เอกสารอ้างอิง

1. นารา พิทักษ์อรรณพ, "พลังงานและการแก้ปัญหา," เอกสารประกอบการบรรยายการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่เร่งรัดพัฒนาชนบท, ศูนย์ฝึกอบรม รพช. บางพูน ปทุมธานี, 2525.

2. _____, "พลังงานและการแก้ปัญหา," เอกสารทางวิชาการประกอบการสัมมนาโครงการวิจัยและพัฒนาการกลั่นสลายแกลบ, 2525.

3. ขวัญชัย ณัฏฐเศรษฐ์, ปภัสราทร ยินดีผล, "Gasification ถ่านไม้," โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

4. ศิริแสง ศัฒทเวชกิจ, ตราชู กาญจนสถิตย์, "การแกซิฟายถ่านไม้," โครงการวิจัยระดับปริญญาตรี, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

5. Coowattanachai, N., "Producer gas in Electricity Generations," Alternative Energy Sources, pp. 123-143, Elsevier Science, Amsterdam, 1983.

6. สุธรรม วาณิชเสนี, สารพูร วัทฒกานนท์, ณัฐวุธ วัชรกุลดิลก, "การเผาเชื้อเพลิงในเตาฟลูอิไดซ์เบด," โครงงานวิจัยแสดงในงานนิทรรศการวิชาการทางวิศวกรรม ครั้งที่ 7, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

7. Anderson, L. L., D. A. Tillman, Fuels From Waste, pp. 41, 161-168, Academic Press, 1977.

8. Kirk, R. E., "Producer gas," Encyclopedia of Chemical Technology (Grayson, M., D. Eckroth eds.) Vol. 8, pp. 765-769, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1956.

9. สักขี แสนสุภา, "การผลิตก๊าซชีวมวลจากแกลบในเครื่องกำเนิดก๊าซแบบฟลูอิไดซ์เบด," วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

10. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, ฟลูอิดไดเซชั่น, หน้า 1,2,35,52,67,113, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

11. พงษ์ศักดิ์ สุทธิศรีปก, พิเศษพงศ์ ศศะนาวิน, สันติ อุดมนิติรัตน์, "การผลิตก๊าซสังเคราะห์จากถ่านลิกไนท์," โครงงานวิจัยแสดงในงานนิทรรศการวิชาการทางวิศวกรรม ครั้งที่ 7, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

12. Sitthipong N., "Fluidized Bed Gasification of Agricultural Wastes for Rural Communities in Thailand," A Research on Biomass Gasification in Thailand Submitted to the National Energy Administration, Ministry of Science, Technology and Energy, Bangkok, 1984.

13. Coovattanachai, N., "500 We Gasifier (Unit Number 1)," A Research on Biomass Gasification in Thailand Submitted to the National Energy Admisnistration, Ministry of Science, Technology and Energy, Bangkok, 1984.

14. Ohara, J. B., et al., "Coal, Carbonization and Gasification," Encyclopedia of Chemical Processing and Design (Mcketta, J. J. ed.) Vol. 8, pp. 439-443, Marcel Dekker, Inc., New York, 1979.

15. Coovattanachai, N., et al., "The Feasibility of Producer gas in Small Scale Electricity Generation," A Paper presented at the Meeting on Non-Conventional Energy and Applications organized by the Thai-Japanese Association and KMIT, 1981.

16. Min Koff, G. J., C. F. H. Tipper, Chemistry of Combustion Reactions, pp. 293-322, 395-398, Butter worths, 1962.

17. Molle, J. F., "Presentation of The biomass Gasification Workshop," Chulalongkorn University, Bangkok, 1984.

18. Kirk, R., D. F. Othmer, "Gasification of Solid fuel," Encyclopedia of Chemical Technology (Grayson, M., D. Echroth eds.) Vol. 10, pp. 356-375, John Wiley & Sons, Inc., 2nd. ed., New York, 1966.

19. Hall, D. O., Biomass for Energy in The Developing Country, pp. 71-75, Pergamon Press Ltd., 1982.

20. Coovattanachai, N., W. Chongcharoen, C. Koopatamold, "The Feasibility of Producer gas in Electricity Generation," Renewable Energy Review Journal, Vol. 4, no. 2, pp. 71-88, 1982.

21. Hulbler, J., J. C., Janka, "Fuels Synthetic," Encyclopedia of Chemical Technology (Grayson, M., D. Eckroth, eds.) Vol. 11, pp. 410-425, 1966.

22. Sopcisak, C. I., P. Rudolph, "Lurgi Pressure Gasifier," Encyclopedia of Chemical Processing and Design (McKetta, J. J., ed.) Vol. 9, pp. 42-47, Marcel Dekker, Inc. New York, 1979.

23. Francis, W., M. C. Peters, Fuels and Fuel Technology, pp. 313-439, Pergamon Press, 2nd. ed., 1980.

24. Breag, G. R., A. E. Chittenden, "Producer gas; Its Potential and Application in Developing Country," Publication of Tropical Product Institute, pp. 3-15, 1979.

25. Kunii, D., O. Levenspiel, Fluidization Engineering, p. 1, John Wiley & Sons, Inc., 1969.

26. Ergun, S., Chemical Engineering Process, pp. 48-49, 1972.

27. Chulalongkorn University, "500 We Gasifier (Unit Number3)," A research on Biomass Gasification in Thailand Submitted to the National Energy Administration, Ministry of Science,

Technology and Energy, pp. 149-152, Bangkok, 1984.

28. ____, "500 We Gasifier (Unit Number 4)," A research on Biomass Gasification in Thailand Submitted to the National Energy Administration, Ministry of Science, Technology and Energy, pp. 155-157, Bangkok, 1984.

29. ____, "7 Hp Gasifier (Unit Number 1)," A research on Biomass Gasification in Thailand Submitted to the National Energy Administration, Ministry of Science, Technology and Energy, pp. 161-162, Bangkok, 1984.

30. Arthayukti, W., et al., "Air Gasification of Corn Cobs in a tubular open top batch Gasifier," A research on Biomass Gasification in Thailand Submitted to the National Energy Administration, Ministry of Science, Technology and Energy, pp. 163-169, Bangkok, 1984.

31. Sagetong, P., "Fluidized-Bed Gasifier (Unit Number 1)," A research on Biomass Gasification in Thailand Submitted to the National Energy Administration, Ministry of Science, Technology and Energy, pp. 219-225, Bangkok, 1984.

32. Coovattanachai, N., "16 Hp Gasifier (Units Number 1 and 2)," A research on Biomass Gasification in Thailand Submitted to the National Energy Administration, Ministry of Science, Technology and Energy, pp. 261-274, Bangkok, 1984.

33. Johnson, J. L., Chemistry of Coal Utilization, Wiley -interscience, 1981.

34. Himus, G. W., The elements of fuel technology, Leonard Hill (Books) Ltd., 2nd ed., 1958.

35. Lobolay, N., C. Laguerie, H. Angelino, "Gasification of Coke in a fluidized bed of sand," เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง Fluidization Technology III and Energy Technology I ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับสถาบันวิศวกรรมเคมี (I.G.C.) Tolouse ประเทศฝรั่งเศส, 2529.

36. Hougen, O. A., K. M. Watson, Chemical Process Principle, John Wiley & Sons, Inc., London, 1954.

37. กัญจนา บุญยเกียรติ, การคำนวณขั้นต้นในวิชาวิศวกรรมเคมี เล่มที่ 1 และ 2, ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

38. Probstein, R. F., R. Edwinkicks, Synthetic Fuels, international student ed., 1982.

39. อำพล ซื่อตรง, เดตารถยนต์รุ่นต่าง ๆ, หน้า 97 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (ไทย-เยอรมัน) กรุงเทพมหานคร, 2518.

40. Obert, E. F., Internal Combustion Engines, pp. 1-10, International Textbook Company, 3rd ed., 1968.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ก. 1 <u>ตัวอย่างการคำนวณสมดุลมวลสารและสมดุลพลังงาน</u> (ผลการทดลองที่ 53)

สมดุลมวลสาร

ข้อกำหนด 1. โปรดิวเซอร์ก๊าซมีองค์ประกอบเพียง 4 ชนิดคือ CO_2, CO, O_2 และ N_2

2. N_2 ไม่ทำปฏิกิริยา

3. H_2 ในถ่านจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนหมด

4. อากาศประพฤติตัวเป็นก๊าซอุดมคติ

หลักอ้างอิง การปฏิบัติงาน 1 นาที

มวลสารเข้า

1. น้ำหนักของอากาศแห้ง

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 27.0 °ซ. = 80.6 °ฟ.

อุณหภูมิกระเปาะเปียก 24.0 °ซ. = 75.2 °ฟ.

จากรูปที่ 20 หน้า 122 (ที่มา 36)

ความชื้นโมแลล (Molal Humidity) ของอากาศ = 0.029 $\frac{\text{โมลของน้ำ}}{\text{โมลของอากาศแห้ง}}$

อัตราการไหลของอากาศ = 0.29 ลบ.ม./นาที

กรัมโมลของอากาศแห้งที่ 24.0 °ซ.

$$= \frac{0.29 \text{ ลบ.ม.}}{\text{นาที}} \left| \frac{1 \text{ โมลอากาศเปียก}}{0.0224 \text{ ลบ.ม.}} \right| \frac{1 \text{ โมลอากาศแห้ง}}{1.029 \text{ โมลอากาศเปียก}} \left| \frac{273}{273 + 24.0} \right| \frac{\text{เคลวิน}}{\text{เคลวิน}}$$

= 11.56 กรัมโมล/นาที

อากาศที่ป้อนเข้ามา = $\frac{11.56 \text{ กรัมโมล}}{1 \text{ กรัมโมล}} \left| \frac{29 \text{ กรัม}}{} \right.$ = 335.38 กรัม

ไนโตรเจนในอากาศ = 11.56 x 0.79 = 9.1362 กรัมโมล

ออกซิเจนในอากาศ = 11.56 x 0.21 = 2.4286 กรัมโมล

2. น้ำหนักความชื้นในอากาศ

$$= \frac{0.029 \text{ โมลของน้ำ}}{\text{โมลของอากาศแห้ง}} \Big| \frac{11.56 \text{ โมลอากาศแห้ง}}{}$$

= 0.3353 กรัมโมล

= 6.035 กรัม

มวลสารออก

1. น้ำหนักของก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง

สมดุลไนโตรเจน

หลักอ้างอิง 100 กรัมโมลของก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง

ไนโตรเจนในอากาศ = 9.1362 กรัมโมล

ไนโตรเจนจากถ่าน $\frac{0.13}{100} \times \frac{99}{28.2}$ = 0.0046 กรัมโมล

ไนโตรเจนทั้งหมด = 9.1408 กรัมโมล

ร้อยละไนโตรเจนในก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง = 100 - %CO - $\%CO_2$ - $\%O_2$

= 100 - 27.5 - 2.5 - 0.5

= 69.5

ไนโตรเจน 69.5 กรัมโมล มีอยู่ในก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง 100 กรัมโมล

" 9.1408 " " $\frac{100 \times 9.1408}{69.5}$ กรัมโมล

= 13.1522 กรัมโมล

CO_2 = 13.1522 × 0.025 = 0.3288 กรัมโมลหรือคูณด้วย 44 = 14.47 กรัม

CO = 13.1522 × 0.275 = 3.6168 กรัมโมลหรือคูณด้วย 28 = 101.27 กรัม

O_2 = 13.1522 × 0.005 = 0.0657 กรัมโมลหรือคูณด้วย 32 = 2.10 กรัม

N_2 = 9.1408 กรัมโมลหรือคูณด้วย 28.2 = 257.77 กรัม

รวม = 375.61 กรัม

2. น้ำหนักความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์

ความชื้นในอากาศ = 0.3353 กรัมโมล

ความชื้นอิสระในถ่าน $8.10 \times \frac{99}{18}$ = 0.4455 กรัมโมล

จากไฮโดรเจนในถ่าน $3.635 \times \frac{99}{2.016}$ = 1.7850 กรัมโมล

รวม = 46.1852 กรัม

สมดุลมวลสารทั้งหมด

มวลสารเข้า (กรัม)		มวลสารออก (กรัม)	
ถ่านไม้ที่ป้อน	99	ถ่านล้น	2.0
อากาศแห้ง	335.38	ฝุ่นถ่าน	10.51
ความชื้นในอากาศ	6.04	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	375.61
รวมทั้งหมด	440.04	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์	46.18
		มวลสารสูญหาย	5.74
		รวมทั้งหมด	440.04

สมดุลพลังงาน

ข้อกำหนด 1. อุณหภูมิของฝุ่นถ่าน เท่ากับอุณหภูมิของก๊าซผลิตภัณฑ์

2. อุณหภูมิของถ่านล้น เท่ากับอุณหภูมิของ เบด

3. ความจุความร้อนและค่าความร้อนของถ่านล้นและฝุ่นถ่าน เท่ากับถ่าน

4. อุณหภูมิอ้างอิง เป็นอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศ

อุณหภูมิอ้างอิง 24.0 °ซ. (ไอน้ำในอากาศที่ป้อนเข้าสู่ระบบพิจารณา เป็นของ เหลว)

หลักอ้างอิง การปฏิบัติงาน 1 นาที

พลังงานเข้า

1. ค่าความร้อนของถ่านไม้

$$= \frac{99 \text{ กรัม}}{} \left| \frac{6.995 \text{ กิโลแคลอรี}}{\text{กรัม}} \right. = 692.51 \text{ กิโลแคลอรี}$$

2. เอนทาลปีของน้ำที่ป้อนเข้ามาพร้อมกับอากาศ

ความร้อนของการกลายเป็นไอ = 9717 $\frac{\text{แคลอรี}}{\text{กรัมโมล}}$ = 539.8 $\frac{\text{แคลอรี}}{\text{กรัม}}$

(ที่มา : 36 ตารางที่ 26 หน้า 274)

เอนทาลปี = 539.8 x 6.035 = 3260 แคลอรี

= 3.26 กิโลแคลอรี

พลังงานออก

1. ค่าความร้อนของถ่านล้น = $\frac{100 - \text{ร้อยละของเถ้า}}{100 - \text{ร้อยละของเถ้าเดิม}}$ x น้ำหนักของถ่านล้น

x ค่าความร้อนของถ่าน

= $\frac{100 - 19.83}{100 - 8.14}$ x 2.0 x 6.995

= 12.21 กิโลแคลอรี

2. ค่าความร้อนของฝุ่นถ่าน (เช่นเดียวกับกรณีถ่านล้น)

= $\frac{100 - 18.89}{100 - 8.14}$ x 10.51 x 6.995

= 64.91 กิโลแคลอรี

3. ค่าความร้อนของก๊าซผลิตภัณฑ์

= ค่าความร้อนของการเผาไหม้ของ CO (หน้า 306) x กรัมโมลของ CO

= 67.6361 $\frac{\text{กิโลแคลอรี}}{\text{กรัมโมล}}$ x 3.6168 (มวลสารออก ข้อ 1)

= 244.63 กิโลแคลอรี

4. เอนทาลปีของถ่านล้น

= ความจุความร้อนของถ่าน (หน้า 265) x น้ำหนักถ่านล้น x (อุณหภูมิเบด - อุณหภูมิอ้างอิง)

= 0.000242 $\frac{\text{กิโลแคลอรี}}{(\text{กรัม})(^{\circ}\text{ซ.})}$ x 2.0 x (1100 - 24.0) $^{\circ}$ซ.

= 0.52 กิโลแคลอรี

5. เอนทาลปีของฝุ่นถ่าน (พิจารณาตามข้อกำหนดที่ 1)

= 0.000242 $\frac{\text{กิโลแคลอรี}}{(\text{กรัม})(^{\circ}\text{ซ.})}$ x 10.51 x (200 - 24) $^{\circ}$ซ.

= 0.45 กิโลแคลอรี

6. เอนทาลปีของก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง

ค่าความจุความร้อนเฉลี่ยของก๊าซหาได้จากตารางที่ 19 หน้า 258 (36)

= ค่าความจุความร้อนที่ 200°ซ. x กรัมโมลของก๊าซ x (อุณหภูมิของก๊าซ - อุณหภูมิอ้างอิง)

CO_2 = $9.701 \times 10^{-3} \times 0.3288 (200-24)$ = 0.561 กิโลแคลอรี

CO = $7.017 \times 10^{-3} \times 3.6168 (200-24)$ = 4.4667 กิโลแคลอรี

O_2 = $7.181 \times 10^{-3} \times 0.0657 (200-24)$ = 0.8303 กิโลแคลอรี

N_2 = $6.996 \times 10^{-3} \times 9.1408 (200-24)$ = 11.2550 กิโลแคลอรี

รวม = 17.1134 กิโลแคลอรี

7. เอนทาลปีของน้ำในก๊าซผลิตภัณฑ์

ความร้อนของการกลายเป็นไอที่ 24.0 °ซ. = 0.5398 x 46.1852

= 24.93 กิโลแคลอรี

ความร้อนยิ่งยวด

= โมลน้ำ x ความจุความร้อนของน้ำ (หน้า 258) x (อุณหภูมิของก๊าซ - อุณหภูมิอ้างอิง)

$= 2.5658 \times 8.177 \times 10^{-3} \frac{\text{กิโลแคลอรี}}{(\text{โมล})(\text{ซ.})} (200-24)^{\circ}\text{ซ.}$

= 3.69 กิโลแคลอรี

รวมเอทาลปีของน้ำในก๊าซผลิตภัณฑ์ = 24.93 + 3.69 = 28.62 กิโลแคลอรี

8. ค่าความร้อนของการเกิด (Heat of Formation) ที่มา (36) ตารางที่ 29 หน้า 297

ค่าความร้อนของการเกิด x กรัมโมลของก๊าซ

$CO = \frac{26.4157 \text{ กิโลแคลอรี}}{\text{กรัมโมล}} \Big| \frac{3.6168 \text{ กรัมโมล}}{}$

= 95.54 กิโลแคลอรี

สมดุลพลังงานทั้งหมด

พลังงานเข้า (กิโลแคลอรี)		พลังงานออก (กิโลแคลอรี)	
ค่าความร้อนของถ่านไม้	692.51	ค่าความร้อนของถ่านล้น	12.21
เอนทาลปีของความชื้น	3.26	ค่าความร้อนของฝุ่นถ่าน	64.91
รวม	695.77	ค่าความร้อนของก๊าซผลิตภัณฑ์	244.63
		เอนทาลปีของถ่านล้น	0.52
		เอนทาลปีของฝุ่นถ่าน	0.45
		เอนทาลปีของก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	17.11
		เอนทาลปีของความชื้นในก๊าซ	24.93
		ค่าความร้อนของการเกิดของ CO	95.54
		ความร้อนที่สูญหาย	235.37
		รวม	695.77

ก.2 การคำนวณประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (58)

ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงคำนวณจากค่าความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิงทั้งหมดเป็นอัตราส่วนร้อยละต่อพลังงานความร้อนที่เข้าสู่ระบบ

ตัวอย่างการทดลองที่ 53 (พิจารณาตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก)

$$\text{ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (อัตราส่วนร้อยละ)} = \frac{\text{ค่าความร้อนของก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้}}{\text{ค่าความร้อนทั้งหมดที่ป้อนเข้าสู่ระบบ}} \times 100$$

$$= \frac{244.63}{695.77} \times 100$$

$$= 35.16$$

ตารางที่ ก 1 แสดงผลการคำนวนสมดุลมวลสาร

การทดลองที่	มวลสารเข้า (กรัม)				มวลสารออก (กรัม)					มวลสารสูญหาย (กรัม)
	ถ่านไม้	อากาศแห้ง	ความชื้นในอากาศ	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์	ทั้งหมด	
1	130.00	373.46	7.18	510.64	6.10	28.60	374.33	59.91	468.94	41.70
2	130.00	385.94	7.43	523.37	7.00	28.20	402.41	60.15	497.77	25.60
3	130.00	397.30	7.64	534.94	9.50	29.30	404.54	60.37	503.71	31.23
4	130.00	410.92	7.90	548.82	6.80	20.50	407.31	60.63	495.24	53.58
5	130.00	376.78	6.31	513.09	3.90	18.10	391.26	59.04	472.31	40.78
6	130.00	389.38	6.52	525.90	6.00	20.60	436.19	59.25	522.05	3.85
7	130.00	400.83	6.72	537.55	4.00	18.90	449.34	59.45	531.68	5.87
8	130.00	414.58	6.95	551.53	5.70	19.22	453.92	59.67	538.51	13.02
9	130.00	371.27	3.80	505.07	0.00	17.70	413.91	56.53	488.15	16.92
10	130.00	400.74	4.10	534.84	0.00	17.30	450.51	56.83	524.84	10.00
11	130.00	412.53	4.22	546.75	0.08	22.90	462.85	56.95	542.78	3.97
12	130.00	462.03	4.73	596.76	1.44	14.10	524.22	57.46	597.22	-0.46

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

การทดลองที่	มวลสารเข้า (กรัม)				มวลสารออก (กรัม)					มวลสารสูญหาย (กรัม)
	ถ่านไม้	อากาศแห้ง	ความชื้นในอากาศ	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์	ทั้งหมด	
13	162.00	341.30	3.81	507.11	0.60	38.70	394.46	69.52	503.28	3.83
14	162.00	370.73	4.14	536.87	1.80	21.70	432.20	69.85	525.55	11.32
15	162.00	400.15	4.47	566.62	4.90	18.30	459.59	70.18	552.97	13.65
16	162.00	426.04	4.76	592.80	8.90	21.70	475.60	70.47	576.66	16.14
17	162.00	358.00	4.22	524.22	0.70	30.00	413.94	69.93	514.57	9.65
18	162.00	386.77	4.55	552.72	1.70	36.90	439.80	70.26	548.67	4.05
19	162.00	410.82	4.84	577.66	3.00	23.30	457.95	70.55	554.80	22.86
20	162.00	435.47	5.13	602.60	3.50	21.10	493.28	70.84	588.72	13.88
21	162.00	356.79	4.21	523.00	0.20	16.60	389.29	69.91	476.00	47.00
22	162.00	384.86	4.54	551.40	3.00	23.70	433.95	70.25	530.89	20.51
23	162.00	409.43	4.82	576.26	7.00	28.30	453.08	70.54	558.91	17.35
24	162.00	433.99	5.12	601.11	9.00	24.30	472.35	70.83	576.48	24.63

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

การทดลองที่	มวลสารเข้า (กรัม)				มวลสารออก (กรัม)					มวลสารสูญหาย (กรัม)
	ถ่านไม้	อากาศแห้ง	ความชื้นในอากาศ	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์	ทั้งหมด	
25	280.00	502.93	9.05	791.98	4.00	67.10	578.33	122.62	772.06	19.92
26	280.00	525.79	9.46	815.25	5.00	60.30	605.41	123.03	793.74	21.51
27	280.00	554.36	9.98	844.34	3.20	49.40	660.27	123.55	836.42	7.92
28	280.00	571.51	10.29	861.80	8.50	76.10	626.32	123.86	834.77	27.03
29	280.00	505.73	7.85	793.58	15.00	52.29	588.27	121.42	776.98	16.60
30	280.00	528.72	8.20	816.92	14.51	54.05	614.03	121.77	804.36	12.56
31	280.00	551.71	8.56	840.27	15.90	52.20	637.43	122.13	827.67	12.60
32	280.00	574.69	8.92	863.61	15.80	56.70	661.76	122.49	856.75	6.86
33	280.00	504.69	6.89	791.58	20.97	67.10	575.65	120.46	784.19	7.39
34.	280.00	527.63	7.20	814.83	28.16	55.26	600.11	120.77	804.31	10.52
35	280.00	556.31	7.59	843.90	18.28	60.28	634.44	121.17	834.16	9.74
36	280.00	573.51	7.83	861.35	23.78	60.80	646.94	121.40	852.92	8.43

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

การทดลองที่	มวลสารเข้า (กรัม)				มวลสารออก (กรัม)					มวลสารสูญหาย (กรัม)
	ถ่านไม้	อากาศแห้ง	ความชื้นในอากาศ	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์	ทั้งหมด	
37	88.67	430.05	4.80	523.52	5.42	10.64	453.79	40.77	510.62	12.90
38	88.67	444.63	4.96	538.27	5.45	10.52	464.35	40.93	521.25	17.02
39	88.67	457.00	5.11	550.78	2.10	11.67	478.66	41.07	533.50	17.28
40	88.67	471.59	5.27	565.53	1.73	12.41	491.75	41.23	547.13	18.40
41	88.67	424.14	7.10	519.91	0.20	11.21	44.365	43.07	498.13	21.78
42	88.67	438.52	7.35	534.54	0.41	9.46	455.22	43.31	508.41	26.13
43	88.67	450.72	7.55	546.95	0.97	14.84	480.08	43.52	539.41	7.54
44	88.67	465.11	7.79	561.57	0.30	11.51	494.73	43.76	550.30	11.27
45	88.67	424.14	7.11	519.92	3.10	10.34	453.46	43.07	509.97	9.95
46	88.67	438.53	7.34	534.54	2.75	10.01	468.93	43.31	525.01	9.53
47	88.67	450.72	7.55	546.95	4.50	10.00	480.53	43.52	538.55	8.40
48	88.67	465.11	7.79	561.57	5.31	12.87	488.32	43.76	550.27	11.30

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

การทดลองที่	มวลสารเข้า (กรัม)				มวลสารออก (กรัม)					มวลสารสูญหาย (กรัม)
	ถ่านไม้	อากาศแห้ง	ความชื้นในอากาศ	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์	ทั้งหมด	
49	99.33	332.58	5.98	437.89	0.40	16.10	365.26	46.27	428.04	3.85
50	99.33	407.58	7.34	514.25	0.30	14.40	439.77	47.62	502.10	12.15
51	99.33	436.94	7.86	544.13	0.48	11.00	460.60	48.15	520.24	23.89
52	99.33	463.43	8.34	571.10	0.50	16.60	488.56	48.63	554.29	16.81
53	99.33	332.19	5.87	437.39	2.00	10.51	370.91	46.16	429.58	7.81
54	99.33	407.10	7.20	513.63	1.05	10.38	447.96	47.49	506.88	6.75
55	99.33	436.43	7.72	543.48	1.00	13.00	469.98	48.01	531.99	11.49
56	99.33	462.89	8.19	570.41	1.60	20.40	489.48	48.48	559.95	10.46
57	99.33	331.70	6.18	437.21	0.40	12.50	368.07	46.46	427.44	9.77
58	99.33	406.51	7.57	513.41	1.10	11.10	433.12	47.86	493.18	20.23
59	99.33	435.79	8.11	543.23	1.38	12.58	454.23	48.40	516.59	26.64
60	99.33	462.21	8.61	570.15	2.50	13.52	482.84	48.89	547.75	22.40

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

การทดลองที่	มวลสารเข้า (กรัม)				มวลสารออก (กรัม)					มวลสารสูญหาย (กรัม)
	ถ่านไม้	อากาศแห้ง	ความชื้นในอากาศ	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์	ทั้งหมด	
61	195.67	405.83	7.56	609.06	8.51	41.60	449.11	86.11	586.14	22.92
62	195.67	476.17	8.87	680.21	10.38	34.70	535.85	88.23	669.16	11.05
63	195.67	562.85	10.48	769.00	10.00	45.40	599.08	89.84	744.33	24.67
64	195.67	588.40	10.96	795.05	9.36	51.40	617.11	90.32	768.19	26.86
65	195.67	405.83	7.56	609.06	11.12	44.60	449.98	86.92	592.62	16.44
66	195.67	476.17	8.87	680.71	13.16	46.25	522.19	88.23	669.84	10.87
67	195.67	562.85	10.48	769.00	9.72	50.54	596.79	89.84	746.90	22.10
68.	195.67	588.42	10.96	795.05	10.23	52.04	621.36	90.32	773.95	21.10
69	195.67	405.83	7.56	609.06	12.40	53.80	449.48	86.92	602.61	21.10
70	195.67	476.17	8.87	680.71	16.10	41.20	521.59	88.23	667.13	6.45
71	195.67	562.84	10.48	768.99	10.10	45.60	596.87	89.84	742.42	13.58
72	195.67	588.42	10.96	795.05	15.50	58.80	615.64	90.32	780.26	26.57

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

การทดลองที่	มวลสาร เข้า (กรัม)				มวลสารออก (กรัม)					มวลสารสูญหาย (กรัม)
	ถ่านไม้	อากาศแห้ง	ความชื้นในอากาศ	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์	ทั้งหมด	
73	132.00	419.11	7.54	558.65	5.50	17.50	453.73	61.08	537.82	20.83
74	132.00	433.32	7.80	573.12	4.50	18.60	486.67	61.34	571.11	2.01
75	132.00	444.70	8.00	584.70	6.10	15.70	478.96	61.54	562.31	22.39
76	132.00	459.60	8.27	599.87	7.30	14.10	511.30	61.81	594.51	5.36
77	157.00	329.83	5.93	492.76	6.51	25.60	367.89	69.62	469.62	23.14
78	157.00	374.18	6.73	537.92	11.40	19.50	413.38	70.41	514.70	23.22
79	157.00	404.21	7.27	568.48	7.82	29.10	456.10	70.95	563.98	4.50
80	157.00	433.32	7.80	598.12	6.50	25.60	482.44	71.48	586.02	12.10

ตารางที่ ก 2 แสดงผลการคำนวณสมดุลพลังงาน

การทดลองที่	พลังงานเข้า (กิโลแคลอรี่)			พลังงานออก (กิโลแคลอรี่)										ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (อัตราส่วนร้อยละ)
				ค่าความร้อน			เอนทาลปี				ค่าความร้อนของการเกิด	ความร้อนที่สูญหาย	ทั้งหมด	
	ค่าความร้อนของถ่านไม้	เอนทาลปีของความชื้น	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์				
1	909.35	3.88	913.23	40.99	185.43	66.97	1.43	1.04	3.67	36.44	285.61	291.62	913.23	7.33
2	909.35	4.01	913.36	47.75	173.85	109.63	1.76	1.30	5.45	37.70	304.05	231.85	913.36	12.00
3	909.35	4.13	913.48	66.37	190.78	82.85	2.32	1.57	6.45	38.68	303.19	221.24	913.48	9.07
4	909.35	4.27	913.62	46.74	139.47	14.36	1.46	1.05	5.48	38.57	120.60	345.88	913.62	1.57
5	909.35	3.41	912.76	24.62	116.34	88.43	0.91	0.80	5.14	36.77	305.74	334.00	912.76	9.69
6	909.35	3.52	912.87	39.62	132.14	127.23	1.38	0.86	5.48	36.63	361.91	207.61	912.87	13.94
7	909.35	3.63	912.98	27.01	130.21	131.31	0.94	0.93	6.74	37.57	369.18	209.07	912.98	14.37
8	909.35	3.75	913.10	39.19	127.07	91.52	1.62	0.94	6.48	37.72	376.07	232.47	913.10	10.02
9	909.35	2.05	911.40	0.00	115.82	96.83	0.00	0.67	4.64	34.56	359.05	299.80	911.40	10.62
10	909.35	2.21	911.56	0.00	118.96	141.76	0.00	0.74	5.89	35.27	366.67	242.25	911.56	15.55
11	909.35	2.28	911.63	0.54	152.14	151.54	2.28	1.10	6.80	35.88	368.87	194.74	911.63	16.62
12	909.35	2.55	911.90	9.94	91.67	128.86	0.41	0.78	9.22	37.00	429.97	204.03	911.90	14.13

ตารางที่ ก 2 (ต่อ)

การทดลองที่	พลังงานเข้า (กิโลแคลอรี่)			พลังงานออก (กิโลแคลอรี่)										ประสิทธิภาพของเตาผลิต-ก๊าซเชื้อเพลิง (อัตราส่วนร้อยละ)
				ค่าความร้อน			เอนทาลปี				ค่าความร้อนของการเกิด	ความร้อนที่สูญหาย	ทั้งหมด	
	ค่าความร้อนของถ่านไม้	เอนทาลปีของความชื้น	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์				
13	1133.19	2.06	1135.25	3.86	253.27	166.29	0.16	1.76	5.89	43.47	364.78	295.75	1135.25	14.65
14	1133.19	2.24	1135.43	10.76	133.87	160.32	0.43	1.04	6.81	44.00	400.10	378.07	1135.43	14.12
15	1133.19	2.41	1135.60	29.99	120.51	159.58	1.18	0.65	5.17	42.58	410.49	365.03	1135.60	14.05
16	1133.19	2.57	1135.76	58.05	132.46	89.28	2.49	0.83	5.29	43.09	437.14	367.12	1135.76	7.86
17	1133.19	2.28	1135.47	4.71	177.66	168.69	0.17	1.36	6.09	43.71	377.83	355.24	1135.47	14.86
18	1133.19	2.46	1135.65	11.31	256.64	153.79	0.42	1.41	5.22	42.94	394.22	269.68	1135.65	13.54
19	1133.19	2.61	1135.80	20.43	159.47	128.68	0.69	0.89	5.18	43.12	404.95	372.40	1135.80	11.33
20	1133.19	2.77	1135.96	21.01	144.58	160.77	0.89	0.96	6.92	44.28	424.12	332.43	1135.96	14.15
21	1133.19	2.27	1135.46	1.38	98.63	137.02	0.05	0.71	5.21	43.35	342.77	506.32	1135.46	12.07
22	1133.19	2.45	1135.64	19.97	163.16	158.22	0.74	1.01	5.80	43.55	381.65	361.54	1135.64	13.93
23	1133.19	2.61	1135.80	44.48	189.73	128.25	1.94	1.21	5.79	43.73	397.02	323.64	1135.80	11.29
24	1133.19	2.76	1135.95	59.10	154.36	96.03	2.37	0.80	4.47	42.60	413.81	362.40	1135.95	8.45

ตารางที่ ก 2 (ต่อ)

การทดลองที่	พลังงานเข้า (กิโลแคลอรี่)			พลังงานออก (กิโลแคลอรี่)										ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (อัตราส่วนร้อยละ)
				ค่าความร้อน			เอนทาลปี				ค่าความร้อนของการเกิด	ความร้อนที่สูญหาย	ทั้งหมด	
	ค่าความร้อนของถ่านไม้	เอนทาลปีของความชื้น	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์				
25	1958.60	4.89	1963.49	26.28	453.58	217.29	0.93	3.29	9.31	77.51	586.86	588.41	1963.49	11.07
26	1958.60	5.11	1963.71	34.70	354.08	210.95	1.21	2.51	8.03	76.05	610.34	665.82	1963.71	10.74
27	1958.60	5.38	1963.98	21.11	278.38	185.21	0.78	2.30	10.91	77.52	693.40	694.35	1963.98	9.43
28	1958.60	5.55	1963.15	56.95	489.50	120.61	2.16	4.10	10.25	79.45	624.61	576.51	1963.15	6.14
29	1958.60	4.24	1963.84	103.80	309.09	253.75	3.82	2.57	9.52	76.78	585.50	618.01	1963.84	12,92
30	1958.60	4.43	1963.03	100.83	325.94	242.86	3.73	2.79	10.41	77.57	608.18	590.72	1963.03	12.37
31	1958.60	4.62	1963.22	109.29	304.51	236.85	3.97	2.44	9.59	76.66	623.43	596.50	1963.22	12.06
32	1958.60	4.81	1963.41	110.15	358.83	176.65	4.02	2.92	10.95	78.02	667.44	554.41	1963.41	9.00
33	1958.60	3.72	1963.32	146.20	434.65	237.87	4.93	3.43	9.61	76.65	568.07	480.89	1963.32	12.12
34	1958.60	3.89	1963.49	194.97	330.26	225.65	6.42	2.96	10.35	77.42	588.72	525.75	1963.49	11.49
35	1958.60	4.10	1963.70	126.65	391.12	221.85	3.90	3.78	11.31	78.24	616.88	509.38	1963.70	11.30
36	1958.60	4.23	1963.83	152.76	387.58	172.95	5.53	3.40	11.09	78.39	639.53	511.59	1963.83	8.81

ตารางที่ ก 2 (ต่อ)

การทดลองที่	พลังงานเข้า (กิโลแคลอรี่)			พลังงานออก (กิโลแคลอรี่)										ประสิทธิภาพของเตาผลิต - ก๊าซเชื้อเพลิง (อัตราส่วนร้อยละ)
				ค่าความร้อน			เอนทาลปี				ค่าความร้อนของการเกิด	ความร้อนที่สูญหาย	ทั้งหมด	
	ค่าความร้อนของถ่านไม้	เอนทาลปีของความชื้น	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์				
37	620.25	2.95	622.84	36.03	67.28	156.29	1.45	0.37	4.21	24.69	276.48	56.02	622.84	25.09
38	620.25	2.68	622.93	37.30	68.08	127.26	1.54	0.45	5.08	25.36	289.45	68.40	622.93	20.43
39	620.25	2.75	623.00	13.86	71.53	85.97	0.60	0.47	4.85	25.25	320.13	100.34	623.00	13.80
40	620.25	2.84	623.09	11.77	81.88	72.72	0.48	0.44	4.56	24.97	330.71	95.55	623.09	11.67
41	620.25	3.83	624.08	1.37	74.50	232.18	0.06	0.55	6.02	27.25	226.98	55.15	624.08	37.20
42	620.25	3.96	624.21	2.78	60.12	119.67	0.12	0.44	5.46	27.21	283.72	124.68	624.21	19.17
43	620.25	4.07	624.32	6.55	97.54	75.34	0.26	0.62	5.47	26.93	338.74	72.84	624.32	12.07
44	620.25	4.20	624.45	1.94	74.11	66.81	0.07	0.37	4.36	26.27	350.63	99.87	624.45	10.70
45	620.25	3.83	624.08	21.45	69.71	189.71	0.88	0.51	6.35	27.25	268.96	39.26	624.08	30.40
46	620.25	3.96	624.21	18.07	62.45	139.39	0.77	0.47	6.17	27.21	303.28	66.38	624.21	22.33
47	620.25	4.07	624.32	29.02	62.38	81.78	1.25	0.49	6.76	27.54	336.51	78.56	624.32	13.10
48	620.25	4.21	624.45	36.39	85.46	67.24	1.43	0.45	4.76	26.47	336.73	65.50	624.45	10.77

ตารางที่ ก 2 (ต่อ)

การทดลองที่	พลังงานเข้า (กิโลแคลอรี่)			พลังงานออก (กิโลแคลอรี่)										ประสิทธิภาพของเตาผลิต-ก๊าซเชื้อเพลิง (อัตราส่วนร้อยละ)
				ค่าความร้อน			เอนทาลปี				ค่าความร้อนของการเกิด	ความร้อนที่สูญหาย	ทั้งหมด	
	ค่าความร้อนของถ่านไม้	เอนทาลปีของความชื้น	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์				
49	694.81	3.23	698.04	2.58	99.20	234.82	0.11	0.64	4.42	28.41	91.71	236.13	698.04	33.64
50	694.81	3.96	698.77	1.97	95.83	167.43	0.08	0.74	6.56	30.35	65.32	314.16	698.77	23.96
51	694.81	4.24	699.08	3.18	71.18	132.38	0.14	0.51	5.89	30.23	51.70	387.77	699.08	18.94
52	694.81	4.50	699.31	3.44	111.79	87.25	0.13	0.74	6.01	30.31	34.99	406.09	699.31	12.48
53	694.81	3.17	697.98	12.63	65.52	241.96	0.52	0.44	4.90	28.55	94.99	236.15	697.98	34.67
54	694.81	3.89	698.70	6.83	64.46	192.69	0.29	0.51	6.79	30.03	75.14	299.79	698.70	27.58
55	694.81	4.17	698.98	6.84	85.49	145.08	0.28	0.64	6.60	30.36	56.635	350.295	698.98	20.76
56	694.81	4.42	699.23	10.84	131.86	83.68	0.44	0.95	6.41	30.43	32.66	385.05	699.23	11.97
57	694.81	3.33	698.14	2.78	85.12	236.21	0.11	0.52	4.83	28.70	92.34	236.355	698.14	33.83
58	694.81	4.09	698.90	7.28	70.04	193.07	0.31	0.54	6.09	30.26	75.39	300.27	698.90	27.62
59	694.81	4.38	699.19	9.40	84.28	143.53	0.39	0.65	6.52	30.83	56.11	349.69	699.19	20.53
60	694.81	4.65	699.46	16.07	83.02	94.95	0.67	0.63	6.34	30.69	37.11	412.97	699.46	13.57

หอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ตารางที่ ก 2 (ต่อ)

การทดลองที่	พลังงานเข้า (กิโลแคลอรี่)			พลังงานออก (กิโลแคลอรี่)										ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (อัตราส่วนร้อยละ)
				ค่าความร้อน			เอนทาลปี				ค่าความร้อนของการเกิด	ความร้อนที่สูญหาย	ทั้งหมด	
	ค่าความร้อนของถ่านไม้	เอนทาลปีของความชื้น	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์				
61	1368.71	4.08	1372.79	55.94	254.60	253.32	2.25	1.94	6.43	54.54	363.79	373.98	1372.79	18.45
62	1368.71	4.79	1373.50	72.53	237.74	267.83	2.82	1.70	8.36	55.77	429.49	297.25	1373.50	19.50
63	1368.71	5.66	1374.37	68.47	304.52	222.19	2.81	2.33	8.64	57.21	444.90	263.28	1374.37	16.17
64	1368.71	5.91	1374.62	60.74	326.71	170.10	2.65	3.14	10.22	59.21	467.17	274.68	1374.62	12.37
65	1368.71	4.08	1372.79	73.65	278.34	253.31	2.75	2.29	7.09	55.35	368.62	331.38	1372.79	18.45
66	1368.71	4.79	1373.50	89.61	295.57	275.62	3.32	2.38	8.10	56.18	396.45	246.25	1373.50	20.07
67	1368.71	5.66	1374.37	66.53	336.59	228.22	2.59	2.59	8.44	57.21	437.02	235.15	1374.37	16.61
68	1368.71	5.91	1374.62	70.13	340.86	200.53	2.63	2.67	8.72	57.51	461.21	230.34	1374.62	14.59
69	1368.71	4.08	1372.79	84.85	364.13	260.05	3.06	2.76	7.18	55.34	364.24	231.15	1372.79	18.94
70	1368.71	4.79	1373.50	108.51	271.06	283.32	4.10	2.12	8.20	56.18	391.37	248.63	1373.50	20.62
71	1368.71	5.66	1374.37	68.54	296.15	237.66	2.69	2.34	8.73	57.21	432.53	268.49	1374.37	17.29
72	1368.71	5.91	1374.62	103.78	355.30	186.46	4.02	3.02	8.77	57.51	455.95	199.79	1374.62	13.56

ตารางที่ ก 2 (ต่อ)

การทดลองที่	พลังงานเข้า (กิโลแคลอรี)			พลังงานออก (กิโลแคลอรี่)										ประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (อัตราส่วนร้อยละ)
				ค่าความร้อน			เอนทาลปี				ค่าความร้อนของการเกิด	ความร้อนที่สูญหาย	ทั้งหมด	
	ค่าความร้อนของถ่านไม้	เอนทาลปีของความชื้น	ทั้งหมด	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ถ่านล้น	ฝุ่นถ่าน	ก๊าซผลิตภัณฑ์แห้ง	ความชื้นในก๊าซผลิตภัณฑ์				
73	923.34	4.07	927.41	36.57	110.14	222.67	1.54	0.72	5.44	37.72	305.43	207.16	927.41	24.01
74	923.34	4.21	927.55	29.36	119.37	260.65	1.24	0.77	6.33	37.87	333.72	138.21	927.55	28.10
75	923.34	4.32	927.66	39.93	98.55	230.57	1.65	0.65	5.77	38.00	313.44	199.06	927.66	24.86
76	923.34	4.46	927.80	49.65	90.31	186.21	1.87	0.58	6.38	38.17	380.03	174.57	927.80	20.07
77	1098.22	3.20	1101.42	42.98	164.90	171.06	1.69	1.06	4.75	42.99	319.40	352.57	1101.42	15.53
78	1098.22	3.63	1101.85	74.21	120.29	245.45	2.76	0.90	5.97	44.13	307.04	301.08	1101.85	22.28
79	1098.22	3.92	1102.14	53.38	191.63	262.69	1.97	1.20	6.09	43.81	340.53	200.83	1102.14	23.83
80	1098.22	4.21	1102.43	42.92	164.90	224.33	1.68	1.06	6.22	44.14	367.98	249.17	1102.43	20.35

ภาคผนวก ข

การหาค่าความร้อน (Heating Value)

ค่าความร้อน (heating value or calorific value) วิเคราะห์ค่าความร้อนโดยใช้เครื่องหาค่าความร้อนแบบอัตโนมัติ รุ่น CA-3 ของชิมัตสุ (Shimadzu) เครื่องนี้เป็นเครื่องหาความร้อนแบบอะเดียเบติคตามวิธีมาตรฐานของ ASTM D2015 ต่อเข้ากับเครื่องคำนวณแสดงผลออกเป็นค่าความร้อน ตามรูปที่ ข. 1 ติดตั้งอยู่ ณ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เครื่องหาค่าความร้อนแบบนี้ทำงานโดยอัตโนมัติ วัดค่าความร้อนจากการเผาไหม้แสดงผลเป็นตัวเลข กรณีตัวอย่างเป็นของแข็ง เช่น ถ่านหิน, ถ่านไม้ หรือถ่านชาร์ จะต้องอัดตัวอย่างเป็นก้อน หรือห่อด้วยกระดาษฟาง (rice paper) ที่ทราบค่าความร้อนแล้ว พันห่อกระดาษด้วยลวดเผาไหม้ (ignition wire) ใส่ลงในถ้วยตัวอย่าง (sample pan) ทำด้วยเหล็กไร้สนิม วางถ้วยตัวอย่างในห่วงของเครื่องบอมบ์ ปิดฝาและอัดก๊าซออกซิเจนด้วยความดัน 30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เช่นเดียวกับเครื่องบอมบ์ทั่ว ๆ ไป แล้วประกอบเข้าในถัง (jacket) เมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องคงที่ ตัวอย่างจะถูกเผาไหม้ (ignite) และแสดงผลค่าความร้อน การทำงานภายในเครื่องก็คือ การทำงานของเครื่องหาความร้อนแบบอะเดียแบติค คือปรับอุณหภูมิน้ำในถังให้เท่ากับเครื่องที่แช่บอมบ์ เพื่อกันการสูญเสียความร้อน และวัดอุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับความร้อนจากตัวอย่างที่ถูกเผาไหม้ แสดงผลซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$Q = c\,(W + w) \times td$$

Q = ค่าความร้อนจากการเผาไหม้, แคลอรี

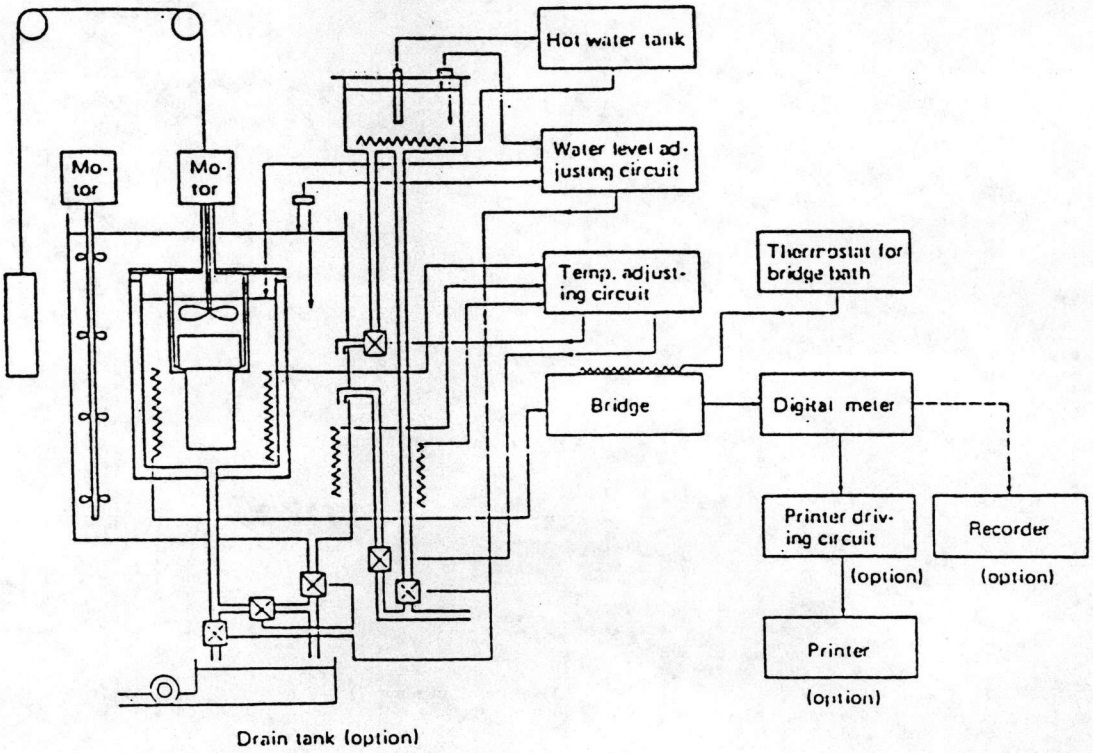
c = ความร้อนจำเพาะของน้ำ, แคลอรีต่อกรัมต่อองศา

W = ค่าคงที่ของเครื่อง (Water equivalent), กรัม

w = ปริมาตรน้ำในเครื่องที่แช่บอมบ์, กรัม

td = อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น, องศา

ค่าของ c (W + w) เป็นค่าคงที่ของเครื่องหนึ่ง ๆ เมื่อปรับเครื่องด้วยมาตรฐานที่ทราบค่าความร้อนแล้ว คือกรดเบนโซอิคแห้ง (benzoic acid) ดังนั้นค่าความร้อน (Q) เป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (td) จึงสามารถแสดงค่าความร้อนจากเครื่องได้เป็น แคลอรี



รูปที่ ข. 1 แผนผังการทำงานของเครื่องหาค่าความร้อนแบบอัตโนมัติ

ภาคผนวก ค

ค.1 ผลการทดลองเดินเครื่องยนต์เบื้องต้น

ทำการทดลองนำก๊าซผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสภาวะการทดลองที่ 53 ซึ่งได้อัตราส่วนร้อยละของคาร์บอนมอนอกไซด์สูงที่สุดสำหรับการทดลองที่ผ่านมาทั้งหมด นำมาทดลองใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยต่อไป ผลการทดลองเป็นดังนี้คือ

สภาวะก่อนเข้าเครื่องยนต์

อัตราการไหลของอากาศ (ลบ.ม./นาที)	อุณหภูมิเบด (°ซ.)	อุณหภูมิจุด 1 (°ซ.)	อุณหภูมิจุด 2 (°ซ.)	ก๊าซผลิตภัณฑ์ (อัตราส่วนร้อยละ)				อุณหภูมิก่อนเข้าเครื่อง (°ซ.)
				CO_2	CO	O_2	N_2+ก๊าซอื่น ๆ	
0.29	1120	1040	970	3.0	26.0	0.1	70.9	30.6

ผลการเดินเครื่องยนต์

การทดลองที่	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	ความดันลด (ซม.น้ำ)	ปริมาณก๊าซ-เชื้อเพลิงที่ใช้ (ลบ.ม/นาที)	ปริมาณก๊าซเสียจากเครื่องยนต์ (อัตราส่วนร้อยละ)				อุณหภูมิ (°ซ.)	กำลังเครื่องยนต์ (แรงม้า)
				CO_2	CO	O_2	N_2+ก๊าซอื่น ๆ		
1	1250	0.3	0.13	12.5	0	6.0	81.5	84.0	23.21
2	2000	1.0	0.23	14.0	0.5	5.0	80.5	115.0	37.14
3	2500	1.6	0.30	15.5	2.0	3.0	79.5	120.0	46.42
4	3000	2.5	0.38	16.0	3.0	2.0	79.0	127.0	55.71

ค.2 ตารางแสดงรายละเอียดของเครื่องยนต์ที่ใช้ (39)

รถยนต์ DATSUN		ผู้แทนจำหน่าย บ. สยามกลการ จำกัด	
รุ่น 1600	PL 510	ปี 1971	
เครื่องยนต์	L16-4 จังหวะ OHC-4 สูบ	ระยะเขี้ยวหัวเทียน	0.8 ม.ม.
กระบอกสูบ/ระยะชัก	83.0/73.7 ม.ม.	แบตเตอรี่	12/50 โวล์ท/แอมแปร์-ช.ม.
ความจุกระบอกสูบ	1595 ซี.ซี.	ขั้วลงดิน	ลบ
อัตราส่วนกำลังอัดคาบูเรเตอร์เดี่ยว	8.5:1	อัลเตอร์เนเตอร์	12/30 โวล์ท/แอมแปร์
คาร์บูเรเตอร์คู่	9.5:1	มอเตอร์สตาร์ท	12/1000 โวลท์/วัตต์
กระบอกสูบ	ในตัว	เรกกูเลเตอร์	14-15 โวล์ท
กำลังม้า	96/5600 BHP/ร.ต.น.	คาบูเรเตอร์	DAF 328
แรงบิดสูงสุด	13.8/3600 ม.-ก.ก./ร.ต.น.	นมหนูใหญ่	115/155 เดินเบา 48
กำลังอัด	11.6/320 บรรยากาศ/ร.ต น.	ความดันปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	0.18-0.24 บรรยากาศ
ความเร็วเดินเบา	600 ร.ต.น.	ใช้เชื้อเพลิง	- ล./100 ก.ม.
ความเร็วรอบสูงสุด	5600 ร.ต.น.	ความเร็วสูงสุด	- ก.ม./ช.ม.
ขนาดเพลาเมน	54.842 ม.ม.	ระยะเพลาหน้า-หลัง	2420 ม.ม.
ขนาดเพลาก้าน	49.961 ม.ม.	ระยะล้อหน้าห่างกัน	1280 ม.ม.
ลิ้นไอดีเปิดก่อนศูนย์ตายบน	12 องศา	ระยะล้อหลังห่างกัน	1280 ม.ม.
ลิ้นไอดีเสียปิดหลังศูนย์ตายบน	8 องศา	แคสเตอร์	1.75 องศา
ตั้งลิ้นไอดี ร้อน	0.25 ม.ม.	โท-อิน	6-9 ม.ม.
ตั้งลิ้นไอเสีย ร้อน	0.30 ม.ม.	แคมเบอร์	1.0 องศา
มุมบ่าลิ้น	45 องศา	จานเบรคล้อหน้า (ดิส)	232 ม.ม.
ระยะว่างปากแหวนลูกสูบ	0.20-0.38 ม.ม.	จานเบรคหน้าใช้แล้วเล็กได้	0.5 ม.ม.
กวดฝาสูบ	5.5 ม.-ก.ก.	จานเบรคล้อหลัง (ดรัม)	228.6 ม.ม.

ค.2 ตาราง(ต่อ)

กวดแบริ่งก้านสูบ	2.7-3.3 ม.-ก.ก.	จานเบรคหลังใช้แล้วไม่เกิน	229.6 ม.ม.
กวดแบริ่งข้อเหวี่ยง	4.5-5.5 ม.-ก.ก.	ขนาดยาง	6.45-13
กวดล้อช่วยแรง	9.5-10.5 ม.-ก.ก.	เติมลมยางหน้า/หลัง	1.8/1.8 บรรยากาศ
กวดเฟืองโซ่	5-6 ม.-ก.ก.	จุน้ำมันเครื่อง	4 ลิตร
ตั้งไฟจุดก่อนศูนย์ตายบน	0 องศา	ความดันน้ำมันเครื่อง	3.8-4.2 บรรยากาศ
จานจ่ายเร่งไฟ	10/600 องศา/ร.ต.น.	กำหนดเปลี่ยนไส้กรองทุก	10000 ก.ม.
เริ่มดูดเร่งไฟ	130 มม-ปรอท	จุน้ำมันเกียร์	1.7 ลิตร
ลำดับจุดระเบิด	1-3-4-2	จุน้ำมันเกียร์อัตโนมัติ	7 ลิตร
ระยะคอนแทคซ์	0.45-0.55 ม.ม.	กำหนดเปลี่ยนทุก	20000 ก.ม.
แรงกดสปริงคอนแทคซ์	500-560 กรัม	จุน้ำหล่อเย็น	7 ลิตร
Dwell	49-55 องศา	ฝาหม้อน้ำ	0.9 บรรยากาศ
คอนเดนเซอร์	0.22-0.24 MFD	อัดจารบีทุก	20000 ก.ม.
หัวเทียน	NGK-BP-6E	ถังน้ำมัน	45 ลิตร

ค.3 ตัวอย่างการคำนวณกำลังเครื่องยนต์ (Horsepower) : การทดลองที่ 1 (1250 รอบ/นาที) ที่มา (40)

สูตร $hp = \left[\frac{pLAN}{33,000(12)}\right]\left[\frac{n}{x}\right]$

hp = แรงม้า (Horsepower)

A = พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ = $\pi r^2 = \pi(3.91)^2 = 48.028$ ซม.^{2} = 7.44 นิ้ว^2

L = ระยะชัก = 7.37 ซม. = 2.90 นิ้ว

N = ความเร็วรอบ = 1250 รอบ/นาที

x = จำนวนรอบของเพลาที่หมุนต่องาน 1 ครั้ง x = 2 สำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

x = 1 สำหรับเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

n = จำนวนกระบอกสูบ = 4

p = กำลังอัดของเครื่องยนต์ = 11.6 บรรยากาศ = 170.43 ปอนด์/นิ้ว^2 (psi)

แทนค่า $hp = \frac{(170.43)(2.90)(7.44)(1250)(4)}{(33,000)(12)\qquad(2)}$

∴ กำลังเครื่องยนต์ที่ 1250 rpm = 23.21 hp.

วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุดิบ

ทำตามวิธีมาตรฐานของ ASTM ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 รายงานการทดลอง และมาตรฐานวิธีวิเคราะห์

รายการทดลอง	วิธีวิเคราะห์
การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์	ASTM. D. 2031
การวิเคราะห์แบบประมาณ	ASTM. D. 3172
ปริมาณความชื้น (Moisture Content)	ASTM. D. 3173
เถ้า (Ash)	ASTM. D. 3174
สารระเหยได้ (Volatile Matter)	ASTM. D. 3175

นำถ่านที่สุ่มตัวอย่างมาบางส่วน มาบดต่อให้ได้ขนาด 53 ไมโครเมตร แล้วอบไล่ความชื้นเพื่อทำ Elemental Analysis

1. การทำการวิเคราะห์แบบประมาณ (Proximate Analysis)

ถ่านที่จะนำมาวิเคราะห์ต้องทำการบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 250 ไมโครเมตร

1.1 การวิเคราะห์หาร้อยละปริมาณความชื้น (Moisture Content)

1. อบ Aluminium disc เปล่า ๆ พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 100°ซ. เป็นเวลา 1 ชม. (ฝาไม่ปิดขณะเผา)

2. ปิดฝา Aluminium disc เอาออกจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็นสักครู่ แล้วนำไปใส่ใน Desicator ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที

3. ชั่ง Aluminium disc และฝา ใส่ตัวอย่างหนักประมาณ 1 กรัม รีบปิดฝาแล้วนำไปชั่งอย่างละเอียด

4. นำเข้าอบในเตาที่อุณหภูมิ 105-110°ซ. เป็นเวลา 4 ชม. โดยเปิดฝา Aluminium disc ไว้ครึ่งหนึ่ง

5. ปิดฝา Aluminium disc นำออกจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็นสักครู่ แล้วนำไปใส่ใน Desicator ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แล้วนำไปชั่งอย่างละเอียด

6. คำนวณร้อยละปริมาณความชื้น โดยใช้สมการ

$$\text{ร้อยละปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักถ่านเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักถ่านภายหลัง})}{\text{น้ำหนักถ่านเริ่มต้น}} \times 100$$

1.2 วิธีวิเคราะห์หาร้อยละของเถ้า (Ash)

1. เผา Crucible เปล่า (ใช้ฝาหรือไม่ใช้ก็ได้) ที่อุณหภูมิ 750 °ซ. ประมาณ $\frac{1}{2}$ - 1 ชม.

2. เอา Crucible ออกจากเตาทิ้งไว้ให้เย็นสักครู่ แล้วใส่ใน Desicator ประมาณ 25 นาที

3. ชั่งน้ำหนัก Crucible แล้วรีบใส่ถ่านประมาณ 1 กรัม แล้วชั่งอย่างละเอียดอีกครั้ง

4. นำมาเผาด้วยตะเกียงบุนเซน ให้ควันลอยออกมาให้หมด จนถ่านใน Crucible ร้อนจัดจนแดง แล้วนำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 550 °ซ. นาน 1 ชม. แล้วปรับไปที่ 750 °ซ. ทิ้งไว้นาน 2 ชม.

5. นำออกจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็นสักครู่ ใส่ใน Desicator ประมาณ 25 นาที

6. นำออกมาชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณโดยใช้สมการ

$$\text{ร้อยละของเถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักถ่านภายหลังเผา}}{\text{น้ำหนักถ่านที่ใช้}} \times 100$$

1.3 วิธีวิเคราะห์ร้อยละของสารระเหยได้ (Volatile Matter)

1. เผา Crucible เปล่าที่อุณหภูมิ 950 °ซ. นานประมาณ 6 นาที แล้วนำออกจากเตา ทิ้งให้เย็นแล้วใส่ใน Desicator ทิ้งไว้ประมาณ 25 นาที

2. ชั่งน้ำหนัก Crucible เปล่าพร้อมฝา แล้วใส่ถ่านตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ปิดฝาแล้วชั่งน้ำหนักโดยละเอียด

3. นำเข้าอุ่นในเตาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 600 °ซ. นานประมาณ 6 นาที

4. เพิ่มอุณหภูมิจากเดิมขึ้นไปถึงประมาณ 600 °ซ. ในเวลาประมาณ 6 นาที

5. ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 950 °ซ. เมื่ออุณหภูมิสูงเท่าที่กำหนด จับเวลานาน 6 นาที แล้วนำออกจากเตาทิ้งไว้สักครู่ ใส่ใน Desicator ประมาณ 25 นาที

6. นำไปชั่งน้ำหนักโดยละเอียด

7. คำนวณหาร้อยละของสารระเหยได้ โดยใช้สมการ

$$\text{ร้อยละของสารระเหยได้} = \frac{(\text{น้ำหนักถ่านเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักถ่านภายหลัง})}{\text{น้ำหนักถ่านเริ่มต้น}} \times 100$$

1.4 วิธีวิเคราะห์ร้อยละของคาร์บอนคงตัว (Fixed Carbon) โดยใช้สมการ

ร้อยละของ Fixed Carbon = 100 - ร้อยละของ MC - ร้อยละของ Ash - ร้อยละของ VM

2. การวิเคราะห์แบบแยกธาตุ (Ultimate Analysis)

โดยใช้เครื่อง Elemental Analyzer ของทางศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยที่ตัวอย่างถ่านไม้จะต้องผ่านการอบไล่ความชื้นเสียก่อน และจะต้องผ่านตะแกรงร่อนขนาด 53 ไมโครเมตร

3. การหาค่าความร้อน (Heating Value)

โดยใช้เครื่อง Automatic Bomb Calorimeter CA-3 ของทางศูนย์เครื่องมือฯ เช่นเดียวกัน (รายละเอียด ภาคผนวก ค.)

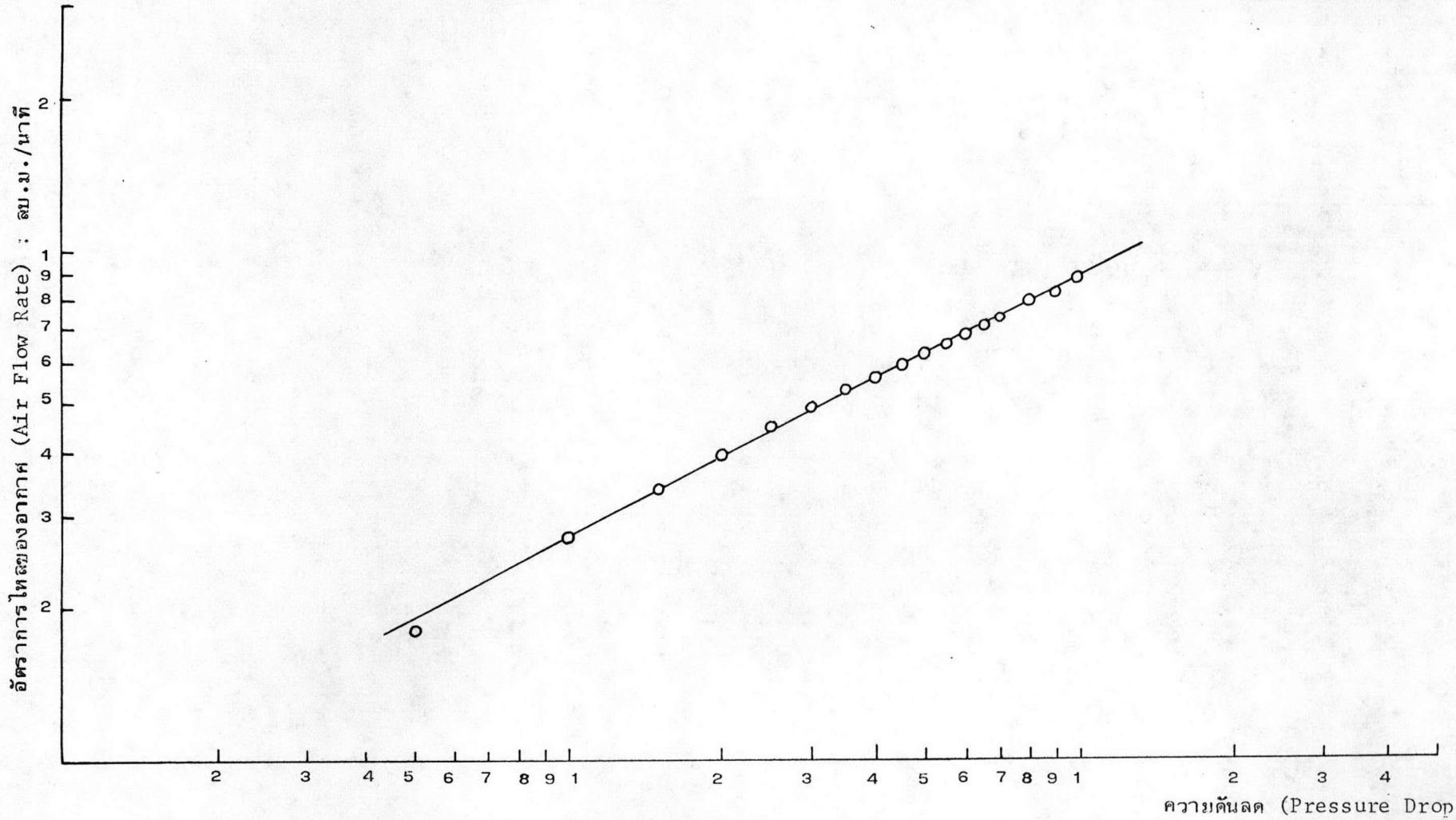
4. การหา Calibration Curve ของอัตราการไหลของอากาศกับความต่างระดับของน้ำในมานอมิเตอร์

4.1 การหา Calibration Curve ของอัตราการไหลของอากาศกับความต่างระดับของน้ำในมานอมิเตอร์ (จากเครื่องเป่าอากาศ) ทำการทดลองโดยวัดความเร็วลมด้วย Air Meter เทียบกับความดันลด (Pressure Drop) ผลการทดลองเป็นดังนี้

ตารางที่ ง.2 แสดงผลการทดลอง Calibration Curve ของอัตราการไหลของอากาศกับความต่างระดับของน้ำในมานอมิเตอร์

ความดันลด (ΔP) (ซม.น้ำ)	ความเร็วของอากาศ (เมตร/นาที)			อัตราการไหลของอากาศ (ลบ.ม./นาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	
0.5	89.0	88.5	88.75	0.1799
1.0	136.0	138.0	137.0	0.2776
1.5	169.0	168.5	168.75	0.3420
2.0	197.0	197.0	197.0	0.3993
2.5	221.5	221.0	221.25	0.4484
3.0	242.5	242.5	242.5	0.4915
3.5	266.5	266.0	266.25	0.5396
4.0	279.0	279.5	279.25	0.5660
4.5	290.0	292.0	291.0	0.5898
5.0	309.0	309.0	309.25	0.6268
5.5	319.5	319.0	319.25	0.6471
6.0	339.5	338.0	338.75	0.6866
6.5	352.5	352.0	352.25	0.7139
7.0	369.5	369.5	369.5	0.7489
8.0	393.5	394.0	393.75	0.7981
9.0	411.0	412.0	411.5	0.8340
10.0	439.0	441.0	440.0	0.8918

<u>หมายเหตุ</u> ทำการทดลองที่ Working Pressure 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 26.0 °ซ.



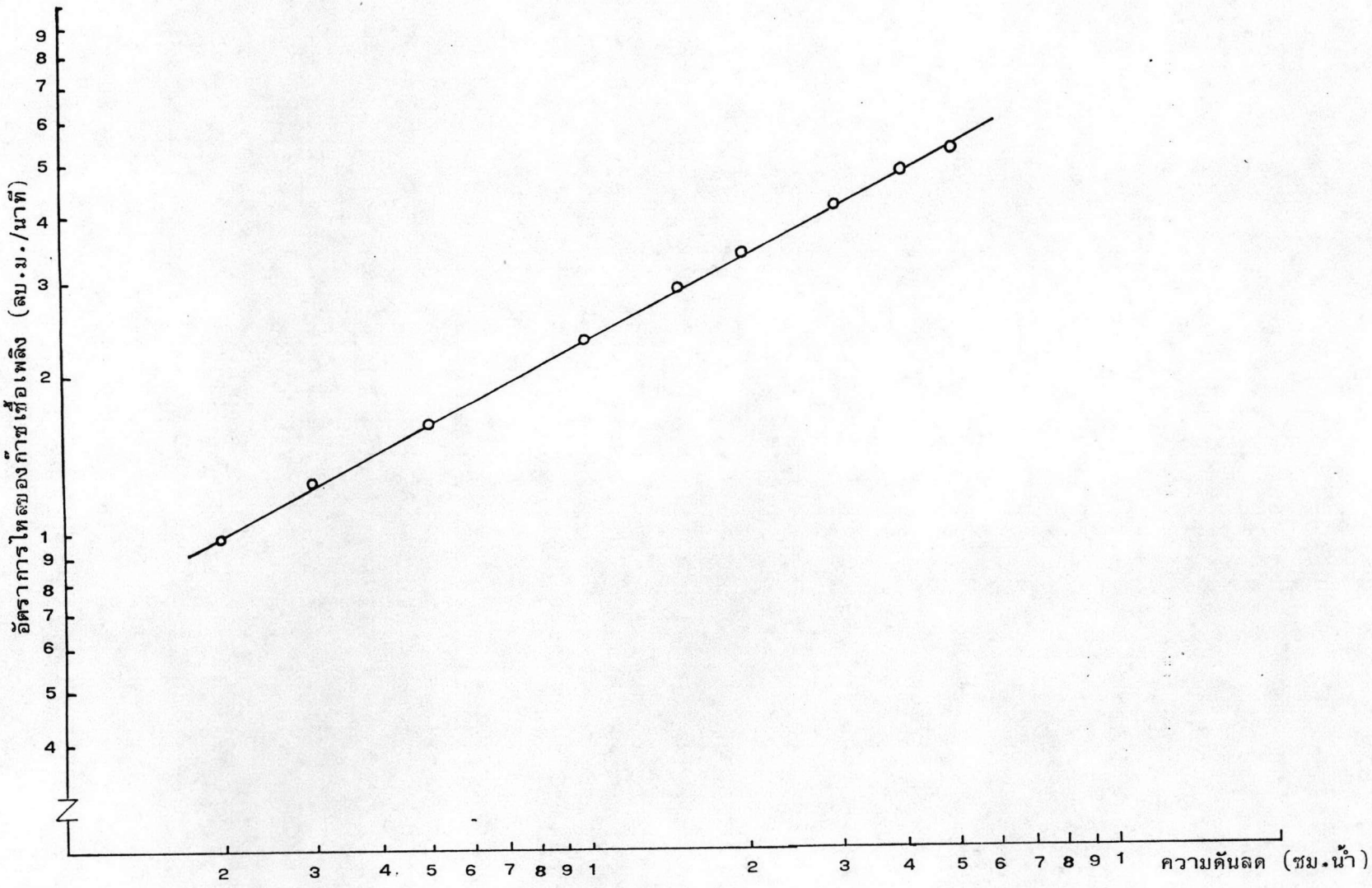
รูปที่ ง.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของอากาศกับความดันลด

4.2 การหา Calibration Curve ของอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงกับความต่างระดับของน้ำในมานอมิเตอร์ (ก่อนเข้าเครื่องยนต์) ทำการทดลองโดยวัดความเร็วลมด้วย Air Meter เทียบกับความดันลด (Pressure Drop) ผลการทดลองเป็นดังนี้

ตาราง ง.3 แสดงผลการทดลองหา Calibration Curve ของอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงกับความต่างระดับของน้ำในมานอมิเตอร์

ความดันลด (ΔP) (ซม.น้ำ)	ความเร็วของอากาศ (เมตร/นาที)			อัตราการไหลของอากาศ (ลบ.ม./นาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	
0.2	78.00	78.50	78.25	0.0983
0.3	100.50	101.50	101.00	0.1269
0.5	130.00	130.50	130.25	0.1636
1.0	183.00	184.00	183.50	0.2306
1.5	234.50	234.00	234.25	0.3361
2.0	267.00	266.50	267.00	0.3361
3.0	326.00	328.00	327.00	0.4109
4.0	383.00	381.00	382.00	0.4800
5.0	417.00	417.50	417.25	0.5243

หมายเหตุ ทำการทดลองที่ Working Pressure 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25.0 °ซ.



รูปที่ ง.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของก๊าซเชื้อเพลิงกับความดันลด

การหาองค์ประกอบของก๊าซผลิตภัณฑ์

1. เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ CO & CO_2 (ดูรูปที่ 3.9 ประกอบ)

การ Calibrate เครื่อง

1. เปิดเครื่องเพื่อเป็นการอุ่นเครื่อง 30 นาที โดยไม่ต้องเปิดปั๊ม

2. ปรับเข็มให้อยู่ตรงเลขศูนย์ โดยใช้ปุ่ม Zero บิดปุ่มไปที่ High Range

3. กดปุ่ม Span Gas Test ให้สุดแล้วใช้ปุ่ม Span ปรับเข็มให้ได้ค่าตามก๊าซมาตรฐานในกระป๋อง (CO_2 = 34.8 %, CO = 35.8 %)

4. กดปุ่ม Test ดูว่าเข็มชี้อยู่ที่แถบสีเขียวหรือไม่ ถ้าอยู่ในแถบสีเขียวแสดงว่าใช้ได้ แต่ถ้าไม่อยู่ในแถบสีเขียว จะต้องปรับใหม่

วิธีวิเคราะห์หาองค์ประกอบของก๊าซ

1. เปิดเครื่องเพื่อเป็นการอุ่นเครื่อง 30 นาที โดยไม่ต้องเปิดปั๊ม

2. บิดปุ่มไปที่ High Range กดปุ่ม Test ดูว่าอยู่ในแถบสีเขียวหรือไม่ (หรือไม่ต่ำกว่า 30%) ถ้าอยู่นอกเหนือจากนั้นต้อง Calibrate ใหม่

3. เปิดปั๊ม ปล่อยให้ปั๊มทำงาน 2-3 นาที เพื่อปั๊มก๊าซที่ค้างอยู่ในเครื่องและในท่อออกเสียก่อน

4. ใช้ท่อดูดตัวอย่าง (Sampling probe) ใส่เข้าไปในที่พักก๊าซ ซึ่งผ่านเครื่องกรองและดูดความชื้นแล้ว ดูเข็มว่าอ่านได้ค่ามากน้อยเพียงใด แล้วจึงค่อยปรับปุ่ม High Range หรือ Low Range ตามแต่ความเหมาะสม จากนั้นอ่านค่าที่ได้จากเข็มที่ชี้บนสเกล โดยจะอ่านออกมาได้เป็นร้อยละขององค์ประกอบก๊าซชนิดนั้นได้เลย

2. การวิเคราะห์ก๊าซออกซิเจน (ดูรูป 3.10 ประกอบ)

การเตรียมเครื่องมือและวิธีวิเคราะห์

1. ต่อท่อดูดตัวอย่างก๊าซ (gas sampling probe) เข้ากับ sampling hose และนำไปต่อเข้ากับ gas inlet

2. เปิดเครื่องโดยกดปุ่ม POWER ON/OFF ไมโครคอมพิวเตอร์ภายในจะทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อตรวจสอบ Battery, sensor connection, zero adjustment สำหรับ H_2S และ 21 % adjustment สำหรับ O_2

3. เมื่อทุกอย่างตามข้อ 2 เรียบร้อย แสดงว่าเครื่องพร้อมที่จะทำงานแล้ว บนหน้าปัทม์จะแสดงดังนี้ 00.0 ppm H_2S และ 21.0 % O_2

4. ในกรณีที่ Battery ไม่พอ หรืออื่น ๆ ก็จะต้องแก้ไขเฉพาะเหตุนั้น ๆ ต่อไป เช่น กรณี LOW BATT ก็จะต้องเปลี่ยน Battery ใหม่ เป็นต้น

ประวัติผู้เขียน

นาย จิระศักดิ์ แสงพุ่ม เกิดวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2502 ที่จังหวัดนนทบุรี ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2524 เคยทำงานที่แผนกเคมีและวิเคราะห์โรงจักรพลังไอน้ำและกังหันแก๊ส-บางปะกง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นเวลา 1 ปีครึ่ง ในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์อันดับหนึ่ง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย