เอกสารอ้างอิง

1. Thomas, J.M., and Thomas, W.J., Introduction to the Principles of Heterogeneous Catalysis, pp. 8-9, Academic Press Inc., London, 1967.
2. Satterfield, C.N., Heterogeneous Catalysis in Practice, McGraw-Hill Book Co., New York, 1980.
3. Lee, H.H., Heterogeneous Reactor Design, pp. 3-5, Butterworth Publisher, London, 1985.
4. Smith, J.M., Chemical Engineering Kinetics, pp. 298-299, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 3rd ed., 1981.
5. Tomoyuki, I., "Catalyst Engineering and Natural Gas Utilization," Paper Presented at Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Thailand, October 15-17, 1985.
6. Fulton, J.W., "Building the Mathematical Model of the Catalyst and Reactor," Chemical Engineering, Feb., 118-124, 1986.
7. Ross, J.R.H., and Steel, M.C.F., "Mechanism of the Steam Reforming of Methane over a Coprecipitated Nickel-Alumina Catalyst," J. Chem. Soc. Faraday Trans. 1, Vol. 69, 10-21, 1973.
8. Aker, W.W., and Camp, D.P., "Kinetics of the Methane-Steam Reaction," AIChE. J., Vol. 1, 471-475, 1955.
9. Murray, A.P., and Synder, T.S., "Steam-Methane Reformer Kinetic Computer Model with Heat Transfer ane Geometry Options," Ind. Eng. Chem. Process Res. Dev., Vol. 24, 268-294, 1985.
10. Vitidsant, T., "Reformage Du Catalytique Du Methane A La Vapeur En Lit Fluidise: Etude Linetique Et Modelisation Du Reacteur" These De Doctorat De L'INPT, 1988.
11. Rostrup-Nielsen, J.R., "Activity of Nickel Catalysts for Steam Reforming of Hydrocarbons," Journal of Catalyst, Vol. 31 173-199, 1973.

12. Hougen, O.A., Watson, K.M., and Ragatz, R.A., Chemical Process Principles Part II, pp.1001-1004, John Wiely & Sons, Inc., New York, 2nd ed., 1959.

13. Gordon, L.M., "Basic concepts, Terminology and Techniques for process control," Chemical Engineering, May, 58-66, 1983.

14. ______,"Feedback Control Modes," Chemical Engineering, August, 79-85, 1983

15. Coughanour, D.R., and Kappel, L.B., Process System Analysis and Control, pp.111-121, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 1965.

16. Stephanopoulos, G., Chemical Process Control An Introduction to Theory and Practice, pp. 116-121, Prentice-Hall International Inc., New Jersey, 1984.

17. Kunii, D., and Levenspiel, O., Fluidization Engineering, Robert E. Krieger Publishing Company, New York, 1977.

18. สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ, ฟลูอิไดเซชัน, หน้า 1-10, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2528.

19. ศูนย์ภาษาคอมพิวเตอร์, การเขียนโปรแกรมภาษาเบสิคขั้นสูง, ฟิสิกเซนเตอร์ การพิมพ์, กรุงเทพมหานคร, 2526.

20. ดวงพร ศิริวัฒนา, สุวัฒน์ ศรีธนะรัตน์, เทคนิคการเขียนโปรแกรมภาษาเบสิคขั้นสูงของ IBM PC, สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดท์บุ๊คส์, กรุงเทพมหานคร, 2529.

21. สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์, เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม, หน้า 13-14, หจก. เอช-เอน การพิมพ์, กรุงเทพมหานคร, 2530.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

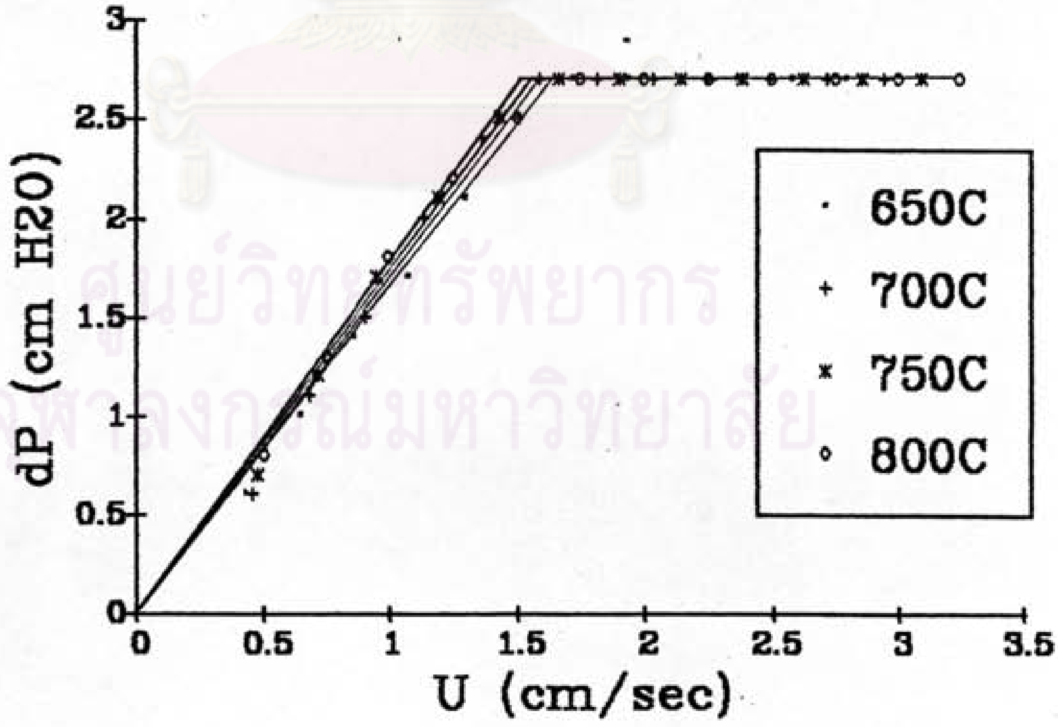
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

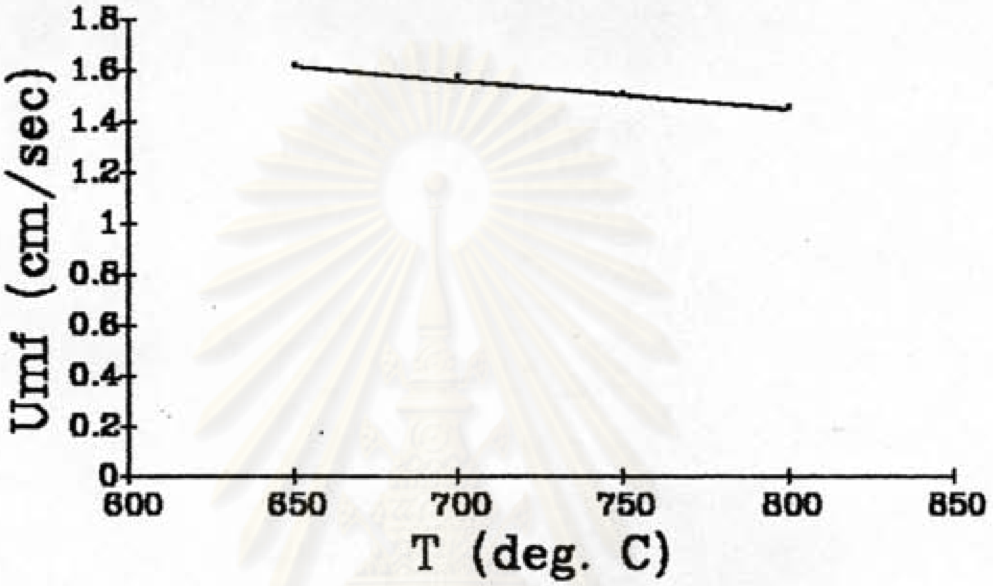
การหาความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิไดเซชัน

ความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิไดเซชันเป็นค่าความเร็วอากาศที่มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งทำให้อนุภาคของแข็งภายในเบดเริ่มขยับตัวและมีคุณสมบัติเสมือนของไหล ความเร็วจุดนี้สามารถหาได้จากการทดลอง เริ่มจากการผ่านอากาศที่ความเร็วต่ำเข้าคอลัมน์ ซึ่งบรรจุด้วยอนุภาคของแข็งจำนวนหนึ่งในสภาพเบดนิ่ง เมื่อมีอากาศไหลผ่านเบดจะทำให้เกิดความดันลด (pressure drop) ที่เบด ความดันลดจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วอากาศที่ผ่านเบดมีค่าสูงขึ้น จนกระทั่งเม็ดของแข็งเริ่มขยับตัวที่จะลอยตัวสูงขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นในเกิดฟลูอิไดเซชัน ความเร็วที่จุดนี้เรียกว่าความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิไดเซชัน (incipiently fluidization velocity หรือ minimum fluidization velocity) หลังเพิ่มความเร็วจากนี้ไปความดันลดที่เบดจะไม่เปลี่ยนแปลงต่ออีก เมื่อนำความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วก๊าซที่ไหลผ่านเบดกับความดันลดที่เบดมาเขียนกราฟดังรูป ก.1 ค่าความเร็วที่ความดันลดที่เบดเริ่มคงที่ จะเป็นค่าความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิไดเซชัน ซึ่งจะมีค่าต่ำลงเมื่ออุณหภูมิเบดสูงขึ้น



รูปที่ ก.1 ความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิไดเซชันของ Ni/Al_2O_3 ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

เมื่อนำค่าความเร็วต่ำสุดที่ได้จากการทดลองแต่ละอุณหภูมิ มาเขียนความสัมพันธ์ในรูปกราฟ จะได้ดังรูปที่ ก.2

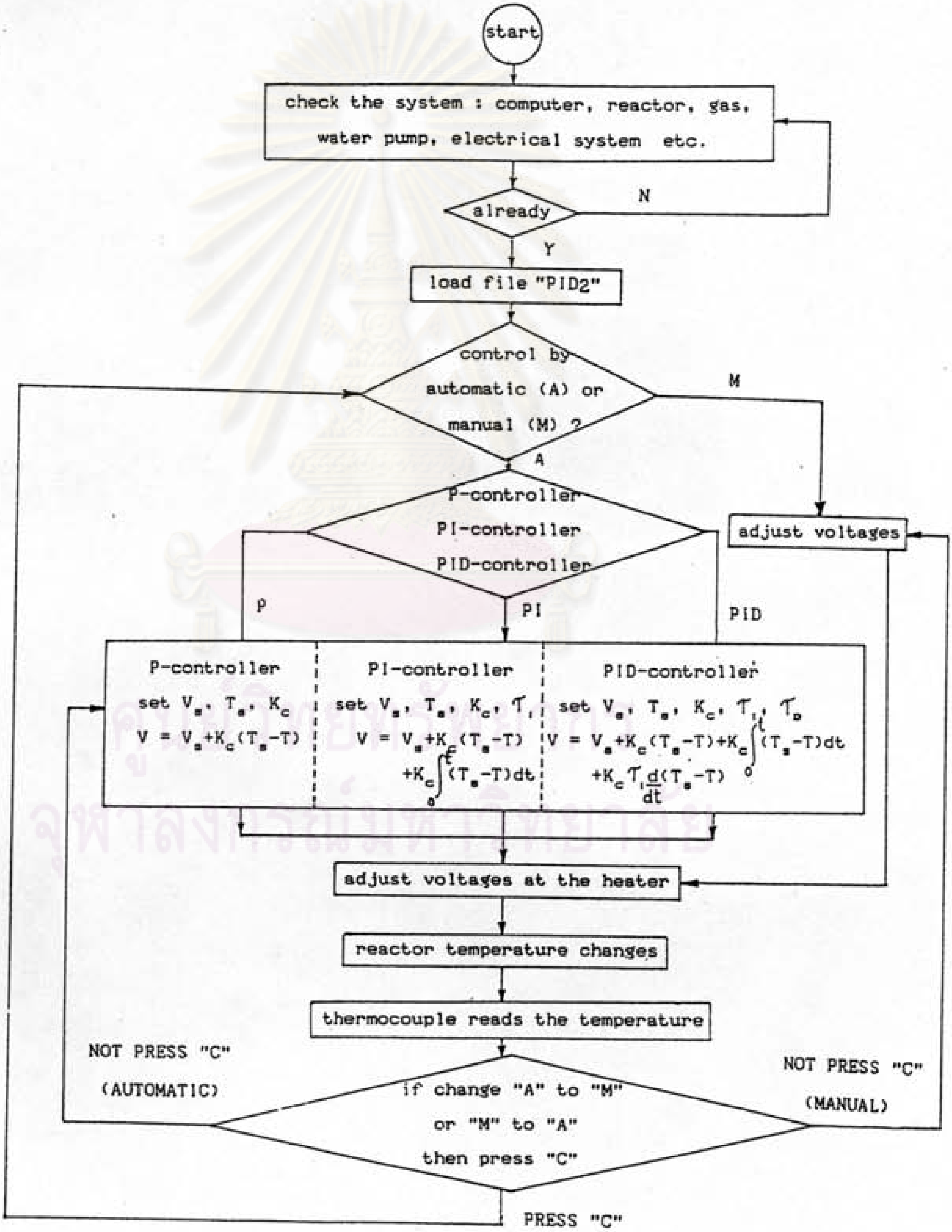


รูปที่ ก.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิไดเซชันกับอุณหภูมิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ผังงานควบคุมอุณหภูมิ



ภาคผนวก ค

การคำนวณอัตราการป้อนสารเข้าเครื่องปฏิกรณ์

คำนวณอัตราการป้อนสารที่สภาวะ

อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส

อัตราเร็วในการป้อนสาร 1.5 เท่าของความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิไดเซชัน

H_2O : LPG : N_2 = 1.6 : 6.4 : 2

1. คำนวณปริมาตรการไหลของก๊าซ

ที่ 750 องศาเซลเซียส

ความเร็วต่ำสุดในการเกิดฟลูอิไดเซชัน (U_{mf}) = 20.60 เซนติเมตรต่อนาที

ดังนั้น ความเร็วในการฟลูอิไดซ์ (U) = $3U_{mf}$

= 61.80 เซนติเมตรต่อนาที

เส้นผ่านศูนย์กลางของเบด = 10.70 เซนติเมตร

ดังนั้น พื้นที่หน้าตัดของเบด (A) = 89.92 ตารางเซนติเมตร

อัตราการไหลของก๊าซโดยปริมาตร = U.A

= 5557.07 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

= 5.56 ลิตรต่อนาที

2. คำนวณการป้อนไนโตรเจน

ป้อน N_2 เข้าเบด 20 เปอร์เซนต์

= 5.56(0.2) ลิตรต่อนาที

= 1.11 ลิตรต่อนาที

ที่ 25 องศาเซลเซียส

อัตราไหลของ N_2 เข้าเบด (Q_2) = 1.11(298)/(1023)

= 0.32 ลิตรต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนวณหาระดับของโรตามิเตอร์ (R_2)

$$R_2 = 5.927(Q_2)$$
$$= 5.927(0.32)$$
$$= 1.9$$

3. คำนวณการป้อนแอล พี จี

บ้อน LPG เข้าเบด 16 เปอร์เซนต์

= 5.56(0.16) ลิตรต่อนาที

= 0.89 ลิตรต่อนาที

ที่ 25 องศาเซลเซียส

อัตราไหลของ LPG เข้าเบด (Q_2) = 0.89(298)/(1023)

= 0.26 ลิตรต่อนาที

คำนวณหาระดับของโรตามิเตอร์ (R_1)

$$R_1 = 2.915(Q)$$
$$= 2.915(0.26)$$
$$= 0.8$$

4. คำนวณการป้อนน้ำ

ป้อนไอน้ำเข้าเบด 16 เปอร์เซนต์

= 5.56(0.64) ลิตรต่อนาที

= 3.56 ลิตรต่อนาที

ดังนั้น อัตราการป้อนน้ำเข้า $= \dfrac{3.56(273)(1)(18)}{(923)(22.4)(1)}$ ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

= 0.85 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

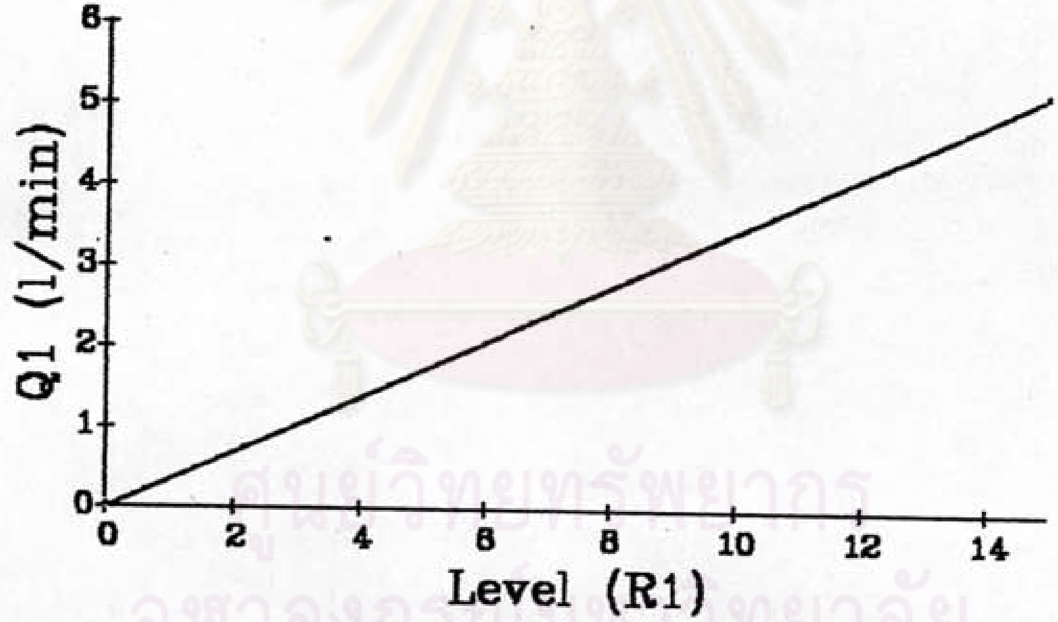
ภาคผนวก ง

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดลูกลอยของโรตามิเตอร์กับอัตราการไหลของอากาศ

โรตามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองมีอยู่ 2 ตัว คือ

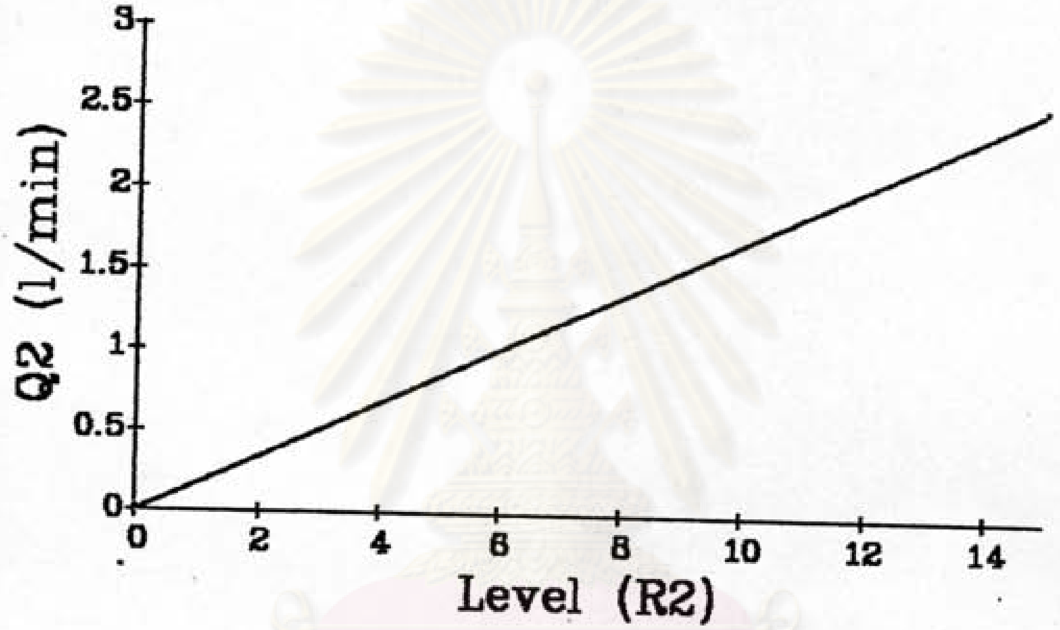
1. โรตามิเตอร์ตัวที่ 1 ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของก๊าซแอล พี จี ระดับขีดของโรตามิเตอร์ (R_1) มีความสัมพันธ์กับอัตราการไหลของก๊าซ (Q_1) ดังรูปที่ ง.1

2. โรตามิเตอร์ตัวที่ 2 ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน ระดับขีดของโรตามิเตอร์ (R_2) มีความสัมพันธ์กับอัตราการไหลของก๊าซ (Q_2) ดังรูปที่ ง.2



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ง.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดของโรตามิเตอร์ตัวที่ 1 (R_1) กับอัตราการไหลของก๊าซ (Q_1)



รูปที่ ง.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดของโรตามิเตอร์ตัวที่ 2 (R_2) กับอัตราการไหลของก๊าซ (Q_2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ จ.1 แสดงข้อมูลการควบคุมอุณหภูมิด้วยโปรแกรมควบคุมแบบ P

การทดลองที่	อุณหภูมิ	K_c	V_s	ออฟเซท	B	หมายเหตุ
1	700	0.2	130	+5.05	±4.4	(1)
2	700	3	130	+1.61	±4.0	(1)
3	700	6	130	+0.59	±3.1	(1)
4	700	9	130	+0.01	±2.6	(2)
5	700	12	130	+0.14	±2.3	(2)
6	700	15	130	+0.10	±2.2	(2)
7	650	8	70	-3.5	±1.5	(2)
8	650	8	90	-2.0	±1.5	(2)
9	650	8	110	+0.5	±1.5	(2)
10	650	8	130	+2.5	±1.7	(2)
11	650	8	150	+5.0	±1.9	(2)
12	700	8	90	-3.9	±2.5	(2)
13	700	8	110	-2.3	±2.7	(2)
14	700	8	130	+0.5	±2.9	(2)
15	700	8	150	+2.6	±3.1	(2)

อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส K_c ในหน่วยโวลต์ต่อองศาเซลเซียส V_s ในหน่วยโวลต์

B = ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ควบคุมได้

(1) = เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

(2) = ไม่เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

การทดลองที่	อุณหภูมิ	K_c	V_s	ออฟเซท	B	หมายเหตุ
16	750	8	80	-7.4	±1.8	(2)
17	750	8	100	-4.5	±2.4	(2)
18	750	8	120	-3.3	±2.0	(2)
19	750	8	140	-0.8	±1.9	(2)
20	750	8	160	+2.1	±1.9	(2)
21	750	8	180	+4.5	±2.0	(2)
22	800	8	120	-7.6	±4.7	(2)
23	800	8	140	-1.0	±3.7	(2)
24	800	8	160	-0.9	±4.4	(2)
25	800	8	180	+2.0	±3.7	(2)

อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส K_c ในหน่วยโวลต์ต่อองศาเซลเซียส V_s ในหน่วยโวลต์

B = ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ควบคุมได้

(1) = เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

(2) = ไม่เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.2 แสดงข้อมูลอิทธิพลของ H_2O/LPG ที่มีผลต่อการควบคุมแบบ P

การทดลองที่	H_2O/LPG	อุณหภูมิ	K_c	V_s	ออฟเซท	B	หมายเหตุ
26	2	750	10	130	-1.9	±4.0	(2)
27	4	750	10	130	-0.9	±3.3	(2)
28	6	750	10	130	-0.5	±3.5	(2)
29	8	750	10	130	-0.9	±3.1	(2)

ตารางที่ จ.3 แสดงข้อมูลอิทธิพลของ U/U_{mf} ที่มีผลต่อการควบคุมแบบ P

การทดลองที่	U/U_{mf}	อุณหภูมิ	K_c	V_s	ออฟเซท	B	หมายเหตุ
30	1.5	700	10	130	+3.5	±2.8	(2)
31	3.0	700	10	130	+1.9	±1.5	(2)
32	4.5	700	10	130	-0.6	±2.0	(2)
33	6.0	700	10	130	-1.5	±2.4	(2)

อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส K_c ในหน่วยโวลต์ต่อองศาเซลเซียส V_s ในหน่วยโวลต์

B = ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ควบคุมได้

(1) = เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

(2) = ไม่เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

ตารางที่ จ.4 แสดงข้อมูลการควบคุมอุณหภูมิด้วยโปรแกรมควบคุมแบบ PI

การทดลองที่	อุณหภูมิ	K_c	V_s	τ_i	ออฟเซท	B	หมายเหตุ
34	700	12	130	1	+0.3	±9.4	(1)
35	700	12	130	5	-0.1	±3.0	(2)
36	700	12	130	10	+0.2	±2.9	(2)
37	700	12	130	15	0	±2.7	(2)

ตารางที่ จ.5 แสดงข้อมูลอิทธิพลของ U/U_{mf} ที่มีผลต่อการควบคุมแบบ PI

การทดลองที่	U/U_{mf}	อุณหภูมิ	K_c	V_s	τ_i	ออฟเซท	B	หมายเหตุ
38	1.5	700	10	130	10	+3.5	±2.8	(2)
39	3.0	700	10	130	10	+1.9	±1.5	(2)
40	4.5	700	10	130	10	-0.6	±2.0	(2)
41	6.0	700	10	130	10	-1.5	±2.4	(2)

อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส K_c ในหน่วยโวลต์ต่อองศาเซลเซียส V_s ในหน่วยโวลต์ τ_i ในหน่วยนาที

B = ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ควบคุมได้

(1) = เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

(2) = ไม่เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

ตารางที่ จ.6 แสดงข้อมูลการควบคุมอุณหภูมิด้วยโปรแกรมควบคุมแบบ PID

การทดลองที่	อุณหภูมิ	K_c	V_s	τ_I	τ_D	ออฟเซท	B	หมายเหตุ
42	700	12	130	5	5.0	-1.3	±2.2	(2)
43	700	12	130	5	1.0	-3.6	±2.8	(2)
44	700	12	130	5	0.1	-1.0	±2.3	(2)
45	700	12	130	5	0.02	-1.3	±2.0	(2)

อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส K_c ในหน่วยโวลต์ต่อองศาเซลเซียส V_s ในหน่วยโวลต์
τ_I, τ_D ในหน่วยนาที

B = ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ควบคุมได้

(1) = เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

(2) = ไม่เกิดการแกว่งของอุณหภูมิเบดที่ควบคุมได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.7 ตารางแสดงข้อมูลการทดลองที่ได้จากการศึกษาอิทธิพลของ H_2O/LPG ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น สภาวะการทดลองที่ 750 องศาเซลเซียส $U = 3.5U_{mf}$ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 470 กรัม

ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์	H_2O/LPG			
	2	4	6	8
CO_2 (%)	0.68	1.93	3.24	6.43
H_2 (%)	72.60	70.56	70.63	74.85
CH_4 (%)	6.75	3.13	2.15	0.53
CO (%)	19.98	22.38	23.97	18.20
H_2/CO	3.63	3.15	2.95	4.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.8 ตารางแสดงข้อมูลการทดลองที่ได้จากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น สภาวะการทดลองที่ $U = 3.5U_{mf}$ $H_2O/LPG = 4$ ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 470 กรัม

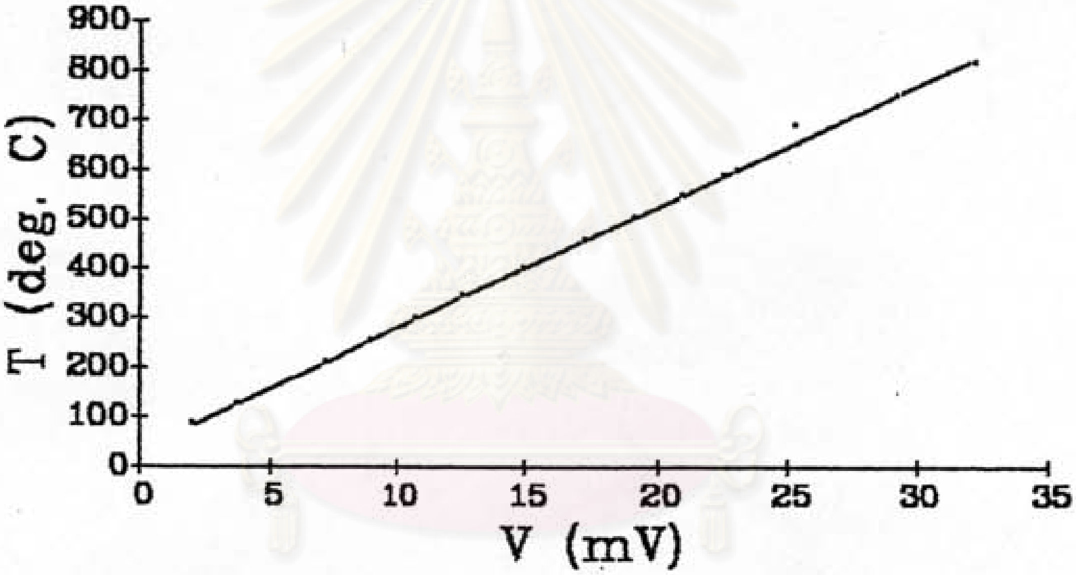
ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ			
	650	700	750	800
CO_2 (%)	6.71	6.30	2.49	1.54
H_2 (%)	71.01	71.49	70.56	71.76
CH_4 (%)	4.72	3.48	3.71	2.00
CO (%)	17.56	18.72	23.24	24.70
H_2/CO	4.04	3.82	3.04	2.91

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิที่ปลายของเทอร์โมคัปเปิลชนิด K

เมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างขั้วและปลายของเทอร์โมคัปเปิล จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล ปริมาณแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้สามารถนำไปใช้เป็นสัญญานป้อนเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ ให้ไมโครคอมพิวเตอร์ประมวลผลเป็นค่าอุณหภูมิที่ปลายของเทอร์โมคัปเปิลได้ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ปลายเทอร์โมคัปเปิลกับแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้สามารถหาได้จากการทดลอง ดังรูปที่ ฉ.1



รูปที่ ฉ.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ปลายเทอร์โมคัปเปิลกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล

จากกราฟสามารถหาความสัมพันธ์ออกมาเป็นสมการระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V) กับอุณหภูมิ (T) ได้ดังนี้

$$T = 24.26\ V + 37.67$$

เมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้า (V) มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ และอุณหภูมิ (T) มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ตารางที่ ฉ.1 ข้อมูลการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ปลายเทอร์โมคัปเปิลกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล

อุณหภูมิที่ปลายของเทอร์โมคัปเปิล (องศาเซลเซียส)	แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิล (มิลลิโวลต์)
83	1.9
124	3.6
210	7.1
252	8.9
298	10.7
343	12.6
399	14.9
456	17.2
502	19.1
547	20.9
586	22.5
597	23.0
688	25.2
748	29.2
796	31.1
816	32.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟ

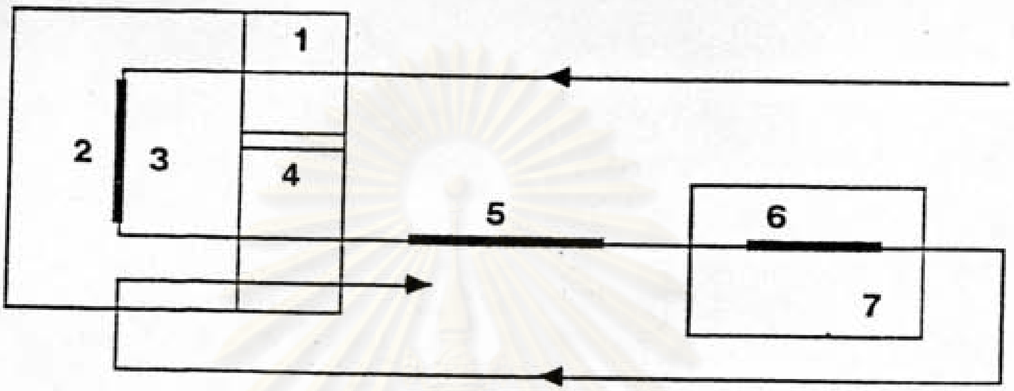
ก๊าซผสมที่จะนำมาวิเคราะห์ส่วนประกอบ เมื่อนำมาฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟ จะถูกก๊าซไฮโดรเจนซึ่งก๊าซตัวพาพาไหลผ่านไปตามคอลัมน์ที่บรรจุตัวดูดซับไว้ เมื่อผ่านคอลัมน์ของพอราพัค คิว (Porapak Q) พอราพัค คิว จะดูดซับก๊าซเข้าไว้ ก๊าซที่มีความดูดซับได้น้อยจะถูกพาออกมาจากคอลัมน์ก่อน ทำให้ก๊าซแต่ละชนิดเกิดการแยก ก๊าซที่แยกแล้วจะออกจากคอลัมน์และผ่านมาคอลัมน์หลังซึ่งบรรจุโมเลคิวลาร์ซีฟไว้ ก๊าซที่แยกจากกันได้น้อยเนื่องจากความสามารถถูกดูดซับใกล้เคียงกันในคอลัมน์ของพอราพัค คิว จะถูกดูดซับด้วยโมเลคิวลาร์ซีฟ และแยกออกจากกันได้ จากคอลัมน์ทั้งสองจะทำให้ก๊าซที่ฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟแยกออกจากกันได้หมด ปริมาณของก๊าซแต่ละชนิดจะถูกแสดงออกมาเป็นพีค (peak) พร้อมค่าของพื้นที่ใต้พีค โดยเครื่องอินทิเกรเตอร์ (integrator) ก๊าซที่มีปริมาณมากจะให้พีคที่มีพื้นที่ใต้พีคมาก จากค่าพื้นที่ใต้พีคสามารถนำมาคำนวณหาเปอร์เซนต์ของก๊าซแต่ละชนิดได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.1 สภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟ

ก๊าซที่ฉีดเข้าเครื่องวิเคราะห์	He บริสุทธิ์ 99.99 เปอร์เซนต์
อุณหภูมิอินเจกเตอร์	110 องศาเซลเซียส
เซนซิบิลิตี (Sensibility)	1 มิลลิโวลต์
คอลัมน์ของพอราพัค คิว	คอลัมน์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยาว 2 เมตร อนุภาคขนาด 50-80 ไมโครเมตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
คอลัมน์ของโมเลคิวลาร์ซีฟ	คอลัมน์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยาว 3 เมตร อนุภาคขนาด 50-80 ไมโครเมตร อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
ความเข้มของสะพานไฟ	160 มิลลิแอมแปร์

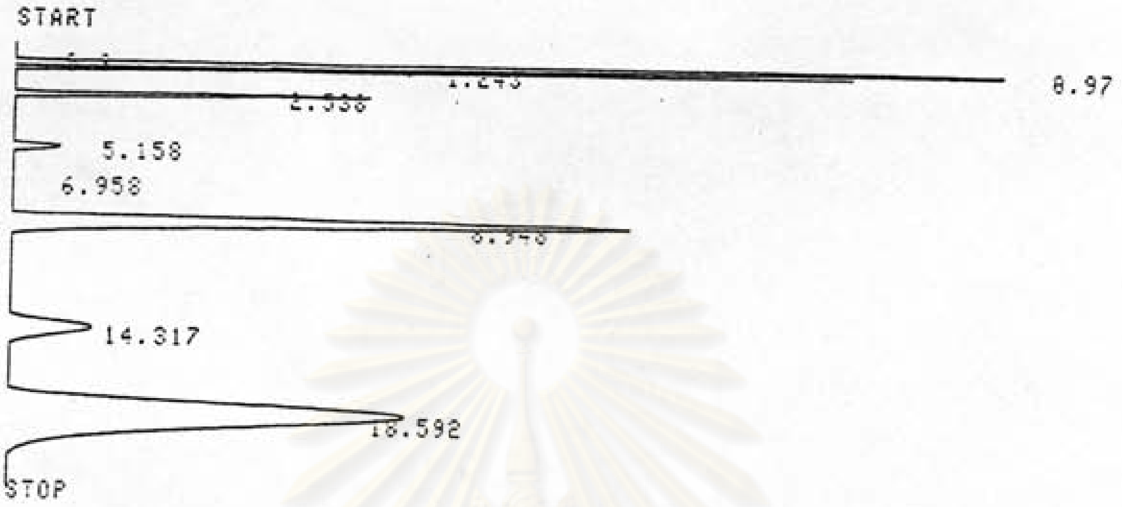
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



1. อินเจกเตอร์
2. คอลัมน์ของพอราพัค คิว
3. เครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟ
4. ดีเทกเตอร์
5. คอลัมน์เปล่าสำหรับก๊าซผ่าน
6. คอลัมน์ของโมเลคิวลาร์ซีฟ
7. อ่างน้ำร้อน

รูปที่ ช.1 แผนภาพของเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



CHROMATOPAC C-R3A FILE 0

SAMPLE NO 0 METHOD 41

REPORT NO 1

PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.8	1149			0.2052	
2	0.97	252983	V		45.1858	
3	1.243	22829	V		4.0776	
4	2.538	20308			3.6273	
5	5.158	6762			1.2077	
6	6.958	1208			0.1837	
7	8.948	80326			14.3471	
8	14.317	20971			3.7457	
9	18.592	153517			27.42	
	TOTAL	559874			100	

รูปที่ ช.2 แสดงพีคของก๊าซแต่ละชนิดที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากสัดส่วนของพื้นที่ใต้พีคสามารถนำมาคำนวณเปอร์เซนต์ของก๊าซแต่ละชนิดได้ โดยมีตัวแก้ค่าผิดพลาด ดังนี้

ก๊าซ	CO_2	CH_4	C_2H_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	H_2	CO	O_2
ตัวแก้ค่าผิดพลาด	0.84	1.21	0.87	0.81	0.87	0.66	71.36	1.035	1.33

ตัวอย่างการคำนวณหาเปอร์เซนต์ของก๊าซจากผลการวิเคราะห์

ก๊าซ	พื้นที่ใต้พีค	ตัวแก้ค่าผิดพลาด	พื้นที่ที่ทำการแก้ไข	เปอร์เซนต์ก๊าซ
CO_2	20308	0.84	17058.72	2.23
H_2	6762	71.36	482536.32	63.14
N_2	80326	1.00	80326.00	10.51
CH_4	20971	1.21	25374.91	3.32
C_3H_8	0	0.87	0.00	0.00
CO	153517	1.035	158890.10	20.80
			TOTAL	100.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายนครินทร์ สุรพงศ์ประภา เกิดวันที่ 26 กรกฎาคม 2510 ที่อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครสวรรค์ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ในสาขาเคมีวิศวกรรม ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2530

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย