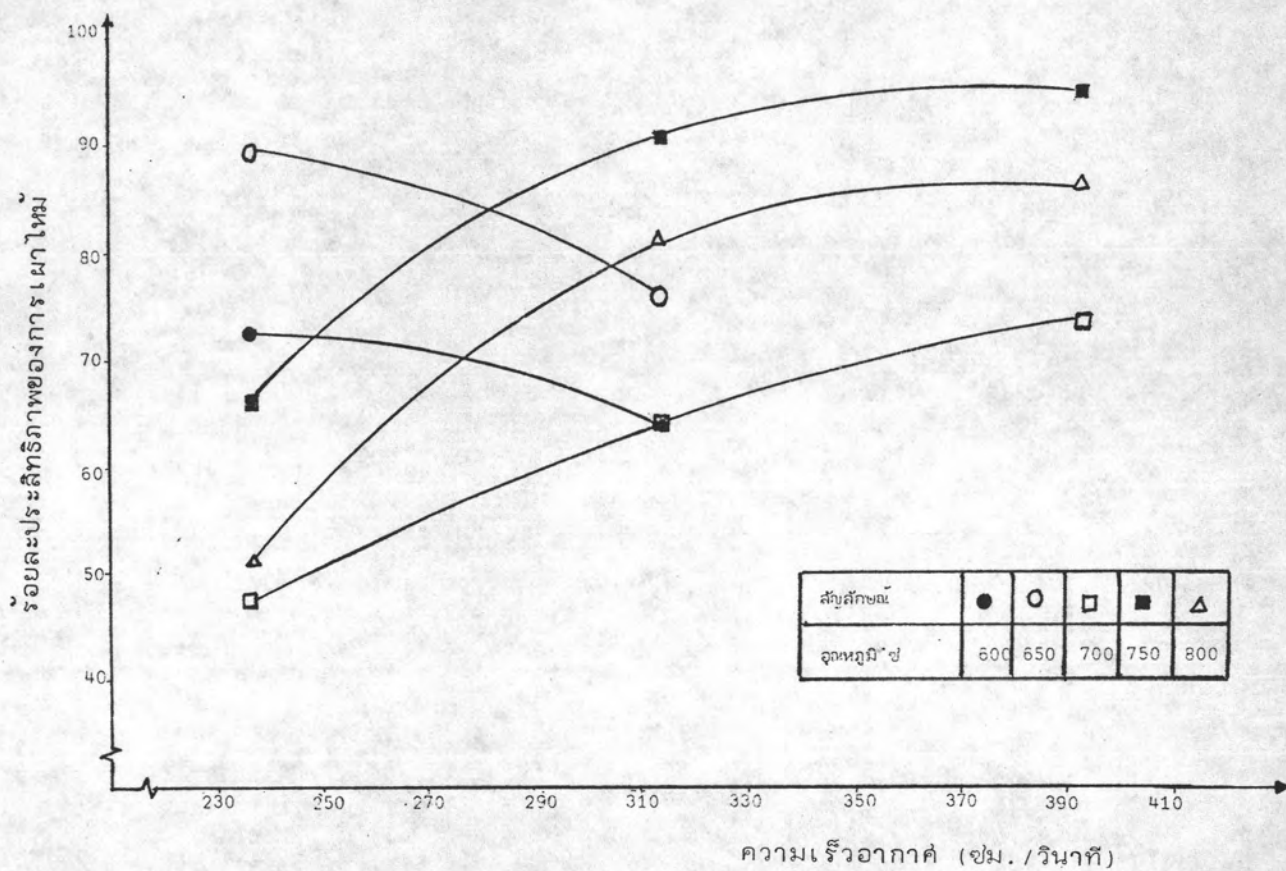
การเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-3 มม. กับความเร็วอากาศ จากกราฟที่อุณหภูมิเดียวกันเมื่ออัตราการใช้ของอากาศเพิ่มขึ้นจาก 235.7 ถึง 393.2 ชม./วินาที ร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้จะเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิ 600-650 องศาเซลเซียส พบว่าหินน้ำมันที่ลุกไหม้จะดับ เมื่อใช้อัตราการใช้ของอากาศมีค่าเกินกว่า 2.5 เท่าของความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไอเซชัน ประสิทธิภาพการเผาไหม้มีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิของการเผาไหม้เท่ากับ 750 องศาเซลเซียส

กราฟรูปที่ 5.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละประสิทธิภาพ

การเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-2 มม. กับความเร็วอากาศ ที่อุณหภูมิเดียวกันเมื่ออัตราการใช้ของอากาศเพิ่มขึ้นจาก 284.0 ถึง 378.67 ชม./วินาที ร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน และประสิทธิภาพการเผาไหม้หินน้ำมันมีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิของการเผาไหม้เท่ากับ 750 องศาเซลเซียส

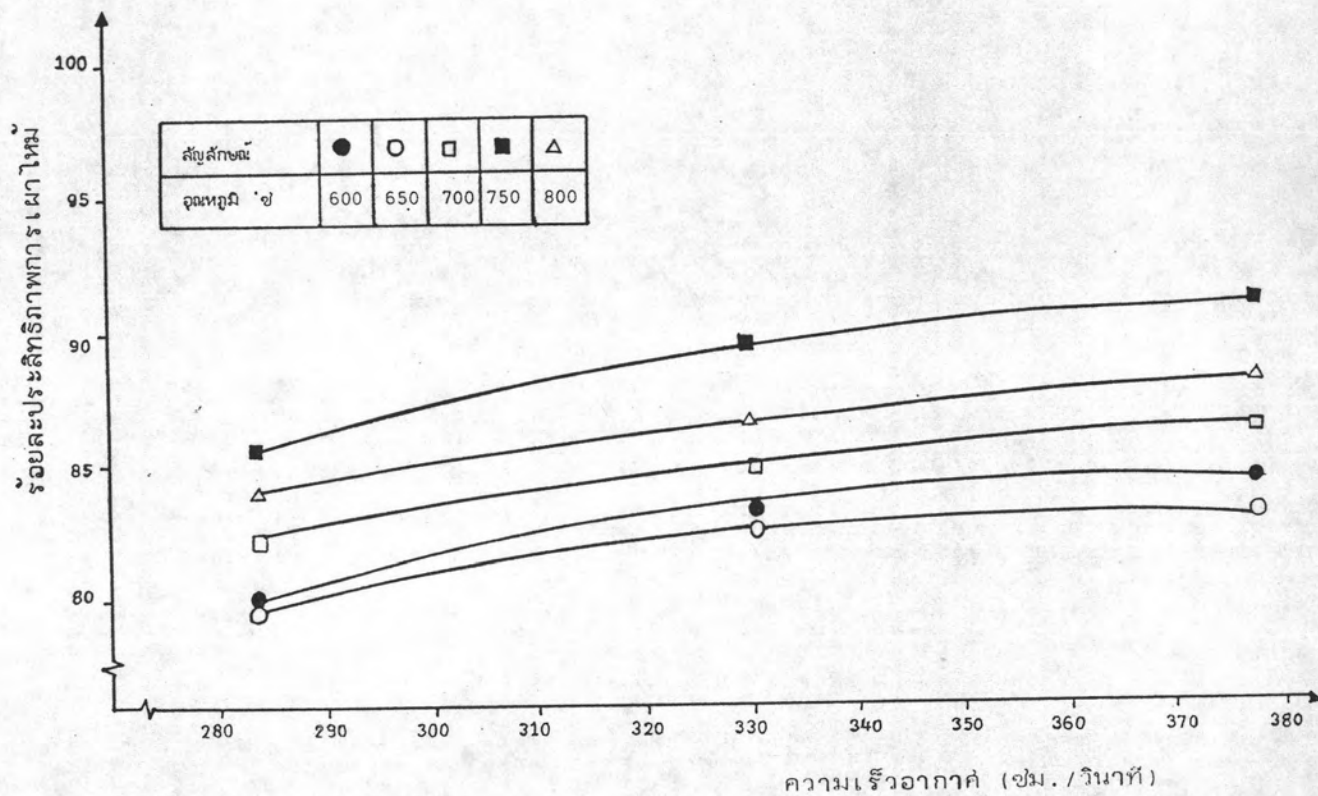
กราฟรูปที่ 5.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละประสิทธิภาพ

การเผาไหม้หินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม. กับความเร็วอากาศ ที่อุณหภูมิเดียวกันเมื่ออัตราการใช้ของอากาศเพิ่มขึ้นจาก 132.0 ถึง 176.0 ชม./วินาที ร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้จะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกันกับกราฟรูปที่ 5.7 และ 5.8 เช่นเดียวกันประสิทธิภาพการเผาไหม้หินน้ำมันมีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิของการเผาไหม้เท่ากับ 750 องศาเซลเซียสด้วย



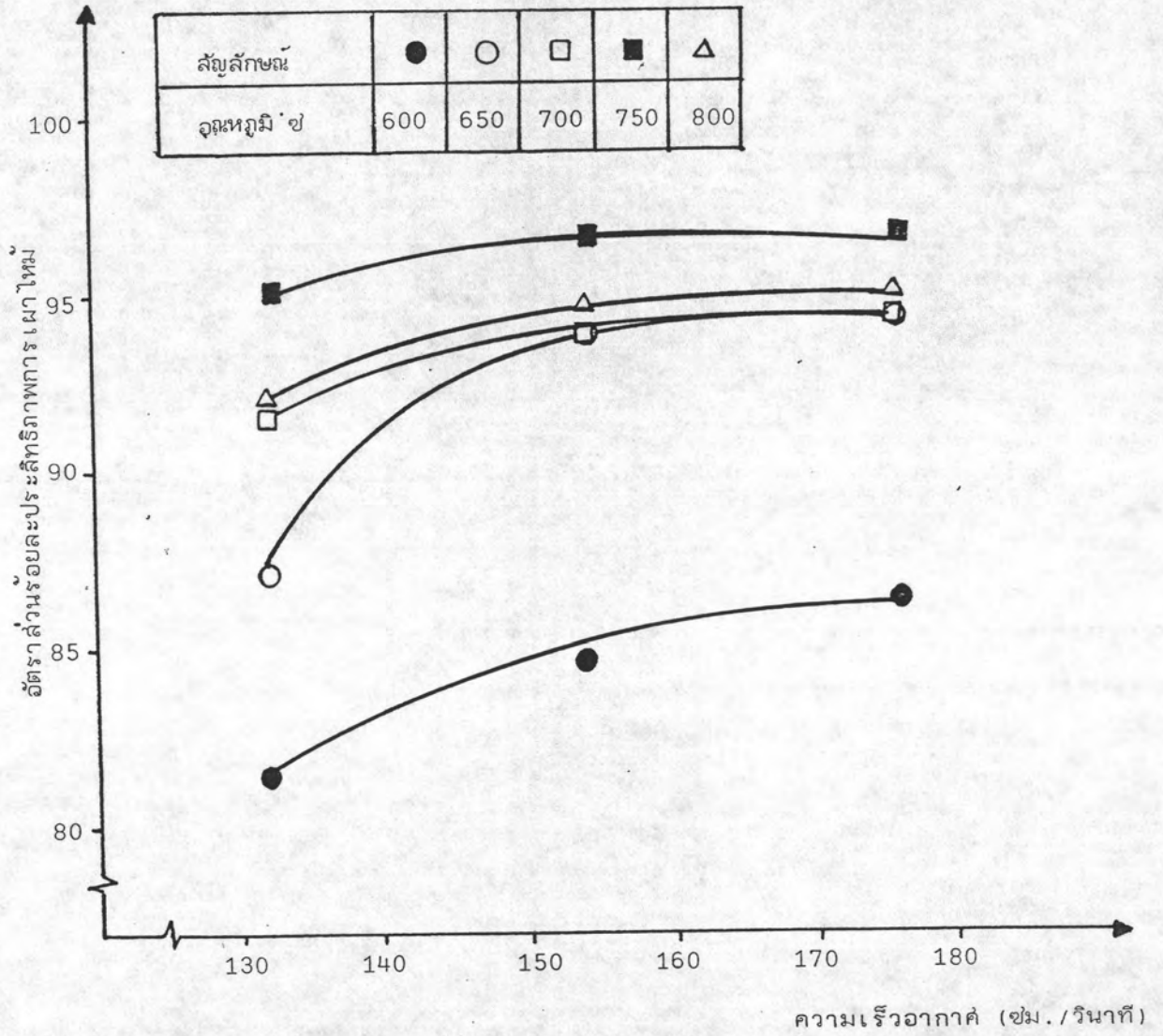
รูปที่ 5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละประสิทธิภาพของการเผาไหม้ของหินน้ำขนาด 1-3 มม.

กับความเร็วอากาศ



รูปที่ 5.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้กับมวลที่ขนาด 1-2 มม.

และความเร็วอากาศ

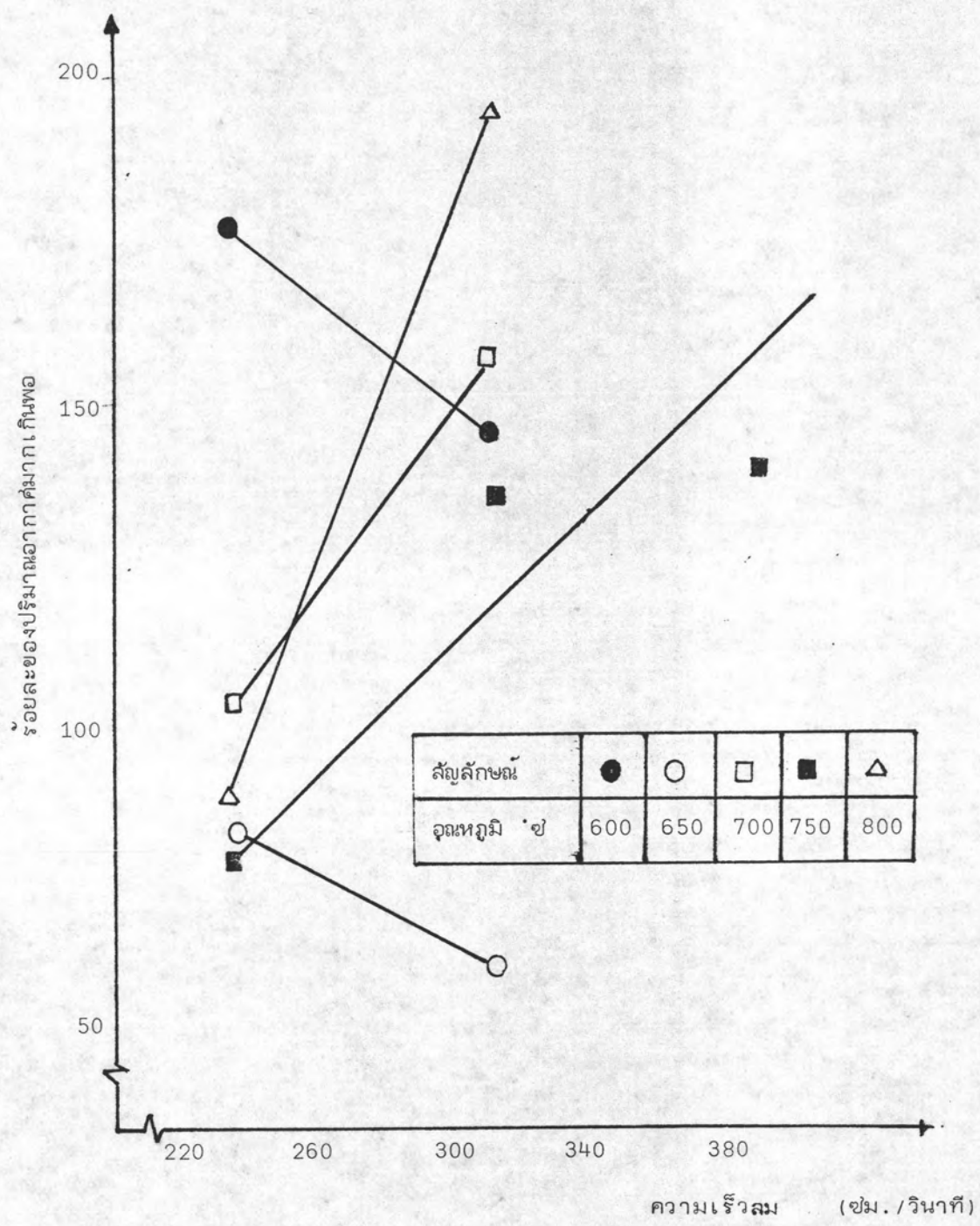


รูปที่ 5.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่น้ำมันขนาดเล็กลงกว่า 1 มม. และความเร็วอากาศ

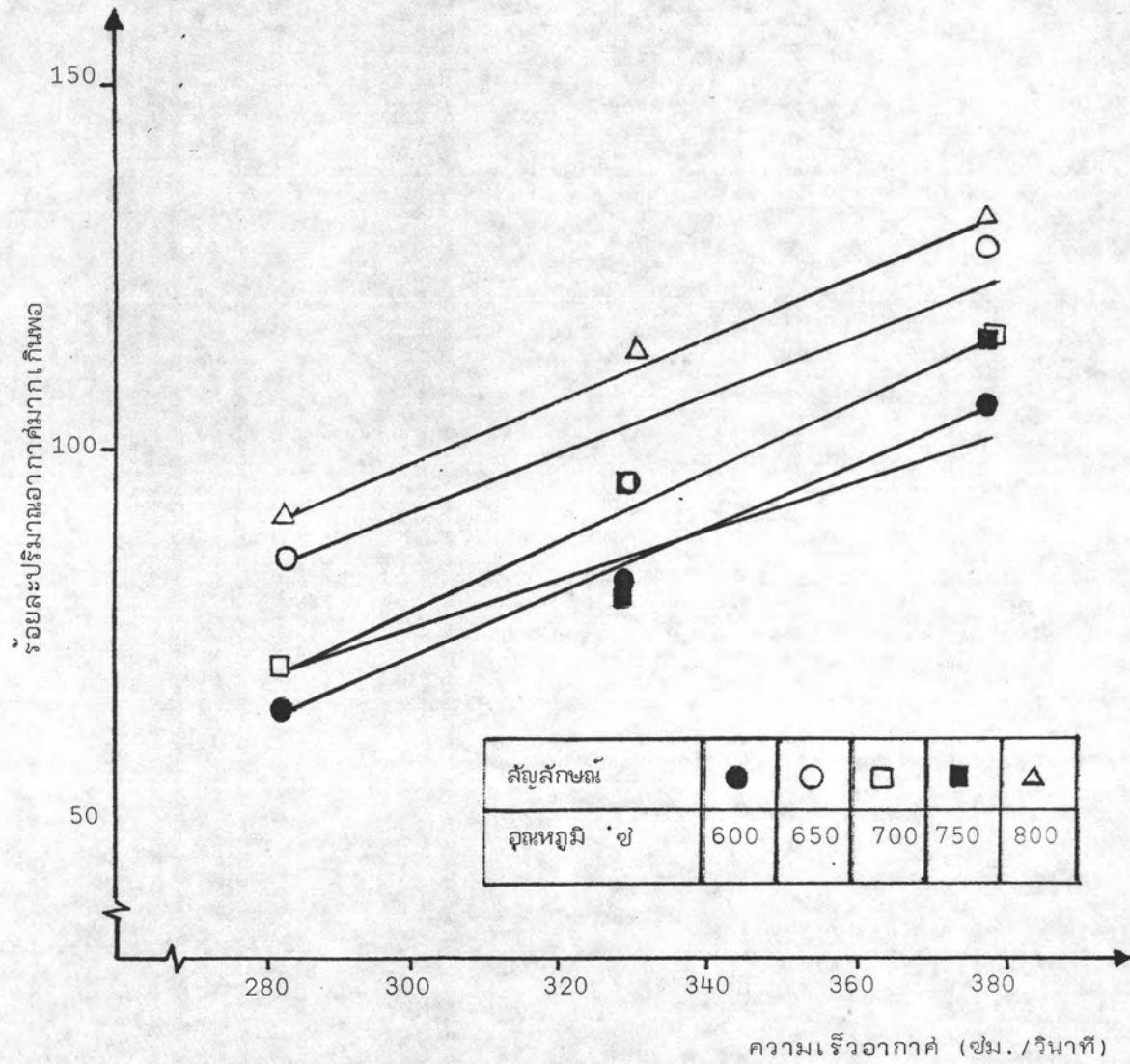
กราฟรูปที่ 5.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอ และความเร็วอากาศของหินน้ำมันขนาด 1-3 มม. พบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันเมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มมากขึ้นจาก 235.7 ถึง 393.2 ซม./วินาที ร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอส่วนใหญ่จะสูงตามด้วยเช่นกัน และเมื่อดูตารางที่ 5.2 ถึง 5.6 ประกอบกันจะพบว่าเมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มมากขึ้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดน้อยลงในขณะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ทำปฏิกิริยากันกับอากาศที่มากเกินพอได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามทฤษฎีของ Khintrin ดังนั้นจึงทำให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่มีอยู่ลดน้อยลง

กราฟรูปที่ 5.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอ และความเร็วอากาศของหินน้ำมันขนาด 1-2 มม. พบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันเมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มมากขึ้นจาก 284.0 ถึง 378.67 ซม./วินาที ร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอจะสูงตามด้วยเช่นกัน และเมื่อดูตารางที่ 5.7 ถึง 5.11 ประกอบกันจะพบเหตุผลเช่นเดียวกันกับกราฟรูปที่ 5.10 ด้วย

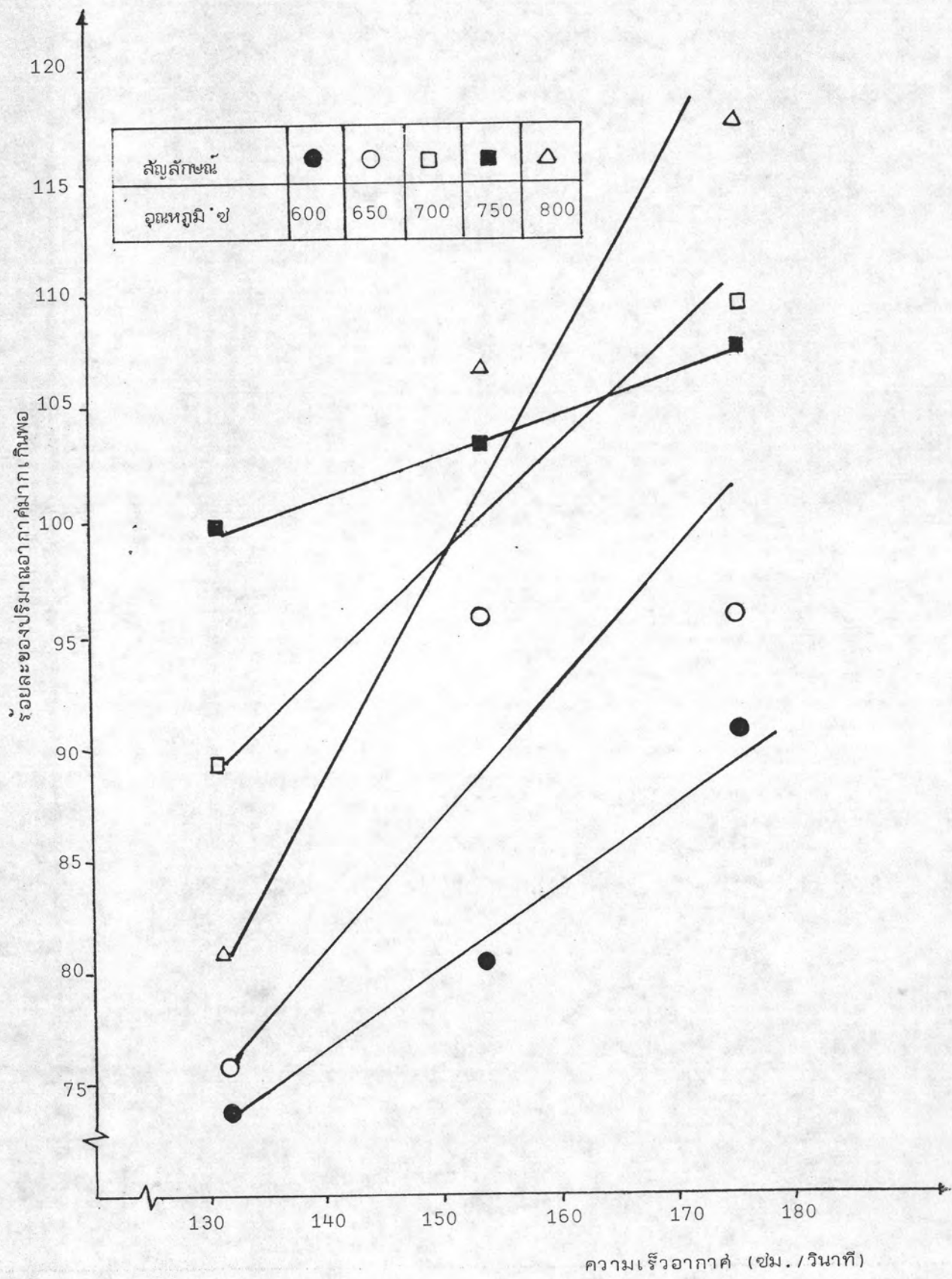
กราฟรูปที่ 5.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอ และความเร็วอากาศของหินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม. พบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันเมื่อความเร็วของอากาศมากขึ้นจาก 132.0 ถึง 176.0 ซม./วินาที ร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอจะสูงตามด้วยเช่นเดียวกับกับกราฟรูปที่ 5.10 และ 5.11 และเมื่อดูตารางที่ 5.12 ถึง 5.16 ประกอบกันก็จะพบว่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์จะลดน้อยลง และมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น ด้วยเหตุผลเดียวกันกับกราฟรูปที่ 5.10 และ 5.11



รูปที่ 5.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอและความเร็วลมของหินน้ำมันขนาด 1-3 มม.



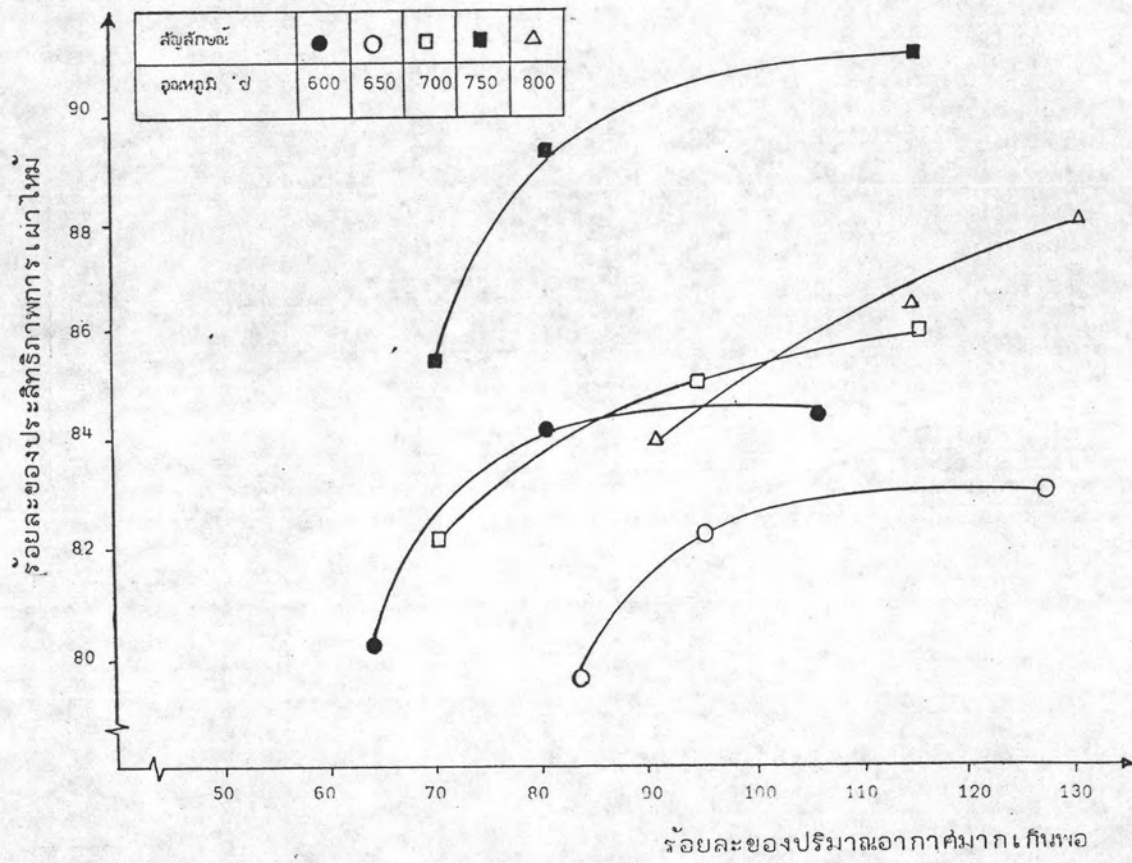
รูปที่ 5.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอของหินน้ำมันขนาด 1-2 มม. และความเร็วอากาศ



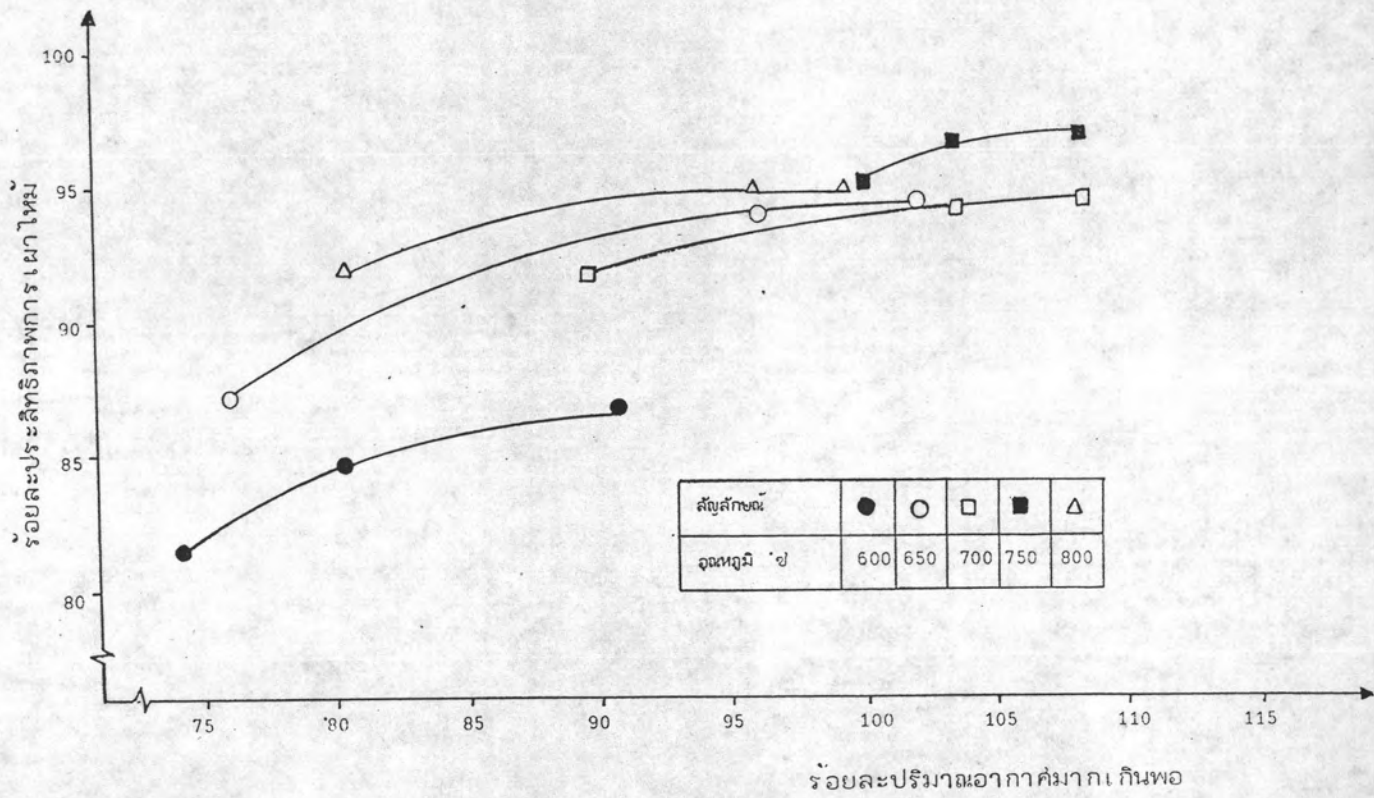
รูปที่ 5.12 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างร้อยละปริมาณอากาศมากเกินพอของหินน้ำมันขนาด เล็กกว่า 1 มม. และความเร็วอากาศ

จากกราฟรูปที่ 5.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้หินน้ำมันขนาด 1-2 มม. และร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอ เมื่อเพิ่มความเร็วของอากาศจะมีผลทำให้ร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอลงมากเพิ่มตามไปด้วย ที่อุณหภูมิของการเผาไหม้เดียวกันเมื่อร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอลงมากเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้มีหินน้ำมันสูงตามด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการสัมผัสกันระหว่างอนุภาคของเชื้อเพลิงกับอากาศดีขึ้น จึงทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้สูงขึ้น จากกราฟในการทดลองพบว่าเมื่อร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอเพิ่มมากขึ้น แต่ประสิทธิภาพการเผาไหม้นั้นเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย ดังตัวอย่างเช่นที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เมื่อปริมาณร้อยละของอากาศมากเกินพอเพิ่มจาก 95.29 ไปเป็น 128.96 ประสิทธิภาพของการเผาไหม้เพิ่มจาก 82.42% ไปเป็น 93.13% ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นเราจึงไม่จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณอากาศมากเกินพอมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์ อีกทั้งจะทำให้เกิดช่องว่างภายในเบด ทำให้การสัมผัสกันระหว่างอนุภาคและอนุภาคน้อยลง และยังสูญเสียความร้อนไปกับอากาศได้ง่ายด้วย ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ลดลงด้วย

กราฟรูปที่ 5.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้หินน้ำมันขนาดเล็กกว่า 1 มม. และร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอ ผลการทดลองที่ได้รับก็เช่นเดียวกันกับกราฟรูปที่ 5.13 กล่าวคือที่อุณหภูมิของการเผาไหม้เดียวกันเมื่อร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอลงขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้หินน้ำมันสูงตามด้วย แต่เมื่อปริมาณร้อยละของอากาศมากเกินพอเพิ่มสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ ประสิทธิภาพของการเผาไหม้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เช่น ที่อุณหภูมิการเผาไหม้ 750 องศาเซลเซียส เมื่อร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอเพิ่มจาก 103.4 ไปเป็น 108.23 ร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้เพิ่มขึ้นจากเดิม 96.61 ไปเป็น 96.73 ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากเหตุผลเดียวกันกับกราฟรูปที่ 5.13 นั้นเอง .



รูปที่ 5.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้กับน้ำมันขนาด 1-2 มม. และร้อยละของปริมาณอากาศมากเกินพอ



รูปที่ 5.14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละประสิทธิภาพการเผาไหม้กับร้อยละปริมาณอากาศมากเกินพอ

และร้อยละปริมาณอากาศมากเกินพอ