

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
2.1 การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนทางสูงของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอัตราส่วนสมมูลที่ใช้ในการทดลอง	3
2.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนทางสูงของก๊าซเชื้อเพลิงและอุณหภูมิภายในเตาที่ตำแหน่งโซนต่างๆเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงต่างๆ	4
2.3 การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนทางต่ำของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง	5
2.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนทางต่ำของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอัตราส่วนสมมูลที่ใช้ในการทดลอง	5
2.5 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในเชื้อเพลิงและอัตราป้อนอากาศเปรียบเทียบกับอัตราส่วนการเผาไหม้เชื้อเพลิง	6
2.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนทางสูงของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอัตราส่วนสมมูลที่ใช้ในการทดลอง	7
2.7 การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนทางสูงของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการทดลอง สำหรับเชื้อเพลิงเศษไม้	7
2.8 การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนทางสูงของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการทดลอง สำหรับเชื้อเพลิงเปลือกถั่วชาเซล	7
2.9 การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนทางสูงของก๊าซเชื้อเพลิงและอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอัตราการป้อนอากาศที่ใช้ในการทดลอง	8
2.10 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอัตราการป้อนอากาศที่ใช้ในการทดลอง	8
2.11 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของก๊าซผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดต่างๆที่ใช้ในการทดลอง	9
2.12 การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของคาร์บอนเปรียบเทียบกับตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดต่างๆที่ใช้ในการทดลอง	10
2.13 เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบฟลูอิดไคซ์เบด	11
3.1 เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลขึ้น	14
3.2 เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลง	15
3.3 เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลขวาง	15

3.4	เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบฟลูอิดไดซ์เบด	16
3.5	เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบเอนทรานซ์เบด	17
3.6	การผลิตของไหลนาโนด้วยวิธี single-step	30
3.7	Laser Ablation of Microparticle (LAM)	31
4.1	แผนภาพชุดทดลอง	33
4.2	เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบไหลลง	34
4.3	ช่องเก็บเชื้อเพลิง (Hopper)	35
4.4	ห้องเผาไหม้ (Combustion zone)	35
4.5	โซนรีดักชัน (Reduction zone)	36
4.6	ห้องเก็บเถ้า (Ash zone)	36
4.7	เครื่องเป่าอากาศที่ใช้ทดสอบ	37
4.8	ชุดควบคุมอัตราการป้อนอากาศ	37
4.9	Digital Multimeter KEITHLEY Model No.2700	38
4.10	เครื่องมือวัดอุณหภูมิ	38
4.11	ตำแหน่งติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ลภายในเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง	39
4.12	ระดับของเทอร์โมคัปเปิ้ลภายในเตา	39
4.13	मानอมิเตอร์รูปตัวยู	40
4.14	ปั๊มสำหรับดูดตัวอย่างก๊าซเชื้อเพลิง	40
4.15	หลอดแก้วสำหรับกรองทาร์ออกจากก๊าซเชื้อเพลิง	40
4.16	ถุงเก็บตัวอย่างก๊าซเชื้อเพลิง	41
4.17	Gas Chromatography	41
4.18	ถ่านหินชนิดซับบิทูมินัส	43
4.19	ของไหลนาโน	43
4.20	ระบบทำความสะอาดก๊าซเชื้อเพลิง	44
4.21	แผนผังขั้นตอนการทดลองศึกษาอิทธิพลของอัตราการป้อนอากาศ	46
4.22	แผนผังขั้นตอนการทดลองศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของของไหลนาโน	48
5.1	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโซนต่างๆเปรียบเทียบกับเวลาในการทดลอง กรณีอัตราการป้อนอากาศ 600 L/min	50
5.2	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโซนต่างๆเปรียบเทียบกับเวลาในการทดลอง กรณีอัตราการป้อนอากาศ 700 L/min	50
5.3	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโซนต่างๆเปรียบเทียบกับเวลาในการทดลอง กรณีอัตราการป้อนอากาศ 800 L/min	50

5.4	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโซนต่างๆเปรียบเทียบกับเวลาในการทดลอง กรณีอัตราการป้อนอากาศ 900 L/min	51
5.5	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโซนต่างๆเปรียบเทียบกับเวลาในการทดลอง กรณีอัตราการป้อนอากาศ 1,000 L/min	51
5.6	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในโซนต่างๆภายในเตาในการทดลอง ที่อัตราการป้อนอากาศต่างๆ	52
5.7	การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอัตราการป้อนอากาศต่างๆ	53
5.8	การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบก๊าซเชื้อเพลิงที่สามารถเผาไหม้ได้ เปรียบเทียบกับอัตราการป้อนอากาศต่างๆ	54
5.9	การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบก๊าซเชื้อเพลิงที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ เปรียบเทียบกับอัตราการป้อนอากาศต่างๆ	55
5.10	การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิงและอัตราส่วนสมมูล เปรียบเทียบกับอัตราการป้อนอากาศต่างๆ	57
5.11	การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับ อัตราการป้อนอากาศต่างๆ	58
5.12	การเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้เปรียบเทียบกับ อัตราการป้อนอากาศต่างๆ	59
5.13	การเปลี่ยนแปลงอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับ อัตราการป้อนอากาศต่างๆ	60
5.14	การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิงและอัตราการไหล ของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอัตราการป้อนอากาศต่างๆ	62
5.15	การเปลี่ยนแปลงอัตราการปลดปล่อยพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ ก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอัตราการป้อนอากาศต่างๆ	62
5.16	การเปลี่ยนแปลงพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซเชื้อเพลิง และอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับอัตราการป้อนอากาศต่างๆ	63
5.17	การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับ อัตราการป้อนอากาศต่างๆ	63
5.18	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโซนต่างๆเปรียบเทียบกับเวลาในการทดลอง กรณีเชื้อเพลิงถ่านหิน (A)	64
5.19	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโซนต่างๆเปรียบเทียบกับเวลาในการทดลอง กรณีเชื้อเพลิงถ่านหินผสมน้ำ (AW)	65

5.20	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโซนต่างๆเปรียบเทียบกับเวลาในการทดลอง กรณีเชื้อเพลิงถ่านหินผสมของไหลนาโนที่ความเข้มข้น 10 ppm (AWT10)	65
5.21	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในโซนต่างๆเปรียบเทียบกับเวลาในการทดลอง กรณีเชื้อเพลิงถ่านหินผสมของไหลนาโนที่ความเข้มข้น 20 ppm (AWT20)	65
5.22	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในโซนต่างๆภายในเตาในการทดลองกรณีต่างๆ	67
5.23	การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับกรณีการทดลองกรณีต่างๆ	68
5.24	การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบก๊าซเชื้อเพลิงที่สามารถเผาไหม้ได้ เปรียบเทียบกับกรณีการทดลองกรณีต่างๆ	69
5.25	การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบก๊าซเชื้อเพลิงที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้เปรียบเทียบกับ การทดลองกรณีต่างๆ	69
5.26	การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับ การทดลองกรณีต่างๆ	70
5.27	การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับ การทดลองกรณีต่างๆ	71
5.28	การเปลี่ยนแปลงเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้เปรียบเทียบกับ การทดลองกรณีต่างๆ	72
5.29	การเปลี่ยนแปลงอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับ การทดลองกรณีต่างๆ	73
5.30	การเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิงและอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิง เปรียบเทียบกับกรณีการทดลองกรณีต่างๆ	74
5.31	การเปลี่ยนแปลงอัตราการปลดปล่อยพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ ก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับกรณีการทดลองกรณีต่างๆ	75
5.32	การเปลี่ยนแปลงอัตราการปลดปล่อยพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ก๊าซเชื้อเพลิง และอัตราเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับกรณีการทดลองต่างๆ	75
5.33	การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงเปรียบเทียบกับ การทดลองกรณีต่างๆ	76
ก.1	เตาผลิตเชื้อเพลิงแบบไหลลง	84
ก.2	ระบบทำความสะอาดเชื้อเพลิง	84
ก.3	ระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิง	85
ก.4	เครื่องเป่าอากาศที่ใช้ทดสอบ	85
ก.5	ชุดควบคุมอัตราการป้อนอากาศ	86
ก.6	Digital Multimeter KEITHLEY Model No.2700	86

ก.7	เครื่องมือวัดอุณหภูมิ	87
ก.8	มาโนมิเตอร์รูปตัวยู	87
ก.9	ปั๊มสำหรับดูดตัวอย่างก๊าซเชื้อเพลิง	88
ก.10	หลอดแก้วสำหรับกรองทาร์ออกจากก๊าซเชื้อเพลิง	88
ก.11	ถุงเก็บตัวอย่างแก๊สเชื้อเพลิง	89
ก.12	Gas Chromatography	89
ก.13	เปลวไฟที่ได้จากการจุดก๊าซเชื้อเพลิง	90
ข.1	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิง	92
ค.1	ช่องเก็บเชื้อเพลิงและส่วนของโซนไฟโรชีส	99
ค.2	ห้องเผาไหม้	99
ค.3	โซนรีดักชัน	99
ค.4	ห้องเก็บเถ้า	100
ค.5	ระบบทำความสะอาดก๊าซเชื้อเพลิง	100
ค.6	ความสัมพันธ์ของสัดส่วนไซโคลน	102
ค.7	ไซโคลน (Cyclone)	102
ค.8	อุปกรณ์จับฝุ่นแบบเปียก (Wet scrubber)	103
ค.9	อุปกรณ์ลดอุณหภูมิของก๊าซเชื้อเพลิง (Gas cooler)	103
ง.1	กราฟแสดงการหาค่า C_D ของ Pipe Orifices	111
ฉ.1	เอกสารแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของ Thermocouple	130