บทที่ ๕

วิธีการทดลอง ผลการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง

๕.๑ วิธีการทดลอง

การทดลองตู้เย็นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบถึงผลดีและผลเสียของการทดลองตู้เย็นแบบอัตโนมัติ และแบบใช้คนบังคับ จึงต้องมีการทดลองทั้ง ๒ ระบบ และเพื่อความสะดวกจะขออธิบายการทดลองแยกเป็น ๒ ตอนด้วย

๕.๑.๑ การทดลองแบบใช้คนบังคับ

สำหรับการทดลองแบบใช้คนบังคับนี้เพื่อความเข้าใจง่าย จึงขออธิบายโดยใช้รูปที่ ๗ ซึ่งมีวิธีการทดลองดังนี้คือ

ในตอนกลางวัน เปิด valve A ปิด expansion valve และ valve B เมื่อ solution ได้รับความร้อน แอมโมเนียจะระเหยผ่าน valve A ไปกลั่นตัวใน condenser coil แล้วไหลลงสู่ receiver

ในตอนกลางคืน ปิด valve A เมื่อเห็นว่าความดันของ solution ลดต่ำลงถึง condensing pressure (ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำใน condenser tank) จากนั้นจึงเริ่มระบายความร้อนออกจาก solution เมื่อเห็นว่าอุณหภูมิของ solution เกือบเท่ากับอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นจึงเปิด valve B แล้วเปิด expansion valve เป็นการเริ่มขบวนการทำความเย็น

๕.๑.๒ การทดลองแบบอัตโนมัติ

เพื่อความเข้าใจง่ายขอให้พิจารณารูปที่ ๘ ประกอบไปด้วย การทดลองทำโดยการเปิด valve B โดย valve B นี้จะเปิดตลอดการทดลอง และปิดเมื่อยุติการทดลองทั้งหมดแล้ว

ในขณะทดลอง สิ่งที่ต้องทำคือ การผ่านน้ำหล่อเย็นเข้าไปใน collector เมื่อเห็นว่าความดันของ solution ลดต่ำลงถึง condensing pressure และหยุดเมื่อ

ขบวนการทำความเย็นสิ้นสุด

๔.๒ ข้อมูลการทดลอง

ข้อมูลของการทดลองที่แสดงมีทั้งแบบคนบังคับและอัตโนมัติ การทดลองแบบใช้คนบังคับทำในวันที่ ๑ และ ๔ ตุลาคม ๒๕๒๕ นอกจากนั้นเป็นการทดลองแบบอัตโนมัติ ในบทนี้จะยกมาเฉพาะข้อมูลการทดลองของวันที่ ๑๙ กันยายน ๒๕๒๕ ดังแสดงในตารางที่ ๑ และรูปที่ ๒๒

๔.๓ วิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ที่แสดงนี้เป็นตัวอย่างผลการวิเคราะห์โดยใช้การทดลองในวันที่ ๑๙ กันยายน ๒๕๒๕ ซึ่งเป็นการทดลองแบบอัตโนมัติ ผลการทดลองที่ใช้คนบังคับก็ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบเดียวกัน ซึ่งเราจะวิเคราะห์ผลการทดลองดังนี้

ใส่ solution ความเข้มข้น ๐.๕ ลงใน collector 67.2 lb เป็นน้ำและแอมโมเนียอย่างละ 33.6 lb

เมื่อสิ้นสุด evaporation process solution มีอุณหภูมิ ๑๗๘°F ความดัน ๑๗๕ psia นำค่านี้ไปอ่านค่าความเข้มข้นของ solution จาก P-T-X diagram ของแอมโมเนียกับน้ำได้ค่าความเข้มข้น ๐.๔๔

หามวลของแอมโมเนียใน solution

จาก มวลของแอมโมเนียใน solution

$$= \frac{\text{มวลของน้ำใน solution} \times \text{ความเข้มข้นของ solution หลัง evaporation process}}{1 - \text{ความเข้มข้นของ solution หลัง evaporation process}}$$

$$= \frac{33.6 \times 0.44}{1-0.44}$$

$$= 26.4 \text{ lb}$$

ดังนั้นมีแอมโมเนียควบแน่น = 33.6 - 26.4 = 7.2 lb

หา cooling ratio

จาก cooling ratio $= \frac{Q_c}{Q_g}$

ตารางที่ ๑ ข้อมูลการทดลอง วันอาทิตย์ที่ ๑๙ กันยายน ๒๕๒๕ (การทดลองแบบอัตโนมัติ)

ในตอนกลางวัน* ช่วง generation (ผลิตแอมโมเนีย)

เวลา	ความดัน (psia)	อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (°F)	อุณหภูมิ Sol^{n} (°F)
9.00	65	73	97
10.00	107	80	129
11.00	135	81	156
12.00	165	83	171
13.00	177	85	182
14.00	180	87	189
15.00	180	88	188
16.00	183	88	186
17.00	175	89	178

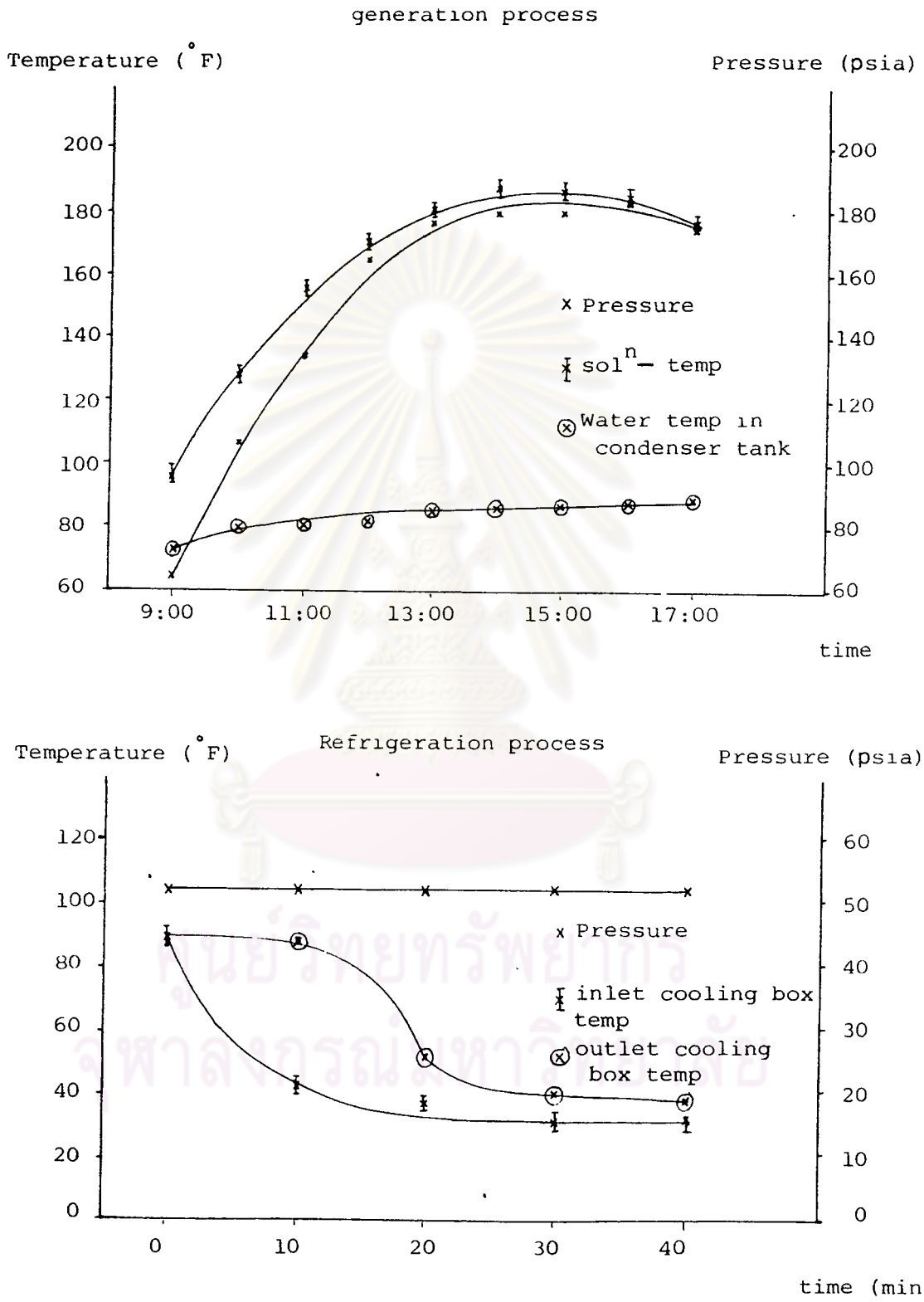
*พลังงานที่ได้จาก solar radiation = 20.5 MJ/m^2-day

ในตอนกลางคืน ตอนลดอุณหภูมิ absorber และการทำความเย็น

เวลา	ความดัน (psia)	อุณหภูมิ Sol^{n} (°F)	T น้ำ (°F)	T ขาเข้า (Cooling box) (°F)	T ขาออก (Cooling box) (°F)
18.00	95	100	82.6	80	80
18.15	64	88	82.6	80	80
18.30	60	84	82.6	80	80
18.35	55	83	82.6	80	80**
18.45	55	86	44.42	30	37
18.52	55	86	41.18	34	37

**solenoid Valve เปิด

รูปที่ ๒๒ กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ ๑๙ กันยายน ๒๕๒๔ (แบบอัตโนมัติ)



เมื่อ Q_c = ความร้อนที่แอมโมเนียดูดจากน้ำใน cooling box

= $(M_1 - M_3)(h_o - h_i)$

$(M_1 - M_3)$ = มวลของแอมโมเนียที่ผ่าน cooling box = 7.2 lb

h_o = specific enthalpy ของไอแอมโมเนียจาก cooling box

= 626.5 Btu/lb (55 psia, 38°F)

h_i = specific enthalpy ของ แอมโมเนียเข้าสู่ cooling box

= 143.22 Btu/lb (sat.liq. 89°F)

จะได้ Q_c = 7.2 (626.5 - 143.22)

= 3479.6 Btu

Q_g = ความร้อนที่ solution ได้รับจาก collector

= $M_3h_3 - M_1h_1 + (M_1 - M_3)h_B$

โดย M_1 = มวลของ solution ก่อน heating process = 67.2 lb

h_3 = specific enthalpy ของ solution ที่เหลือใน collector หลัง evaporating process = 60 Btu/lb

h_B = specific enthalpy ของไอแอมโมเนียที่ออกมาจาก collector เฉลี่ย

= 625 Btu/lb

h_1 = specific enthalpy ของ solution ก่อน heating process

= -60 Btu/lb

จะได้ Q_g = (67.2-7.2)60 + 7.2(625) - (-60)67.2

= 12132 Btu

$$\text{cooling ratio} = \frac{Q_c}{Q_g} = \frac{3479.6}{12132} = 0.2868$$

หา COP

จาก $$COP = \frac{Q_c}{Q_s}$$

เมื่อ Q_s = พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ตกบน collector

$$= \frac{20.5 \times 10^6 \text{ J}}{\text{m}^2} \frac{2.88 \text{ m}^2 \times 1 \text{ BTU}}{1055 \text{ J}}$$

$$= 54595 \text{ Btu}$$

$$\text{solar coefficient of performance} = \frac{3479.5}{54595} = 0.06$$

ผลการทดลอง

ผลการทดลอง แสดงในตารางที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2

ตารางแสดงผลการทดลอง

	19/9/25	28/9/25	30/9/25	1/10/25	2/10/25	4/10/25	7/10/25	
แบบ	อัตโนมัติ	อัตโนมัติ	อัตโนมัติ	คนบังคับ	อัตโนมัติ	คนบังคับ	อัตโนมัติ	เฉลี่ย
พลังงานจากแสงอาทิตย์(MJ/m^2)	20.5	15.40	17.12	18.20	15.09	21.05	17.56	20.8
ผลที่ได้รับ								
Cooling Ratio	0.29	0.31	0.35	0.34	0.36	0.42	0.34	0.34
Solar Coefficient of performance	0.06	0.08	0.09	0.09	0.088	0.106	0.08	0.084
อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำใน Cooling box(°F)	82	81	84	84	80	86	86	83
ปริมาณน้ำแข็ง (kg)	-	-	1	2.5	-	4.0	2.0	1.4
ปริมาณน้ำที่ 32°F (kg)	-	-	9	7.5	-	6.0	8.0	4.36
อื่น ๆ	น้ำ 36°F 10 kg.	น้ำ 40°F 10 kg.	-	-	น้ำ 42°F 10 kg	-	-	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย