

การศึกษาผลกระทบของเพลิงที่มีต่อสมรรถนะของระบบทำความเย็นในโรงงาน



นายดำรงวิทย์ ทองคีนอก

สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

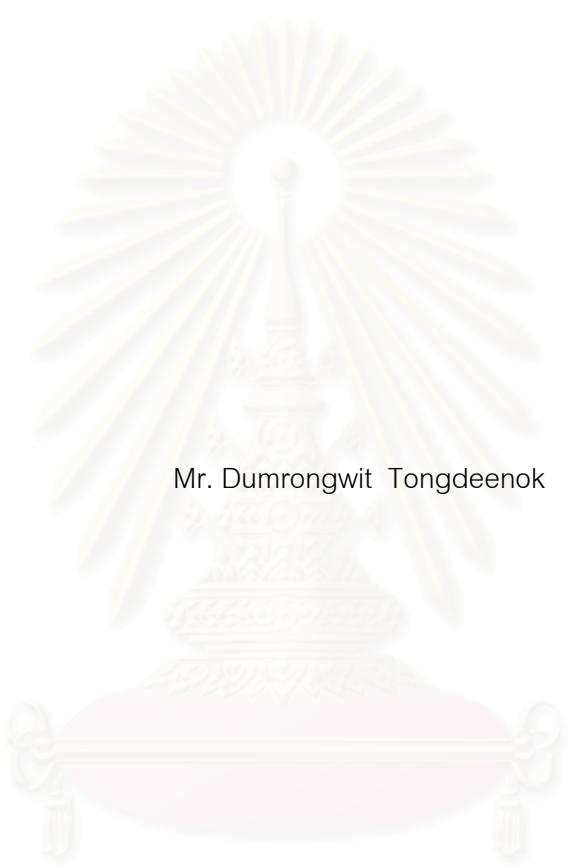
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-6687-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A STUDY OF FOULING EFFECT ON PERFORMANCE OF REFRIGERATION SYSTEM OF
ICE-MAKING PLANT



Mr. Dumrongwit Tongdeenok

สถาบันวิทยบริการ

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Mechanical Engineering

Department of Mechanical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-17-6687-4

ดำรงวิทย์ ทองดินนอก : การศึกษาผลกระทบของเฟอูลิงที่มีต่อสมรรถนะของระบบทำความเย็นใน
 โรงน้ำแข็ง. (A STUDY OF FOULING EFFECT ON PERFORMANCE OF REFRIGERATION SYSTEM OF
 ICE-MAKING PLANT) อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ธร จริญญาภรณ์ : 213 หน้า
 ISBN 974-17-6687-4.

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาถึงผลกระทบของเฟอูลิงที่มีต่อสมรรถนะของระบบทำความเย็นใน
 โรงน้ำแข็ง โดยทำการบันทึกข้อมูลจริงในโรงน้ำแข็ง

การตรวจวัดและบันทึกการทำงานจริงในโรงน้ำแข็ง เพื่อใช้ในการคำนวณหาสมรรถนะของระบบ
 การทำความเย็นและการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานเฟอูลิง (Fouling Resistance) เพื่อศึกษาผล
 กระทบของความต้านทานเฟอูลิงและช่วยในการอธิบายการเจริญเติบโตของเฟอูลิง โดยทำการเก็บข้อมูล 3
 ช่วงตามฤดูกาล พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเจริญเติบโตของเฟอูลิงกับสมรรถนะของระบบ
 การทำความเย็นในแต่ละฤดูกาล จากการศึกษพบว่าค่าความต้านทานเฟอูลิงในฤดูหนาวมีค่าระหว่าง
 $0.0005 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} - 0.0014 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ ค่าความต้านทานเฟอูลิงในฤดูร้อนมีค่าระหว่าง $0.0005 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} - 0.0018 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ และค่าความต้านทานเฟอูลิงในฤดูฝนมีค่าระหว่าง $0.0005 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} - 0.0014 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ นอกจากนี้ค่าเฟอูลิงของทั้งสามฤดูมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นรวดเร็วในช่วงเริ่มต้นและจะ
 เพิ่มในอัตราที่ช้าลงในช่วงท้าย ตามจำนวนวันหลังจากการทำการล้างเครื่องควบแน่นเป็นลักษณะ Falling
 rate ทำให้สมรรถนะของระบบทำความเย็น (COP และ EER) ของโรงน้ำแข็งลดลง 2.0% และ 3.3% ตาม
 ลำดับ อย่างไรก็ตามค่า COP และ EER ดังกล่าวยังได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายนอกหลายอย่างอีกด้วย

การเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อพบว่ามีสมรรถนะ (COP และ
 EER) สูงกว่า 4.0% และ 14.50% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการศึกษาพร้อมกับปริมาณการผลิตน้ำแข็งจะ
 ทำให้ทราบถึงข้อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เช่น ค่าพลังงานต่อหน่วยการผลิตในสภาวะการ
 ทำงานต่างๆ ได้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการผลิตหรือการควบคุมการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพ
 สูงสุด ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถสรุปแนวทางในการทำงานที่เหมาะสมสำหรับสภาพปัจจุบันให้แก่ทางโรง
 งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน

ภาควิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล..... ลายมือชื่อนิสิต.....
 สาขาวิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ปีการศึกษา.... 2547..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4570319321 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING

KEY WORD: FOULING / EVAPORATIVE CONDENSER / REFRIGERATION / PERFORMANCE

DUMRONGWIT TONGDEENOK : A STUDY OF FOULING EFFECT ON PERFORMANCE OF REFRIGERATION SYSTEM OF ICE-MAKING PLANT. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. PONGTORN JARANYAKORN, Ph.D. 213 pp. ISBN 974-17-6687-4.

This research concerns a study of behaviors and effects of fouling on evaporative condenser of an ice-making plant.

The study includes measurement and recording of data during normal operation of an ice-making plant. The data were then used to calculate the performance of refrigeration system and the fouling resistance. The fouling growth rate and its effects on performance of refrigeration system were also obtained. The study covered the operation in 3 seasons. It was found that the fouling resistance in the winter , summer and rainy season were in the ranges of $0.0005 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W} - 0.0014 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, $0.0005 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W} - 0.0018 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$ and $0.0005 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W} - 0.0014 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$, respectively. The fouling resistance tended to increase rapidly on day 1-7 after the tube cleaning and increased more gradually on day 8-12, ie, indicating the falling rate behavior. This led to COP and EER decrease of 2.0% and 3.3%, respectively. However, it should be noted that in addition to the effects of fouling, there were also some other factors not considered here.

This study also indicated that a refrigeration system with evaporative condenser exhibited higher COP and EER by 4.0% and 14.50% respectively, compare with a refrigeration system with shell-and-tube condenser. When analyzed together with ice production it was possible to improve energy usage efficiency such as kilowatts per unit of product.

Department.....Mechanical Engineering....Student's signature.....

Field of study...Mechanical Engineering...Advisor's signature.....

Academic year...2004..... Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ธร จริญญาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือ และชี้แนะให้เห็นถึงข้อคิดเห็นในแง่มุมต่างๆ ตลอดจนแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฤชากร จิรกาลวสาน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มิ่งศักดิ์ ตั้งตระกูล กรรมการ อาจารย์ ดร. จิตติน แดงเที่ยง กรรมการ ที่ได้ร่วมให้คำปรึกษาและแนวความคิดที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณคุณพงษ์ธร ลีลามณีพงศ์ เจ้าของห้างหุ้นส่วนจำกัด สินทิพย์ และห้างหุ้นส่วนจำกัด สาคกรทิพย์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ให้ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการวิจัยและศึกษาหาความรู้ ตลอดจนช่างผู้ชำนาญการทุกท่านที่อำนวยความสะดวกอย่างสูงในระหว่างการทำวิจัย อีกทั้งยังถ่ายทอดประสบการณ์ที่มีค่าให้แก่ผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณหน่วยปฏิบัติการวิจัยพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องเครื่องมือวัดต่างๆ ที่ใช้ทำวิจัย อีกทั้งเป็นสถานที่ในการเขียนวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จลุล่วง โดยเฉพาะอย่างยิ่งประสบการณ์ในการตรวจวัดการใช้พลังงานและการทำงานร่วมกันเป็นทีมที่มีค่าและสามารถนำไปปรับใช้ในการทำงานของผู้วิจัยต่อไปได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ. โอกาสนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและแบ่งปันความสนุกสนานให้กันตลอดระยะเวลาการศึกษา และขอขอบคุณประพันธ์ พิกุลทองและคุณก้อย ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยแนะนำแนวทางและทำการวิเคราะห์และจำแนกชนิดของสารร้ายที่เกาะที่ผิวท่อ

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณตา คุณยาย บิดา มารดา คุณน้าและพี่ชาย อันเป็นที่รักยิ่งของผู้วิจัย ที่ให้ทุกสิ่งทุกอย่างและเป็นกำลังใจในทุกก้าวย่างของชีวิตของผู้วิจัย ประโยชน์อันใดอันจะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขออุทิศแต่ท่านผู้ให้กำเนิด ครูอาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูปภาพ	ฏ
รายการสัญลักษณ์	ด
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์	1
1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงานที่ศึกษา	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 งานวิจัยที่ผ่านมา	5
บทที่ 3 ทฤษฎีพื้นฐาน	
3.1 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	9
(Compression Refrigeration Cycle)	
3.2 การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)	
3.2.1 การนำความร้อน (Conduction Heat Transfer)	13
3.2.2 การพาความร้อน (Convection Heat Transfer)	14
3.2.3 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม	16
(Overall Heat Transfer Coefficient)	

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

บทที่ 4 กระบวนการผลิตน้ำแข็ง

4.1 วัฏจักรการทำความเย็นในโรงงานน้ำแข็ง	21
4.2 เครื่องอัดไอ (Compressor)	23
4.3 ถังแยกน้ำมันออกจากไอแอมโมเนีย (Oil Separator Tank)	25
4.4 เครื่องควบแน่น (Condenser)	
4.4.1 ประเภทของเครื่องควบแน่น (Condenser)	26
4.4.2 เครื่องควบแน่นแบบระเหย (Evaporative Condenser)	27
4.5 ถังเก็บแอมโมเนียเหลว (Ammonia Liquid Storage Tank)	31
4.6 วาล์วลดความดัน (Expansion Valve)	32
4.7 ถังแยกไอแอมโมเนียและแอมโมเนียเหลว (Accumulator)	32
4.8 เครื่องระเหย (Evaporator)	34

บทที่ 5 เฟอูลิง (Fouling)

5.1 ประเภทของเฟอูลิง (fouling)	35
5.2 เฟอูลิงทางชีววิทยา (Biological Fouling)	36
5.3 การวัดผลกระทบของเฟอูลิง	38

บทที่ 6 วิธีดำเนินการทดลอง

6.1 การติดตั้งอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
6.1.1 อุปกรณ์ในการทำการทดลอง	42
6.1.2 ขั้นตอนการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ล	46
6.1.3 ตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์การวัด	48
6.1.4 วิธีการทดลอง	55

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

บทที่ 7 ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

7.1 ค่าความชื้นและอุณหภูมิของบรรยากาศ64

7.2 อุณหภูมิของน้ำเกลือในบ่อทำน้ำแข็ง67

7.3 ค่าความต้านทานเฟอลิง (R_f) 68

7.4 สมรรถนะรวมของระบบการทำความเป็น73

7.5 ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบการทำน้ำแข็ง80

7.6 การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องควบแน่นแบบระเหย85
(Evaporative Condenser) กับเครื่องควบแน่นแบบ
เปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled
Shell and Tube Condenser)

บทที่ 8 สรุปผลการวิจัย

8.1 สรุปผลการวิจัย94

8.2 การปรับปรุงการทำงานของโรงงานน้ำแข็ง96

8.3 ปัญหาและข้อสังเกตที่สำคัญ98

8.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป99

รายการอ้างอิง100

ภาคผนวก ก ตารางการเก็บข้อมูล102

ภาคผนวก ข ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์แต่ละตำแหน่ง126

ภาคผนวก ค ค่าจากการคำนวณจากการบันทึกข้อมูลแต่ละครั้ง157

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ง การหาค่าอัตราการไหลเชิงมวล (Mass Flow Rate)	170
ภาคผนวก จ แนวโน้มกำลังงานที่ใช้ในเครื่องอัดไอและค่าการถ่ายเทความร้อน ของอุปกรณ์ในโรงน้ำแข็ง	186
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์และจำแนกชนิดของเฟา่ลิ่ง	207
ภาคผนวก ช แผนภาพ P – h ของสารทำความเย็นแอมโมเนีย	211
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	213

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
6.1 การกำหนดตำแหน่งต่างๆ ในกระบวนการผลิตน้ำแข็งและอุปกรณ์การวัดที่ติดตั้ง	53
6.2 ตารางแสดงสมมติฐานที่ใช้กำหนดคุณสมบัติของแอมโมเนีย	56
7.1 แสดงค่าสมรรถนะของระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อ ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ	87
ก1 ข้อมูลอุณหภูมิ, ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูหนาว	103
ก2 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูหนาว	105
ก3 ข้อมูลอุณหภูมิ, ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูร้อน	107
ก4 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูร้อน	111
ก5 ข้อมูลอุณหภูมิ, ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูฝน	116
ก6 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูฝน	122
ข1 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของช่วงฤดูหนาว ณ ตำแหน่งที่ 1, 2 และ 3	127
ข2 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของช่วงฤดูหนาว ณ ตำแหน่งที่ 4, 5 และ 6	129
ข3 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของช่วงฤดูหนาว ณ ตำแหน่งที่ 7 และ 8	131
ข4 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่งที่ 1, 2 และ 3	133
ข5 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่งที่ 4, 5 และ 6	137
ข6 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่งที่ 7 และ 8	141
ข7 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่งที่ 1, 2 และ 3	145
ข8 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่งที่ 4, 5 และ 6	149
ข9 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่งที่ 7 และ 8	153
ค1 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูหนาว	158
ค2 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูร้อน.....	160
ค3 ค่าการคำนวณของช่วงฤดูฝน	165
ง1 แสดงค่า Clearance Volume เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าระยะห่างไปเรื่อยๆ	181

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
3.1 อุปกรณ์หลักในวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	10
3.2 T-s diagram ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ.....	10
3.3 P-h diagram ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ.....	11
3.4 (ก) การนำความร้อนผ่านผนังหนา Δx	14
3.4 (ข) ทิศทางการไหลของความร้อน	14
3.5 (ก) การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (ก) $T_w > T_\infty$	15
3.5 (ข) $T_w < T_\infty$	15
3.6 การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังท่อหลายชั้น	16
3.7 ภาพเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อนกับวงจรไฟฟ้าจากรูปที่ 3.6	16
3.8 ลักษณะการเกิดเฟาฝ้าที่บริเวณผิวท่อทั้งด้านในและด้านนอก	18
3.9 ภาพเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อนกับวงจรไฟฟ้าจากรูปที่ 3.8	19
4.1 วัฏจักรการทำงานของโรงงานน้ำแข็ง.....	22
4.2 P-h diagram ของวัฏจักรการทำงานของโรงงานน้ำแข็ง	22
4.3 แสดงปริมาตรและความดันในกระบอกสูบของเครื่องอัดไอ.....	24
4.4 ถังแยกน้ำมันออกจากไอแอมโมเนีย (Oil Separator Tank)	25
4.5 แสดงลักษณะการแลกเปลี่ยนความร้อนใน Evaporative Condenser	
(ก) แสดงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริง	29
(ข) แสดงพฤติกรรมโดยประมาณที่ใช้ในการประมาณค่า	29
4.6 การทำงานของเครื่องควบแน่นของโรงงานน้ำแข็ง	30
4.7 ถังเก็บแอมโมเนียเหลว	31
4.8 ถัง Accumulator และ Evaporator	33
5.1 แสดงส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	37
5.2 รูปภาพ Linear, Falling rate และ Asymptotic Fouling Curves	40
5.3 ผลกระทบของ Asymptotic Fouling กับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม	41
6.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล	42

สารบัญรูปรภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6.2 เทอร์โมคัปเปิ้ล	43
6.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบสัมผัสโดยตรง	43
6.4 เครื่องมือวัดความดัน	44
6.5 อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า	44
6.6 อุปกรณ์วัดความชื้นอากาศ	45
6.7 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ	45
6.8 การชูดสีและสิ่งสกปรกที่ผิวท่อออกให้เห็นเนื้อท่อ	46
6.9 การวางปลายเทอร์โมคัปเปิ้ลและการพันเทปยึดปลายเทอร์โมคัปเปิ้ลกับเนื้อท่อ	46
6.10 การหุ้มฉนวนกันความร้อน	47
6.11 การต่อหัวส่งสัญญาณ	47
6.12 การอ่านค่าอุณหภูมิ	47
6.13 แผนภาพแสดงตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์การวัด	48
7.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นและอุณหภูมิของแต่ละฤดูกาล	65
7.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกระเปาะเปียกของแต่ละฤดูกาล	65
7.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำเกลือในบ่อผลิตน้ำแข็งของแต่ละฤดูกาล	68
7.4 กราฟแสดงค่าความต้านทานเฟาติงสำหรับฤดูหนาว	69
7.5 กราฟแสดงค่าความต้านทานเฟาติงสำหรับฤดูร้อน	70
7.6 กราฟแสดงค่าความต้านทานเฟาติงสำหรับฤดูฝน	72
7.7 กราฟแสดงค่า COP และ EER ของฤดูหนาว	74
7.8 กราฟแสดงค่า COP และ EER ของฤดูร้อน	76
7.9 กราฟแสดงค่า COP และ EER ของฤดูฝน	77
7.10 กราฟแสดงค่า COP ของแต่ละฤดูกาล	79
7.11 กราฟแสดงค่า EER ของแต่ละฤดูกาล	79
7.12 P-h diagram ของระบบก่อนและหลังทำความสะอาดเครื่องควบแน่น	81

สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
7.13 แสดงผลกระทบจากการที่อุณหภูมิที่ออกจากเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น	84
7.14 P-h diagram แสดงผลกระทบจากปริมาณการผลิตและอุณหภูมิควบแน่นประกอบกัน ..	84
7.15 แสดงการเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นสองแบบ	
(ก) เครื่องควบแน่นแบบระเหย	86
(ข) เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อน.....	86
7.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า COP ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหย	89
กับโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเซลล์และท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วง	
ฤดูหนาว	
7.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EER ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหย	89
กับโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเซลล์และท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วง	
ฤดูหนาว	
7.18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า COP ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหย	90
กับโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเซลล์และท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วง	
ฤดูร้อน	
7.19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EER ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหย	90
กับโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเซลล์และท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วง	
ฤดูร้อน	
7.20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า COP ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหย	92
กับโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเซลล์และท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วง	
ฤดูฝน	
7.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EER ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหย	92
กับโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเซลล์และท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วง	
ฤดูฝน	

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก1 แสดงตำแหน่งอ้างอิงสำหรับภาคผนวก ก	102
ข1 แสดงตำแหน่งอ้างอิงสำหรับภาคผนวก ข	126
ง1 แสดง control volume ของสารทำความเย็นก่อนไหลเข้าสู่เครื่องระเหย	170
ง2 แสดงมวลเข้า-ออก control volume ของสารทำความเย็นก่อนไหลเข้าสู่เครื่องระเหย	171
ง3 แสดงปริมาตรและความดันในระบบอกสูบของเครื่องอัดไอ	175
ง4 ลักษณะส่วนหัวของลูกสูบ	177
ง5 การหาปริมาตรรูปทรงกรวยบริเวณส่วนหัวลูกสูบ	177
ง6 ลักษณะรอยเว้าที่บริเวณตรงกลางหัวลูกสูบ	178
ง7 ลักษณะของหัวลูกสูบที่ประกบไม่สนิท	179
ง8 กราฟแสดงค่า Clearance Volume เมื่อลูกสูบประกบไม่สนิทเป็นระยะต่างๆ	182
ตั้งแต 1 – 10 mm.	
ง9 กราฟแสดงค่า Clearance Percentage เมื่อลูกสูบประกบไม่สนิทเป็นระยะต่างๆ	182
ตั้งแต 1 – 10 mm.	
ง10 กราฟแสดงค่า Volumetric Efficiency เมื่อลูกสูบประกบไม่สนิทเป็นระยะต่างๆ	183
ตั้งแต 1 – 10 mm.	
ง11 กราฟแสดงค่า Mass Flow Rate เมื่อลูกสูบประกบไม่สนิทเป็นระยะต่างๆ	183
ตั้งแต 1 – 10 mm.	
จ1 กราฟแสดงค่า W_{in} ของฤดูหนาว	187
จ2 กราฟแสดงค่า W_{in} ของฤดูร้อน	188
จ3 กราฟแสดงค่า W_{in} ของฤดูฝน	190
จ4 กราฟแสดงค่ากำลังงานที่ใช้ในเครื่องอัดไอของแต่ละฤดูกาล	190
จ5 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวมของฤดูหนาว	193
จ6 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวมของฤดูร้อน	194
จ7 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวมของฤดูฝน	195
จ8 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ในระบบทำความเย็นของแต่ละฤดูกาล	196

สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
จ9 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูหนาว	198
จ10 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูร้อน	199
จ11 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูฝน	201
จ12 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยฤดูหนาว	203
จ13 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูร้อน	205
จ14 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยฤดูฝน	206
ฉ1 แสดงภาพลักษณะโครงสร้างของพีซีที่ปกคลุมผิวท่อที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์	208
ฉ2 แสดงลักษณะของเฟืองที่ปกคลุมเครื่องควบแน่น	208
ฉ3 บ่อน้ำที่นำน้ำมาใช้ในการหล่อเย็นเครื่องควบแน่นในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน	209
ฉ4 บ่อน้ำที่นำน้ำมาใช้ในการหล่อเย็นเครื่องควบแน่นในช่วงฤดูฝน	209

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
A	พื้นที่การถ่ายเทความร้อน	m^2
A_i	พื้นที่ผิวด้านในท่อ	m^2
A_o	พื้นที่ผิวด้านนอกท่อ	m^2
C	Clearance percentage	%
COP	สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบทำความเย็น	-
EER	ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในระบบทำความเย็น	-
h	สัมประสิทธิ์การพาความร้อน	$W/(m^2 \cdot K)$
h_0	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างพื้นผิวที่ สะอาด และของเหลว	$W/(m^2 \cdot K)$
h_1	เอนทัลปีของสารทำความเย็นด้านดูดของ เครื่อง อัดไอ	kJ/kg
h_2	เอนทัลปีของสารทำความเย็นด้านส่งของเครื่อง อัดไอ	kJ/kg
h_3	เอนทัลปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่อง ควบแน่น	kJ/kg
h_4	เอนทัลปีของสารทำความเย็นหลังออกเครื่อง ควบแน่น	kJ/kg
h_5	เอนทัลปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าวาล์วลด ความดัน	kJ/kg
h_6	เอนทัลปีของสารทำความเย็นหลังออกวาล์วลด ความดัน	kJ/kg
h_7	เอนทัลปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องระเหย	kJ/kg
h_8	เอนทัลปีของสารทำความเย็นหลังออกเครื่องระเหย	kJ/kg

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
h_A	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของของไหล ภายในท่อ	$W / (m^2 \cdot K)$
h_B	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของของไหล ภายนอกท่อ	$W / (m^2 \cdot K)$
h_{f6}	เอนทัลปีของสารทำความเย็นเหลวที่จะเข้าเครื่อง ระเหย	kJ / kg
h_{g6}	เอนทัลปีของไอสารทำความเย็นที่ลอยขึ้นด้านบน เครื่องระเหย	kJ / kg
h_{in}	เอนทัลปีของแอมโมเนียเข้าเครื่องควบแน่น	kJ / kg
h_{out}	เอนทัลปีของแอมโมเนียออกเครื่องควบแน่น	kJ / kg
k	ค่าการนำความร้อนของตัวกลาง	$W / (m^2 \cdot K)$
K_f	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของเฟอ์ลิง	$W / (m^2 \cdot K)$
$LMTD$	ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่น	-
\dot{m}	อัตราไหลเชิงมวล	kg / s
\dot{m}_7	อัตราไหลเชิงมวลของสารทำความเย็นที่เข้าเครื่อง ระเหย	kg / s
\dot{m}_g	อัตราการไหลเชิงมวลของไอสารทำความเย็นที่ลอย ขึ้นสู่ด้านบนของถัง Accumulator	kg / s
N_c	จำนวนลูกสูบ	ลูก
P_1	ความดันด้านดูดของเครื่องอัดไอ	kPa
P_2	ความดันด้านส่งของเครื่องอัดไอ	kPa
P_3	ความดันของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่อง ควบแน่น	kPa
P_4	ความดันของสารทำความเย็นหลังออกเครื่อง ควบแน่น	kPa

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
P_5	ความดันของสารทำความเย็นก่อนเข้าวาล์วลด ความดัน	kPa
P_6	ความดันของสารทำความเย็นหลังออกวาล์วลด ความดัน	kPa
P_7	ความดันของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องระเหย	kPa
P_8	ความดันของสารทำความเย็นหลังออกเครื่องระเหย	kPa
P_{dis}	ความดันด้านส่งของเครื่องอัดไอ	kPa
P_{suc}	ความดันด้านดูดของเครื่องอัดไอ	kPa
$Power$	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในระบบทำความเย็นทั้งระบบ	kW
$Power_1$	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์เครื่องอัดไอ	kW
$Power_{pump,1}$	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ปั้มน้ำพ่นเครื่องควบแน่น ตัวที่ 1	kW
$Power_{pump,2}$	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ปั้มน้ำพ่นเครื่องควบแน่น ตัวที่ 2	kW
$Power_{vane,1}$	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ใบกวนน้ำเกลือตัวที่ 1	kW
$Power_{vane,2}$	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ใบกวนน้ำเกลือตัวที่ 2	kW
\dot{Q}_{cond}	อัตราการนำความร้อน	MJ/hr
\dot{Q}_{conv}	อัตราการพาความร้อน	MJ/hr
Q_L	ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย	kW
Q_H	ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่น	kW
R	ค่าความต้านทานความร้อนรวม	$(m^2 \cdot K)/W$
R_C	จำนวนรอบของเครื่องอัดไอ	rev/s
R_f	ค่าความต้านทานเฟาพลังรวม	$(m^2 \cdot K)/W$
$R_{f,i}$	ค่าความต้านทานเฟาพลังด้านในท่อ	$(m^2 \cdot K)/W$
$R_{f,o}$	ค่าความต้านทานเฟาพลังด้านนอกท่อ	$(m^2 \cdot K)/W$

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
s_1	เอนโทรปีของสารทำความเย็นด้านดูดของเครื่องอัดไอ	kJ/kg
s_2	เอนโทรปีของสารทำความเย็นด้านส่งของเครื่องอัดไอ	kJ/kg
s_3	เอนโทรปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องควบแน่น	kJ/kg
s_4	เอนโทรปีของสารทำความเย็นหลังออกเครื่องควบแน่น	kJ/kg
s_5	เอนโทรปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าวาล์วลดความดัน	kJ/kg
s_6	เอนโทรปีของสารทำความเย็นหลังออกวาล์วลดความดัน	kJ/kg
s_7	เอนโทรปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องระเหย	kJ/kg
s_8	เอนโทรปีของสารทำความเย็นหลังออกเครื่องระเหย	kJ/kg
T_1	อุณหภูมิสารทำความเย็นด้านดูดของเครื่องอัดไอ	$^{\circ}C$
T_2	อุณหภูมิสารทำความเย็นด้านส่งของเครื่องอัดไอ	$^{\circ}C$
T_3	อุณหภูมิทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องควบแน่น	$^{\circ}C$
T_4	อุณหภูมิทำความเย็นหลังออกเครื่องควบแน่น	$^{\circ}C$
T_5	อุณหภูมิทำความเย็นก่อนเข้าวาล์วลดความดัน	$^{\circ}C$
T_6	อุณหภูมิทำความเย็นหลังออกวาล์วลดความดัน	$^{\circ}C$
T_7	อุณหภูมิทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องระเหย	$^{\circ}C$
T_8	อุณหภูมิทำความเย็นหลังออกเครื่องระเหย	$^{\circ}C$
T_{amb}	อุณหภูมิสภาพอากาศแวดล้อม	$^{\circ}C$
T_A	อุณหภูมิของของไหลภายในท่อ	$^{\circ}C$
T_B	อุณหภูมิของของไหลภายนอกท่อ	$^{\circ}C$
T_{brine}	อุณหภูมิน้ำเกลือในบ่อทำน้ำแข็ง	$^{\circ}C$

t_c	อุณหภูมิอิ่มตัวของสารทำความเย็นในขณะที่เกิด การควบแน่น	$^{\circ}\text{C}$
t_i	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นขาเข้าเครื่องควบแน่น	$^{\circ}\text{C}$
t_o	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นขาออกเครื่องควบแน่น	$^{\circ}\text{C}$
T_w	อุณหภูมิของพื้นผิว	$^{\circ}\text{C}$
$T_{water, out}$	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นหลังผ่านเครื่องควบแน่น	$^{\circ}\text{C}$
$T_{water, in}$	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นก่อนผ่านเครื่องควบแน่น	$^{\circ}\text{C}$
T_{∞}	อุณหภูมิของของไหลที่อยู่ห่างจากพื้นผิว	$^{\circ}\text{C}$
U	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
u_1	พลังงานภายในของสารทำความเย็นด้านดูดของ เครื่องอัดไอ	kJ/kg
u_2	พลังงานภายในของสารทำความเย็นด้านส่งของ เครื่องอัดไอ	kJ/kg
u_3	พลังงานภายในของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่อง ควบแน่น	kJ/kg
u_4	พลังงานภายในของสารทำความเย็นหลังออกเครื่อง ควบแน่น	kJ/kg
u_5	พลังงานภายในของสารทำความเย็นก่อนเข้าวาล์ว ลดความดัน	kJ/kg
u_6	พลังงานภายในของสารทำความเย็นหลังออกวาล์ว ลดความดัน	kJ/kg
u_7	พลังงานภายในของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่อง ระเหย	kJ/kg
u_8	พลังงานภายในของสารทำความเย็นหลังออกเครื่อง ระเหย	kJ/kg
U_c	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของสภาวะที่ ผิวท่อยังไม่มีเฟอлинг	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
U_f	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของสภาวะที่ผิวท่อมีเฟาเลี้ยง	$W/(m^2 \cdot K)$
v_1	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นด้านดูดของเครื่องอัดไอ	m^3/kg
v_2	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นด้านส่งของเครื่องอัดไอ	m^3/kg
v_3	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องควบแน่น	m^3/kg
v_4	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นหลังออกเครื่องควบแน่น	m^3/kg
v_5	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นก่อนเข้าวาล์วลดความดัน	m^3/kg
v_6	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นหลังออกวาล์วลดความดัน	m^3/kg
v_7	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องระเหย	m^3/kg
v_8	ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็นหลังออกเครื่องระเหย	m^3/kg
V_s	ปริมาตรการดูดใน 1 จังหวะการดูด	m^3
W_{in}	กำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอ	kW
x_1	คุณภาพของสารทำความเย็นด้านดูดของเครื่องอัดไอ	-
x_2	คุณภาพของสารทำความเย็นด้านส่งของเครื่องอัดไอ	-
x_3	คุณภาพของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องควบแน่น-	-

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	หน่วย
x_4	คุณภาพของสารทำความเย็นหลังออกเครื่อง ควบแน่น	-
x_5	คุณภาพของสารทำความเย็นก่อนเข้าวาล์วลด ความดัน	-
x_6	คุณภาพของสารทำความเย็นหลังออกวาล์วลด ความดัน	-
x_7	คุณภาพของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องระเหย	-
x_8	คุณภาพของสารทำความเย็นหลังออกเครื่องระเหย	-
x_f	ความหนาของเฟอ์ลิง	m
η_v	Volumetric efficiency	kPa

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น มีอัตราการบริโภคน้ำแข็งในปริมาณที่สูงลักษณะที่ตั้งของโรงงานน้ำแข็งในประเทศไทยมีลักษณะเป็นโรงงานที่ตั้งกระจายอยู่ตามท้องถิ่นต่างๆทั่วประเทศ ทั้งในระดับจังหวัดและระดับอำเภอ อันเนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านขนส่งที่ไม่สามารถขนส่งไปในระยะทางไกลๆ ได้เพราะจะสิ้นเปลืองงบประมาณในเรื่องของตู้แช่แข็งสูงมาก ดังนั้นโรงงานน้ำแข็งในประเทศไทยทั่วทั้งประเทศจึงมีเป็นจำนวนมาก จากข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม [19] กระทรวงอุตสาหกรรมพบว่า โรงงานน้ำแข็งที่จดทะเบียนมีทั้งหมด 1,433 โรงงาน โดยที่ทั้งหมดสามารถจำแนกการผลิตน้ำแข็งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. น้ำแข็งซอง ผลิตได้ 13,713,425 ตันต่อวัน
2. น้ำแข็งก้อนเล็ก ผลิตได้ 31,886 ตันต่อวัน

และแรงแม้รวมของเครื่องอัดไอของทุกโรงงานทั่วประเทศประมาณ 657,196 แรงแม้ ซึ่งสามารถคิดอัตราการใช้พลังงานได้เป็น 4,289,877,825 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี จะเห็นได้ว่าค่าไฟฟ้าในแต่ละปี ที่ต้องจ่ายนั้นคิดเป็นประมาณ 10,725 ล้านบาทต่อปี ซึ่งจะพบว่าค่าใช้จ่ายและอัตราการใช้พลังงานสูงในแต่ละปี และยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากสภาพอากาศในเมืองไทยที่ร้อนขึ้นและความต้องการที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นการเพิ่มสมรรถนะของการทำความเย็นในโรงงานน้ำแข็งนั้นจึงเป็นแนวทางสำคัญในการรองรับการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมประเภทนี้ อีกทั้งการเพิ่มสมรรถนะของการทำความเย็นยังเป็นการช่วยลดอัตราการใช้พลังงานได้อีกแนวทางหนึ่ง การเพิ่มสมรรถนะของการทำความเย็นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การปรับปรุงการทำงานของเครื่องอัดไอ (Compressor) , การปรับปรุงพื้นผิวการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหย (Evaporator) และ การปรับปรุงการทำงานของเครื่องควบแน่นแบบระเหย (Evaporative Condenser) เป็นต้น

ในทางปฏิบัติการเกิดฟาล์ง (Fouling) บนอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เครื่องควบแน่นแบบระเหยซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักในกระบวนการทำน้ำแข็งจะเกิด

ปัญหาเพลิงขึ้นตามสภาพการทำงาน of โรงงานแต่ละแห่ง ในบางครั้งจำเป็นต้องหยุดการผลิตเพื่อแก้ปัญหาเพลิงขึ้น การเกิดเพลิงขึ้นมีผลทำให้สมรรถนะการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยลดลง ซึ่งมีผลต่อเนื่องทำให้สมรรถนะของระบบทำความเย็นลดลง ดังนั้นจึงต้องศึกษาพฤติกรรมการเกิดเพลิงขึ้นในเครื่องควบแน่นแบบระเหย เพื่อเป็นข้อมูลในการป้องกัน การเกิดเพลิงขึ้นและเป็นแนวทางการแก้ปัญหาซึ่งจะช่วยเพิ่มสมรรถนะการทำงานของเครื่องควบแน่นแบบระเหยให้ใกล้เคียงกับสมรรถนะสูงสุดที่ควรจะได้ในสภาพการทำงานนั้นๆ นอกจากนี้จะเป็นการเพิ่มสมรรถนะของระบบการทำงานแล้ว ยังเป็นการลดการสูญเสียพลังงานได้อีกแนวทางหนึ่ง

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงานที่ศึกษา

ห้างหุ้นส่วนจำกัดสาครทิพย์นั้นเป็นโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับการทำน้ำแข็งมาเป็นระยะเวลายาวนาน ผลิตภัณฑ์ของโรงงานมีทั้งน้ำแข็งหลอดและน้ำแข็งซอง ทำการผลิตน้ำแข็งตลอด 24 ชั่วโมงโดยไม่มีวันหยุด ระบบการทำน้ำแข็งที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 แบบ คือระบบการทำงานแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบหล่อเย็นด้วยน้ำที่ผ่านเครื่องอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Shell and Tube Heat Exchanger) และระบบการทำงานแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติ (Natural Evaporative Condenser)

งานวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการเกิดเพลิงขึ้นและผลกระทบเนื่องจากการเกิดเพลิงขึ้นบนเครื่องควบแน่นแบบระเหย ต่อสมรรถนะของระบบการทำน้ำแข็งรวมของห้างหุ้นส่วนจำกัดน้ำแข็งสาครทิพย์ สภาพการทำงานในปัจจุบันนั้นทางโรงงานจะต้องทำการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นแบบระเหยทุกๆ 10 วัน โดยประมาณ เนื่องจากเกิดปัญหาเพลิงขึ้นโดยที่เพลิงที่เกิดขึ้นนั้นส่วนมากจะเป็นเพลิงขึ้นเนื่องมาจากสิ่งมีชีวิตจำพวกสาหร่าย ซึ่งมีผลทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนลดลงอย่างมาก นอกจากนั้นงานวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้ยังทำการศึกษาค้นคว้าไปถึงแนวทางการป้องกันการเกิดปัญหาเพลิงขึ้นที่เหมาะสมกับสภาพการทำงาน of เครื่องควบแน่นแบบระเหยของห้างหุ้นส่วนจำกัดสาครทิพย์ด้วย

นอกจากนั้นแล้วงานวิจัยนี้ยังทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบการทำงานแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นที่แตกต่างกันทั้ง 2 แบบ ที่ใช้อยู่ในโรงงานนั้น เพื่อเป็นข้อมูลในการช่วยตัดสินใจเลือกใช้ระบบการทำงานที่เหมาะสมในอนาคต

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาลักษณะการเกิดเพลิง และการเจริญเติบโตของเพลิงในเครื่องควบแน่นแบบระเหย ในสภาพการทำงานในปัจจุบัน
- 1.3.2 ศึกษาผลกระทบของเพลิงในเครื่องควบแน่นแบบระเหย ต่อประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อน และสมรรถนะรวมของระบบการทำความเย็น
- 1.3.3 เปรียบเทียบสมรรถนะของระบบทำความเย็นรวมที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยกับเครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ใช้งานอยู่ในโรงงานเดียวกันนี้
- 1.3.4 ศึกษาแนวทางป้องกันการเกิดเพลิง ที่มีความเป็นไปได้กับสภาพการทำงานในปัจจุบัน
- 1.3.5 ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงการทำงานของโรงงานน้ำแข็งให้มีความเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันให้ดียิ่งขึ้น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.4.1 ศึกษาผลตามเวลาจากการเกิดและการขยายตัวเพลิงในเครื่องควบแน่นแบบระเหย
- 1.4.2 ศึกษาผลกระทบของเพลิงที่มีต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหย
- 1.4.3 ศึกษาแนวทางการบำรุงรักษาการเกิดเพลิงในเครื่องควบแน่นแบบระเหย

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1.5.1 ขั้นตอนการศึกษาลักษณะการเกิดเพลิงและการเจริญเติบโตของเพลิงในเครื่องควบแน่นในสภาพการทำงานในปัจจุบัน
- 1.5.2 ขั้นตอนการศึกษามลกระทบของเพลิงซึ่งมีผลต่อการเสื่อมสมรรถนะของเครื่องควบแน่นแบบระเหย ต่อประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อน และสมรรถนะรวมของระบบทำความเย็น
- 1.5.3 ศึกษาแนวทางป้องกันการเกิดเพลิง และทำการปรับปรุงการทำงานของเครื่องควบแน่นแบบระเหย ที่มีความเป็นไปได้กับสภาพการทำงานในปัจจุบัน
- 1.5.4 วิเคราะห์และสรุปผลพฤติกรรมและผลกระทบของเพลิง ที่มีต่อสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องควบแน่นแบบระเหย รวมทั้งระบบรวมของระบบทำความเย็น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้ข้อมูลการเกิดและการเจริญเติบโตของเพลิงตามสภาพการใช้งานของเครื่องควบแน่นแบบระเหย
- 1.6.2 ได้ข้อมูลพฤติกรรมและการดำเนินไปของการเสื่อมถอยของสมรรถนะของระบบทำความเย็นอันเป็นผลมาจากเพลิง
- 1.6.3 ได้ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องควบแน่นแบบระเหยและเครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อ
- 1.6.4 ได้แนวทางป้องกันการเกิดเพลิงในเครื่องควบแน่นแบบระเหย
- 1.6.5 สามารถลดพลังงานที่ใช้ในระบบทำความเย็นในโรงงานน้ำแข็งได้โดยการควบคุมการทำงานอย่างเหมาะสม

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่ผ่านมา

Jeronimo M.A. และคณะ [1] ได้ติดตามสมรรถนะของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในระหว่างการเกิดเพลิง โดยทำการศึกษากับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในโรงกลั่นน้ำมัน ซึ่งเป็นโรงงานที่ใช้งานอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเป็นจำนวนมาก ในการหาค่าสมรรถนะของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนั้นได้ใช้วิธีการง่ายๆ ซึ่งได้แนวความคิดมาจากประสิทธิภาพทางความร้อนและแนวคิดของ NTU ในการหาค่า โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิขาเข้าและขาออกอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน 4 ค่า และอัตราการไหลในการคำนวณหาค่าสมรรถนะในการแลกเปลี่ยนความร้อนในระหว่างการเกิดเพลิง จากการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากวิธีการประมาณค่าแบบง่ายๆนี้กับผลจากการวัดค่าจริงนั้นพบว่าผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันถึงแม้ว่าวิธีการในการประมาณค่านั้นจะเกิดจากสมมติฐานก็ตาม

I. Owen และคณะ [2] ได้ทำการศึกษาด้านทฤษฎีเกี่ยวกับการนำความร้อนผ่านผิวท่อที่มีเพลิงแบบเอกพันธ์ (Homogeneous) เกาะอยู่ด้านนอกท่อ โดยศึกษาในสภาวะอยู่ตัวกับการไหลแบบตั้งฉาก (Cross Flow) ในการทำศึกษานั้นได้ทำการจำลองรูปแบบการเกิดเพลิงเป็นแบบวงแหวนเบี่ยง (Eccentric Annular) ในการหาสมรรถนะทางความร้อนและ การทำนายผลกระทบของเพลิง จะกระทำโดยใช้วิธีไฟไนต์ดิฟเฟอ-เรนซ์ (Finite Different) และได้ทำการขยายขอบเขตการศึกษาออกไปในกรณีที่เพลิง ไม่เป็นเอกพันธ์ (Non-homogeneous) โดยที่กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาของการเกิดเพลิง

ในการศึกษาทางทฤษฎีนี้จะพบว่าลักษณะแนวโน้มการเกิดเพลิง รอบท่อมีผลกระทบที่สำคัญต่อค่าการนำความร้อน และยังพบว่า

1. ในกรณีที่เกิดเพลิง แบบเท่ากันทุกด้านรอบท่อ ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงนั้นขึ้นอยู่กับรูปร่างและค่าการนำความร้อนของเพลิง ที่เกิดขึ้น

2. ในกรณีที่ทราบมวลของเฟออลิ่ง ค่าการถ่ายเทความร้อนจะเพิ่มขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่ไม่สมมาตรของเฟออลิ่ง
3. เมื่อเฟออลิ่ง ที่เกิดเป็นแบบไม่สมมาตร การถ่ายเทความร้อนจะเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดเฟออลิ่ง ที่มีค่าการนำความร้อนสูงจับตัวกันหนาแน่นที่บริเวณด้านหลังท่อตามทิศทางการปะทะการไหล

และมีข้อสังเกตที่สำคัญมากอีกอย่างหนึ่ง คือ ในความเป็นจริงแล้วนั้นการเกิดเฟออลิ่ง นั้นไม่ได้ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนลดลงเสมอไป

Vincent F และคณะ [3] ได้ทำการทดลองใช้ไอโซนเพียงอย่างเดียวในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำในหอผึ่งน้ำ (Cooling tower) ตัวใหม่ที่นำมาใช้ที่โรงเรียนนายร้อยทหารบกสหรัฐอเมริกา ผลที่ได้ คือ ไอโซนสามารถป้องกันการเกิดตะกรันและการเกิดเฟออลิ่ง จำพวกสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ได้ดี แต่กลับมีการเพิ่มขึ้นของการกัดกร่อนบนทองแดงและเหล็กอ่อน

Joe Quarini [4] ได้ทำการทดลองและการศึกษาทางทฤษฎี ในการทำความเข้าใจและความสามารถในการกำจัดเฟออลิ่ง โดยใช้วิธีการใหม่ที่มีชื่อว่า crushed-pigging คำว่า pig คือการผลัดน้ำแข็งที่กำลังเริ่มกลายเป็นน้ำแข็งในน้ำที่อุณหภูมิลดลงถึงจุดเยือกแข็ง การควบคุมช่องว่างจะต้องทำอย่างละเอียดและระมัดระวัง นั่นคือ ส่วนผสมของน้ำกับน้ำแข็งจะเคลื่อนที่คล้ายคลึงกับของแข็งเมื่ออยู่ในพื้นที่ที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ แต่จะเคลื่อนที่เหมือนเป็นของไหลเมื่ออยู่ในพื้นที่แคบๆ การเคลื่อนตัวของลูกสูบนั้นสามารถเคลื่อนตัวไปในท่อที่หักงอได้ ผ่านคอคอดในท่อได้ ผ่านข้อต่อรูปตัว T ได้ หรือแม้กระทั่งในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น (Plate heat exchanger) การทำการทดลองได้ทำการหา “ประสิทธิภาพการทำความสะอาด” ของระบบนี้ โดยทำการวัดว่าลูกสูบนี้อาจเคลื่อนตัวได้ง่ายและความสามารถในการกำจัดเฟออลิ่งชนิดอ่อนได้ โดยในการทดลองได้ใช้น้ำที่มีปริมาณน้ำแข็งเป็น 1 ใน 10 ของปริมาตรของน้ำ เฟออลิ่งที่นำมาทดสอบมีทั้งแบบที่เป็นคราบเหนียว คราบไขมัน คราบยาสีฟัน และแบบที่มีลักษณะเป็นเม็ดละเอียดคล้ายทราย

Ralph L. และคณะ [5] ในรายงานฉบับนี้ได้อธิบายถึงผลของการทดลองเฟออลิ่งในระยะเวลานาน (long term fouling test) ในหอผึ่งเย็นที่มีลักษณะการไหลภายในท่อที่มีการเพิ่มพื้นที่ผิว (enhanced tube) ในการทดลองได้ใช้น้ำที่มีแคลเซียม 800 ppm เป็นสารทำงานในระบบ

การทำน้ำเย็น เพลิงที่เกิดขึ้นมี 2 แบบพร้อมกัน คือ เพลิงจากการตกตะกอนและเพลิงที่เป็นเม็ดเป็นก้อน ข้อมูลในการเกิดเพลิงได้ทำการวัดเปรียบเทียบกันสำหรับท่อที่มีการเพิ่มพื้นที่ผิว (enhanced tube) 7 รูปแบบที่แตกต่างกัน เป็นเวลากว่า 2500 ชั่วโมงการทำงาน ท่อที่ทำการทดลองนั้นจะมีร่องเกลียววนอยู่ภายใน (helical ridge) และมีจำนวนร่องเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 10 ถึง 45 ร่อง เพลิงขนาดเล็กๆ ที่เกิดขึ้นจะเริ่มก่อตัวขึ้นจนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 1300 หลังจากชั่วโมงที่ 1300 เพลิงขนาดกลางจะเริ่มก่อตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เดียวกันท่อเหล่านี้จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงสุดในด้านที่ติดกับน้ำ โดยที่เพลิง จะมีผลกระทบมากในช่วง 30-45 ชั่วโมงก่อนจะสิ้นสุดการทดสอบ ข้อสังเกตที่น่าสนใจก็คือเพลิง มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นไปตามจำนวนของร่องเกลียวและมุมเกลียวที่เพิ่มขึ้น ในการทำการทดลองตลอด 2,500 ชั่วโมง นี้ได้ใช้น้ำที่มีค่าความกระด้างประมาณ 800 ppm. โดยจะเห็นว่าเพลิง จะเกิดมากที่สุดกับท่อที่มีจำนวนร่อง 45 ร่อง และมีมุมเกลียว 45 องศา ซึ่งค่าความต้านทานความร้อนเพิ่มขึ้น 3.25 เท่าของค่าที่ออกแบบเริ่มต้น เนื่องจากในการทดลองได้ใช้น้ำที่มีความกระด้างสูงและไหลโดยใช้ความเร็วต่ำ ดังนั้นจึงไม่สามารถเชื่อได้ว่าพฤติกรรมการเกิดเพลิง จริงๆ ในโรงงานจะมีลักษณะตามนี้ ทางที่ดีนั้นควรจะมีการควบคุมคุณภาพน้ำให้ดีเพื่อการใช้งานในระยะยาว

Ralph L. และคณะ [6] งานชิ้นนี้ได้ทำการจัดเพลิง ไว้เป็น 7 แบบ ตามลักษณะร่องเกลียวภายในท่อซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งความลึกของร่อง มุมเกลียว และจำนวนร่องเกลียว ในระยะยาวนั้นมีสิ่งที่น่าสนใจคือผลกระทบรวมของเพลิงแบบการตกตะกอนและเพลิงแบบเป็นเม็ดเป็นก้อน ในระบบการทำน้ำเย็น และความเร่งในการเกิดเพลิงแบบเป็นอนุภาคเล็กๆ ในการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของเพลิงแบบการตกตะกอนและเพลิงแบบเป็นเม็ดเป็นก้อน และความเร่งของการเกิดเพลิงแบบอนุภาคเล็กๆ จะมีความสัมพันธ์แบบเฉพาะตัว ทำให้ลงความเห็นว่าความสัมพันธ์ของเพลิงแบบการตกตะกอนและเพลิงแบบเป็นเม็ดเป็นก้อนกับลักษณะของท่อแบบต่างๆ จะแตกต่างกันกับความสัมพันธ์กับความเร่งในการเกิดเพลิงแบบอนุภาคเล็กๆ สำหรับท่อที่มีจำนวนร่องน้อย (น้อยกว่า 25) และมุมเกลียวน้อยกว่า 35° ค่าความต้านทานเพลิงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน อย่างไรก็ตามสำหรับท่อที่มีจำนวนร่องมากและมีมุมเกลียวสูง (สูงกว่า 45°) ค่าตัวประกอบเพลิง (fouling factor) จะต้องพิจารณาจากหลายๆองค์ประกอบร่วมกัน ขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเนื่องจากความเค้นเฉือนมีค่าน้อย (มีผลกระทบต่อการเคลือบตัวของเพลิงน้อย) ภายใน

บริเวณร่อง, ครีบ มีข้อเสนอแนะคือการออกแบบรูปร่างที่เหมาะสมสามารถที่จะหลีกเลี่ยงการเกิดเพลิงในอัตราสูงๆได้

Luis Fernando Socorro de Almeida [7] ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของมลภาวะทางอากาศที่อยู่รอบๆ หอผึ่งเย็น ที่มีต่อการเกิดเพลิง เนื่องจากในระบบหอผึ่งเย็นหรือเครื่องควบแน่นแบบระเหย เป็นระบบเปิดทำให้เกิดปัญหาที่จะเกิดอยู่เสมอคือปัญหาการกัดกร่อนและเพลิง ในการศึกษานี้ได้ใช้น้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วเพื่อให้แน่ใจว่าจะมีผลกระทบจากปัญหาการกัดกร่อนน้อยที่สุด ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์พบว่าเพลิง ที่เกาะอยู่ที่ผิวแลกเปลี่ยนความร้อนนั้นมีส่วนประกอบของซิลิกา (22-65%) , เหล็ก (2-13%) , อลูมิเนียม (2-9%) และแคลเซียม (3-11%) โดยที่จากการสำรวจพบว่าโรงงานที่อยู่ข้างเคียงเป็นโรงงานทำเซรามิก และจากการวิเคราะห์อากาศที่อยู่รอบๆ มีอนุภาคสารที่พบที่เพลิง เป็นปริมาณที่สูง ดังนั้นมลพิษทางอากาศที่เกิดจากโรงงานที่อยู่รอบข้างนั้นจึงเป็นเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดเพลิง ขึ้นในระบบ ในการแก้ปัญหาจะต้องมีการเจรจาเพื่อโน้มน้าวโรงงานที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศนั้นได้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นและทำการลดปริมาณอนุภาคที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศในที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ทฤษฎีพื้นฐาน

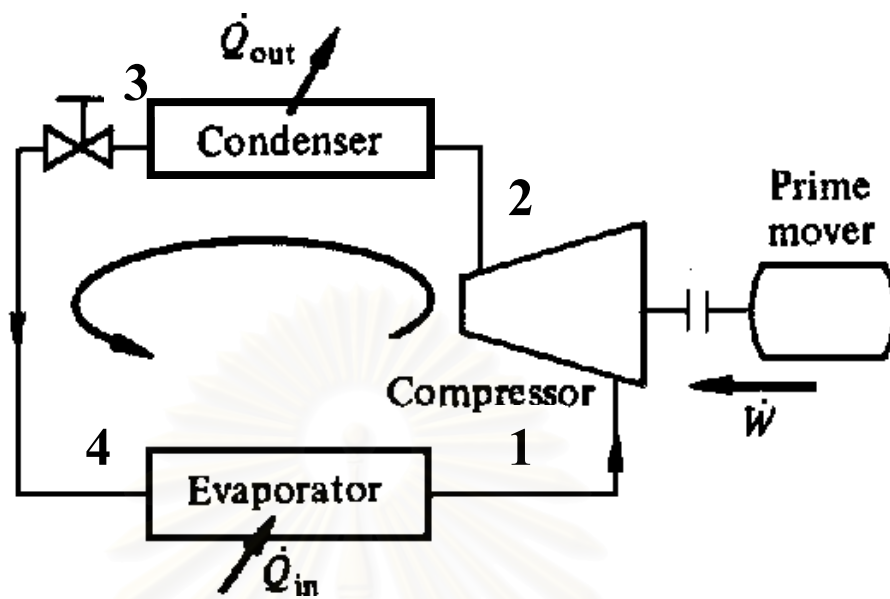
3.1 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ (The vapor compression refrigeration cycle)

ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอนั้น จะมีวัฏจักรพื้นฐานคือ วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอในอุดมคติ (The ideal vapor-compression refrigeration cycle) ซึ่งประกอบด้วย 4 กระบวนการ (ดูรูปที่ 3.2) คือ

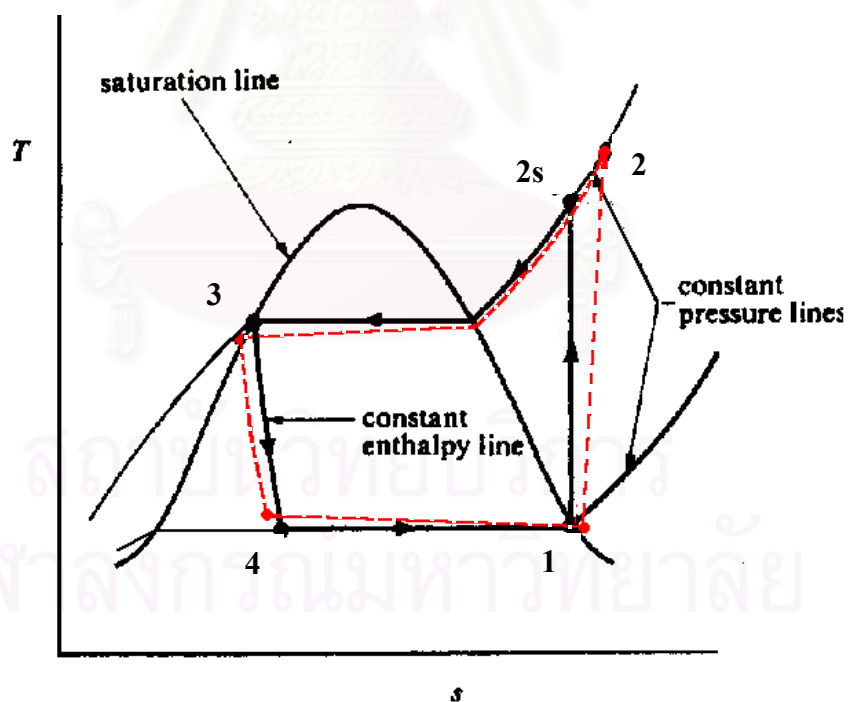
- 1-2 กระบวนการอัดไอแบบไอเซนทรอปิก (Isentropic) ในเครื่องอัดไอ
- 2-3 กระบวนการถ่ายเทความร้อนทิ้งที่ความดันคงที่ในเครื่องควบแน่น
- 3-4 กระบวนการทอหทลิ่ง (Throttling) ในวาล์วลดความดัน
- 4-1 กระบวนการดูดซับความร้อนโดยความดันคงที่ในเครื่องระเหย (Evaporator)

ในวัฏจักรทำความเย็นแบบอัดไอในอุดมคตินั้น สารทำความเย็นซึ่งเป็นไออิมตัวไหลเข้าสู่เครื่องอัดไอ ในสภาวะที่ 1 และจะถูกอัดแบบไอเซนทรอปิกจนความดันสูงขึ้นไปถึงความดันของเครื่องควบแน่น อุณหภูมิของสารทำความเย็นจะเพิ่มขึ้นจนสูงกว่าอุณหภูมิอิมตัวในกระบวนการอัดแบบไอเซนทรอปิกนี้ หลังจากนั้นสารทำความเย็นที่เป็นไอร้อนยิ่งยวดจะไหลเข้าสู่เครื่องควบแน่น ในสภาวะที่ 2 และไหลออกมาเป็นของเหลวอิมตัวในสภาวะที่ 3 ซึ่งเป็นผลมาจากการถ่ายเทความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวอิมตัวในสภาวะที่ 3 จะถูกลดความดันลงมาถึงระดับความดันของเครื่องระเหยโดยให้สารทำความเย็นไหลผ่านวาล์วลดความดัน (Expansion valve หรือ Capillary tube) เมื่อสารทำความเย็นไหลผ่านอุปกรณ์ออกมาแล้วจะมีสถานะเป็นของผสมในสภาวะที่ 4 หลังจากนั้นไหลเข้าสู่เครื่องระเหย ที่อุปกรณ์ชิ้นนี้จะทำการถ่ายเทความร้อนของสิ่งแวดล้อมที่ต้องการจะทำความเย็นให้กับสารทำความเย็นที่ไหลเข้ามา จะทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิลดลงและสารทำความเย็นจะมีสถานะเป็นไออิมตัวเมื่อออกจากเครื่องระเหย และไหลเข้าสู่เครื่องอัดไอ เพื่อทำการอัดไอในสภาวะที่ 1 เป็นวัฏจักรเช่นนี้

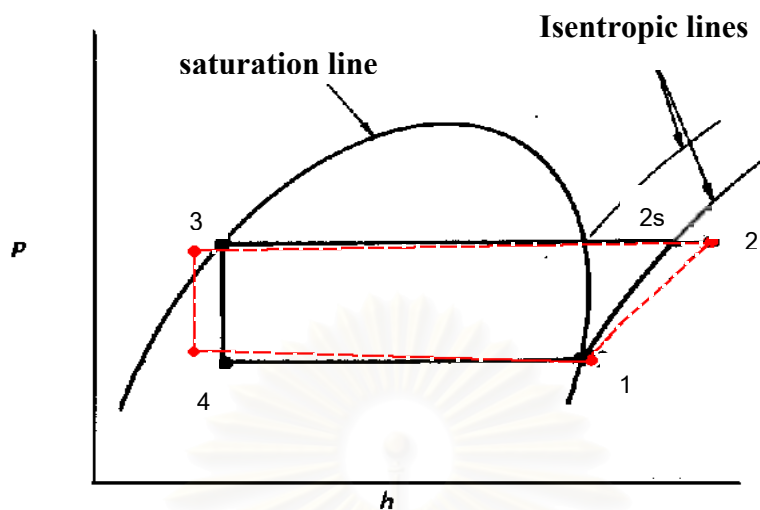
ในรูปที่ 3.1 และ 3.2 แสดงแผนภาพ P-h และแผนภาพ T-s ของทั้งระบบการทำความเย็นแบบไอในอุดมคติ (ซึ่งแสดงโดยใช้เส้นทึบ) และระบบการทำความเย็นจริง (ซึ่งแสดงโดยใช้เส้นประ)



รูปที่ 3.1 อุปกรณ์หลักในวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ



รูปที่ 3.2 T-s diagram ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ



รูปที่ 3.3 P-h diagram ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

ระบบการทำความเย็นจริงนั้นจะมีความแตกต่างจากระบบการทำความเย็นในอุดมคติหลายประการเนื่องจากสภาวะการทำงานที่ผันกลับไม่ได้ในหลายส่วน นอกจากนั้นในทางปฏิบัติยังพบว่าท่อที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ มีระยะยาว เป็นสาเหตุทำให้มีความดันตก (pressure drop) เนื่องจากความต้านทานการไหลภายในท่อดังที่ได้แสดงพฤติกรรมไว้ในรูปที่ 3.2 และ 3.3 ด้วยเส้นประ

ในการบ่งบอกประสิทธิภาพของระบบการทำความเย็นนั้นมีวิธีที่ใช้กันทั่วไป 2 วิธี คือ การบอกเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของระบบทำความเย็น (Coefficient Of Performance, COP) และการบอกเป็นค่า EER (Energy Efficiency Rating) ซึ่งทั้ง 2 วิธีนั้นสามารถหาได้จากความสัมพันธ์

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (3.1)$$

เมื่อ

- h_1 = เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ด้านดูดของเครื่องอัดไอหลังจากออกจากเครื่องระเหย
- h_2 = เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ด้านออกของเครื่องอัดไวก่อนเข้าเครื่องควบแน่น
- h_4 = เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ด้านออกของวาล์วลดความดันก่อนเข้าเครื่องระเหย

$$EER = \frac{\dot{m}(h_1 - h_4)}{Power} \quad (3.2)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \text{อัตราไหลเชิงมวล, } kg/s \\ Power &= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการทำความเย็นรวมทั้งระบบ, } kW \end{aligned}$$

จากรูปกราฟรูปที่ 3.3 เราจะพบว่า การเพิ่มสมรรถนะรวมของระบบนั้นมีแนวทางที่สามารถกระทำได้ คือ เพิ่มปริมาณ h_1-h_4 , ลดปริมาณ h_2-h_1 หรือทำทั้ง 2 อย่างพร้อมกัน ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการเพิ่มสมรรถนะของเครื่องควบแน่น ซึ่งมีผลทำให้สมรรถนะของระบบการทำความเย็นรวมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

3.2 การถ่ายเทความร้อน (heat transfer)

การถ่ายเทความร้อน เป็นการถ่ายเทของพลังงานจากตัวกลางหนึ่งไปสู่ตัวกลางหนึ่งเนื่องจากผลต่างของอุณหภูมิของตัวกลางทั้งสอง โดยที่การถ่ายเทความร้อนสามารถเกิดขึ้นได้สามทางคือ การนำความร้อน (Conduction heat transfer) การพาความร้อน (Convection heat transfer) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation heat transfer) โดยทั้งสามทางที่เกิดการถ่ายเทความร้อนนั้นต้องเกิดเนื่องจากผลต่างของอุณหภูมิและการถ่ายเทความร้อนจากตัวกลางที่มีอุณหภูมิสูงไปยังตัวกลางที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ในงานวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้จะเกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนใน 2 ทาง คือ การพาความร้อนจากสารทำความเย็นในท่อไปสู่ผนังท่อ , การนำความร้อนผ่านผนังท่อมาสู่พื้นผิวภายนอกของท่อและการพาความร้อนจากพื้นผิวภายนอกของท่อไปสู่บรรยากาศภายนอก ซึ่งจะกล่าวถึงโดยสังเขปดังต่อไปนี้

3.2.1 การนำความร้อน (Conduction heat transfer)

การนำความร้อน เป็นการถ่ายเทพลังงานของอนุภาคของสารที่มีพลังงานสูงไปยังอนุภาคใกล้เคียงที่มีพลังงานต่ำกว่า การนำความร้อนสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยที่การนำความร้อนในของเหลวและก๊าซเกิดขึ้นเนื่องจากการชนกัน (Collisions) และการแพร่ (Diffusion) ของโมเลกุล ในขณะที่โมเลกุลเหล่านั้นมีการเคลื่อนที่ ส่วนการนำความร้อนในของแข็งเป็นผลเนื่องมาจากการสั่นของโมเลกุล (Vibrations of Molecules) ในแลตทิซ (Lattice) และการขนถ่ายพลังงานโดยอิเล็กตรอนอิสระ (Free Electrons)

อัตราการนำความร้อนผ่านตัวกลางขึ้นอยู่กับรูปทรงทางเรขาคณิตของตัวกลาง , ความหนา , วัสดุที่เป็นตัวกลางรวมถึงผลต่างของอุณหภูมิตลอดตัวกลางนั้น ดังแสดงในรูปที่ 3.4 ก ซึ่งแสดงถึงการนำความร้อนในสภาวะคงตัวผ่านผนังซึ่งมีความหนา $\Delta x = L$ และพื้นที่ผิว A และผลต่างของอุณหภูมิตลอดความหนาของผนังเป็น $\Delta T = T_2 - T_1$ ส่วนรูปที่ 3.4 ข แสดงทิศทางการนำความร้อน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าอัตราการนำความร้อนผ่านผนังเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลต่างของอุณหภูมิตลอดความหนาและพื้นที่การนำความร้อนแต่เป็นสัดส่วนผกผันกับความหนาของตัวกลาง หรือเขียนเป็นสมการได้ว่า

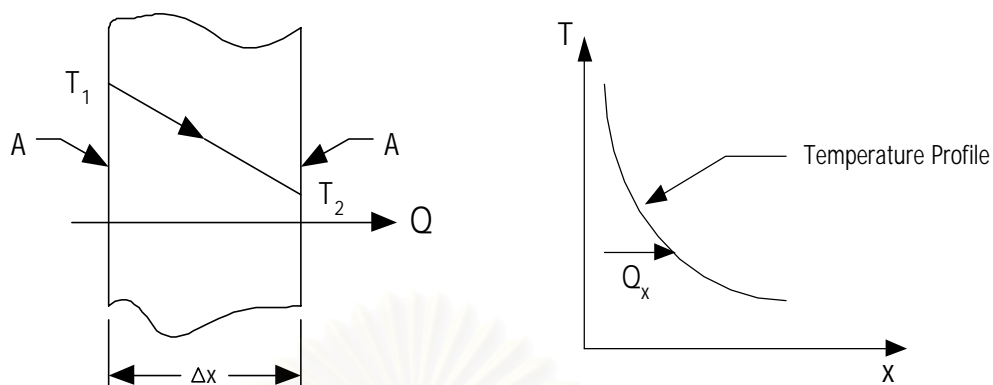
$$\dot{Q}_{\text{cond}} = -k A \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (3.3 \text{ ก})$$

เมื่อค่าคงที่ k เป็นค่าการนำความร้อนของวัสดุ (Thermal Conductivity of Material) ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุนั้นๆ ในกรณีที่ $\Delta x \rightarrow 0$ สมการ (3.3 ก) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปอนุพันธ์ย่อยได้เป็น

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = -k A \frac{dT}{dx} \quad (3.3 \text{ ข})$$

เมื่อ

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = \text{อัตราการนำความร้อน (W)}$$



รูปที่ 3.4 (ก) การนำความร้อนผ่านผนังหนา Δx (ข) ทิศทางการไหลของความร้อน

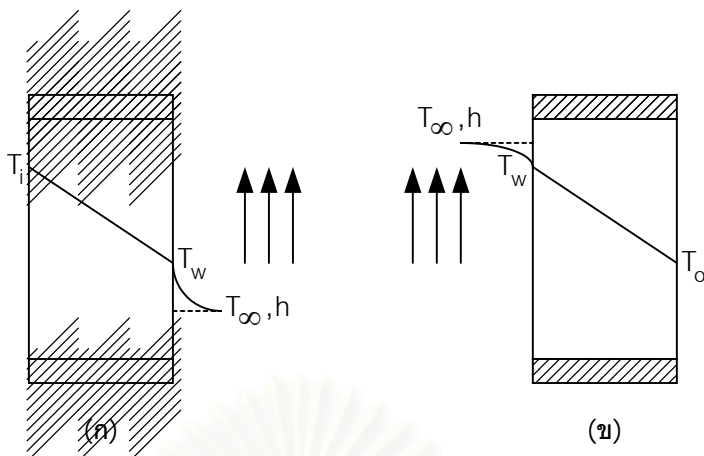
- k = ค่าการนำความร้อนของตัวกลาง ($\text{W/m}^\circ\text{C}$)
 A = พื้นที่ตั้งฉากกับทิศทางการนำความร้อน (m^2)
 dT/dx = เกรเดียนต์ของอุณหภูมิในทิศทางการนำความร้อน ($^\circ\text{C/m}$)

สมการที่ (3.3 ข) เรียกว่า กฎการนำความร้อนของฟูรีเยร์ (Fourier's Law of Heat Conduction)

3.2.2 การพาความร้อน (Convection heat transfer)

การพาความร้อน เป็นการถ่ายเทพลังงานระหว่างผิวของแข็งและของเหลวหรือก๊าซที่อยู่ติดกับพื้นผิวนั้น ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการนำความร้อนและการเคลื่อนที่ของของไหล การพาความร้อนแบ่งออกเป็น การพาความร้อนแบบบังคับ (Forced convection) และการพาความร้อนแบบอิสระหรือการพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Free convection or Natural convection)

อัตราการพาความร้อนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลต่างของอุณหภูมิ และสามารถแสดงการถ่ายเทความร้อนโดยการพาดังแสดงดังรูปที่ 3.5 และสามารถเขียนสมการการพาความร้อนตามกฎการเย็นตัวของนิวตัน (Newton's Law of Cooling) ได้ดังสมการ



รูปที่ 3.5 การถ่ายเทความร้อนโดยการพา (ก) $T_w > T_{\infty}$ (ข) $T_w < T_{\infty}$

$$\dot{Q}_{\text{conv}} = hA(T_w - T_{\infty}) \quad (3.4 \text{ ก})$$

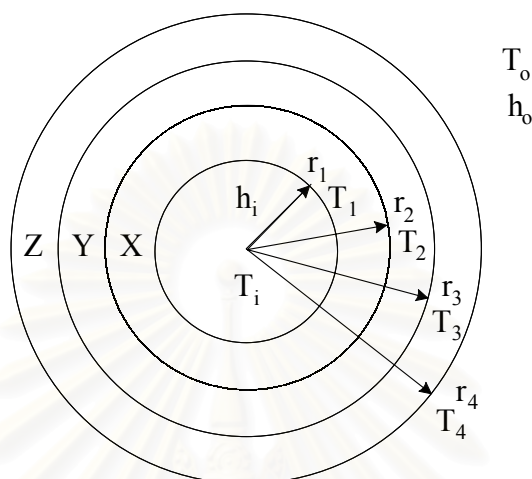
$$\dot{Q}_{\text{conv}} = hA(T_{\infty} - T_w) \quad (3.4 \text{ ข})$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \dot{Q}_{\text{conv}} &= \text{อัตราการพาความร้อน (W)} \\ h &= \text{สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C)} \\ A &= \text{พื้นที่ผิวของการพาความร้อน (m}^2\text{)} \\ T_w &= \text{อุณหภูมิของพื้นผิว (}^\circ\text{C)} \\ T_{\infty} &= \text{อุณหภูมิของของไหลที่อยู่ห่างจากพื้นผิว (}^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

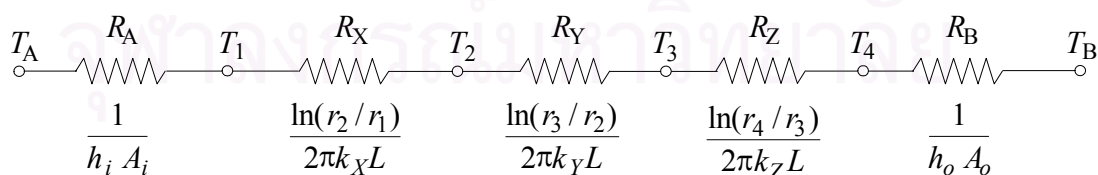
สำหรับสัมประสิทธิ์การพาความร้อนนั้นไม่ใช่คุณสมบัติของของไหล แต่เป็นพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองซึ่งขึ้นอยู่กับอิทธิพลของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการพาความร้อน เช่น รูปแบบการไหล (แบบลามินาร์ เทอร์บิวเลนต์ หรือทรานสิชัน) รูปทรงเรขาคณิตของวัตถุ คุณสมบัติทางกายภาพของของไหล ความแตกต่างของอุณหภูมิ ตำแหน่งตามผิวของวัตถุ กลไกของการพาความร้อน เช่น การพาความร้อนแบบอิสระ การพาความร้อนแบบบังคับ

3.3 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (The Overall Heat-transfer Coefficient)



รูปที่ 3.6 การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังท่อหลายชั้น

ในการวิเคราะห์อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนค่าความต้านทานความร้อนต่างๆ ที่อยู่ในแนวการถ่ายเทความร้อนจากอุณหภูมิสูงไปสู่อุณหภูมิต่ำ ถูกนำมาวิเคราะห์เป็นภาพรวม โดยที่เมื่อพิจารณาการถ่ายเทความร้อนจากของเหลวอุณหภูมิสูงที่ไหลในท่อ 3 ชั้น X, Y และ Z ตามลำดับ ออกสู่ของเหลวอุณหภูมิต่ำ ดังรูปที่ 3.6 พบว่าค่าความต้านทานการถ่ายเทความร้อน ประกอบไปด้วย 5 ส่วน ซึ่งจะสามารถอธิบายได้โดยง่ายดังจะแสดงตามภาพการเปรียบเทียบกับ วงจรไฟฟ้า ดังนี้



รูปที่ 3.7 ภาพเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อนกับวงจรไฟฟ้าจากรูปที่ 3.6

พิจารณาทอดังแสดงในรูปที่ 3.6 ทอด้านหนึ่งสัมผัสกับของไหลร้อน T_i อีกด้านหนึ่งสัมผัสกับของไหลเย็น T_o ค่าการถ่ายเทความร้อนสามารถเขียนได้เป็น

$$\begin{aligned} q &= h_i A_i (T_i - T_1) = \frac{2\pi k_x L (T_1 - T_2)}{\ln(r_2 / r_1)} = \frac{2\pi k_y L (T_2 - T_3)}{\ln(r_3 / r_2)} \\ &= \frac{2\pi k_z L (T_3 - T_4)}{\ln(r_4 / r_3)} = h_o A_o (T_4 - T_o) \end{aligned} \quad (3.5)$$

ดังนั้นจึงทำการเขียนสมการการถ่ายเทความร้อน (3.5) ใหม่ได้เป็น

$$q = \frac{(T_i - T_o)}{\left(\frac{1}{h_i A_i}\right) + \frac{\ln(r_2 / r_1)}{2\pi k_x L} + \frac{\ln(r_3 / r_2)}{2\pi k_y L} + \frac{\ln(r_4 / r_3)}{2\pi k_z L} + \left(\frac{1}{h_o A_o}\right)} \quad (3.6)$$

หรือ

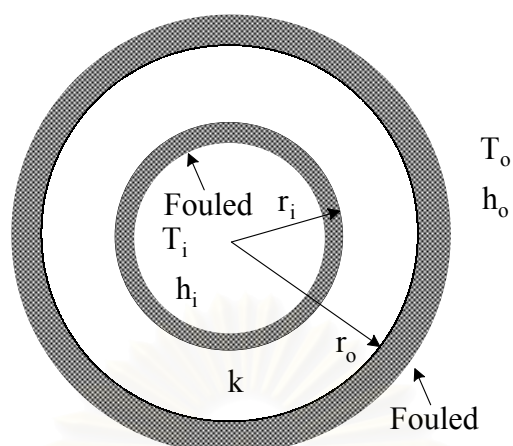
$$q = \frac{(T_i - T_o)}{R} \quad (3.7)$$

จากสมการที่ (3.6) และสมการที่ (3.7) เราจะเห็นได้ว่าสามารถเขียนค่าความต้านทานความร้อนรวมของระบบได้เป็น

$$R = \left(\frac{1}{h_i A_i}\right) + \frac{\ln(r_2 / r_1)}{2\pi k_x L} + \frac{\ln(r_3 / r_2)}{2\pi k_y L} + \frac{\ln(r_4 / r_3)}{2\pi k_z L} + \left(\frac{1}{h_o A_o}\right) \quad (3.8)$$

ดังนั้น จึงสามารถเขียนสมการการถ่ายเทความร้อนให้อยู่ในรูปของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมได้เป็น ดังนี้

$$q = UA(T_i - T_o) = \frac{(T_i - T_o)}{R} \quad (3.9)$$



รูปที่ 3.8 ลักษณะการเกิดเฟอูลิ่งที่บริเวณผิวท่อทั้งด้านในและด้านนอก

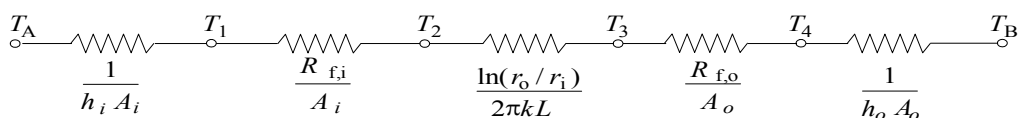
จากสมการที่ (3.7) , สมการที่ (3.8) และสมการที่ (3.9) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของพื้นที่ผิวท่อด้านนอกพบว่าจะมีค่า

$$U_o = \frac{1}{\left(\frac{A_o}{h_i A_i}\right) + \frac{A_o \ln(r_2/r_1)}{2\pi k_A L} + \frac{A_o \ln(r_3/r_2)}{2\pi k_B L} + \frac{A_o \ln(r_4/r_3)}{2\pi k_C L} + \left(\frac{1}{h_o}\right)} \quad (3.10)$$

ดังนั้นเราจึงเขียนความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U_o) และค่าความต้านทานความร้อนรวม (R) ได้ดังนี้

$$R = \frac{1}{U_o A_o} \quad (3.11)$$

ทำนองเดียวกับการพิจารณาการถ่ายเทความร้อนผ่านท่อหลายชั้น ในกรณีของการถ่ายเทความร้อนผ่านท่อที่เกิดเฟอูลิ่ง (Fouling) ขึ้นที่บริเวณผิวด้านนอกและด้านในของท่อ ดังรูปที่ 3.8 สามารถเขียนแผนภาพเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อนกับวงจรไฟฟ้าได้ตามรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ภาพเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อนกับวงจรไฟฟ้าจากรูปที่ 3.8

ในกรณีที่มีเฟาตั้งเกิดขึ้นที่บริเวณผิวท่อทั้งด้านในและด้านนอกท่อดังรูปที่ 3.8 และจากภาพเปรียบเทียบในรูปที่ 3.9 ค่าความต้านทานความร้อนในกรณีที่มีเฟาตั้งนี้สามารถเขียนได้ดังนี้

$$R_f = \left(\frac{1}{h_i A_i}\right) + \frac{R_{f,i}}{A_i} + \frac{\ln(r_o/r_i)}{2\pi kL} + \frac{R_{f,o}}{A_o} + \left(\frac{1}{h_o A_o}\right) \quad (3.12)$$

เมื่อ

ตัวห้อย i และ o = สภาวะที่เกิดเฟาตั้งด้านในและด้านนอกตามลำดับ
 $R_{f,i}$, $R_{f,o}$ = ค่าความต้านทานเฟาตั้งของเฟาตั้งที่ผิวด้านในและด้านนอก ตามลำดับ

ดังนั้นจากสมการที่ (3.11) จึงสามารถเขียนค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในสภาวะอื่นเนื่องมาจากการเกิดเฟาตั้งที่ผิวได้เป็น ดังนี้

$$U_{f,o} = \frac{1}{\left(\frac{A_o}{h_i A_i}\right) + \frac{A_o \ln(r_o/r_i)}{2\pi kL} + \left(\frac{1}{h_o}\right) + R_{f,i} \frac{A_o}{A_i} + R_{f,o}} \quad (3.13)$$

เขียนใหม่ได้เป็น

$$\frac{1}{U_{f,o}} = \left(\frac{A_o}{h_i A_i}\right) + \frac{A_o \ln(r_o/r_i)}{2\pi kL} + \left(\frac{1}{h_o}\right) + R_f \quad (3.14)$$

เมื่อ

ตัวห้อย i และ o = สภาวะที่เกิดเฟาตั้งด้านในและด้านนอก ตามลำดับ
 R_f , $R_{f,i}$, $R_{f,o}$ = ค่าความต้านทานเฟาตั้งรวม และค่าความต้านทานเฟาตั้งของเฟาตั้งที่ผิวด้านในและด้านนอก ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในรูปที่ (3.8) และ (3.9) ในสภาวะที่ยังไม่มีเฟอติงเกิดขึ้นที่ผิวท่อจะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมจะหาได้จากสมการ

$$U_{C,o} = \frac{1}{\left(\frac{A_0}{h_i A_i}\right) + \frac{A_0 \ln(r_o/r_i)}{2\pi kL} + \left(\frac{1}{h_o}\right)} \quad (3.15)$$

เขียนใหม่ได้เป็น

$$\frac{1}{U_{C,o}} = \left(\frac{A_0}{h_i A_i}\right) + \frac{A_0 \ln(r_o/r_i)}{2\pi kL} + \left(\frac{1}{h_o}\right) \quad (3.16)$$

เมื่อ

ตัวห้อย C , i และ o = สภาวะที่ไม่มีเฟอติง , ด้านในและด้านนอกตามลำดับ

เมื่อนำสมการที่ (3.16) ลบกับสมการที่ (3.14) จะได้สมการดังต่อไปนี้

$$R_f = \frac{1}{U_f} - \frac{1}{U_C} \quad (3.17)$$

เมื่อ

R_f = ค่าความต้านทานเฟอติงรวม , $(m^2 \cdot K)/W$
 U_f = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของของสภาวะที่ผิวท่อมีเฟอติง , $W/(m^2 \cdot K)$
 U_C = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของของสภาวะที่ผิวท่อยังไม่มีเฟอติง , $W/(m^2 \cdot K)$

จากสมการที่ (3.17) ทำให้สามารถกล่าวได้ว่าค่าความต้านทานเฟอติงรวมสามารถหาได้จากการนำส่วนกลับของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของสภาวะที่ผิวท่อมีเฟอติงลบกับส่วนกลับของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของสภาวะที่ผิวท่อยังไม่มีเฟอติง

บทที่ 4

กระบวนการผลิตน้ำแข็ง

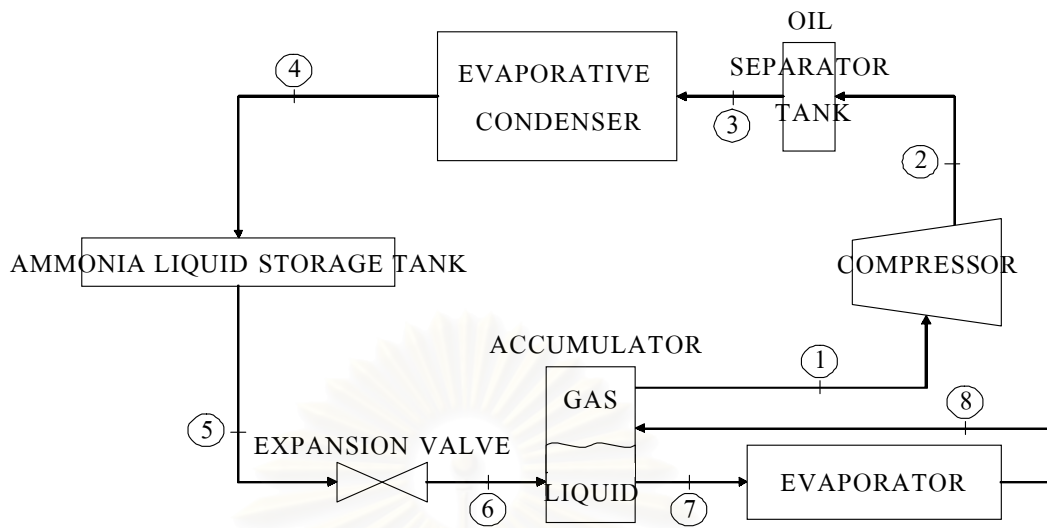
ในการผลิตน้ำแข็งจริงของโรงงานน้ำแข็งนั้นอาศัยหลักการของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ โดยที่มีอุปกรณ์หลักในกระบวนการเป็นแบบเดียวกับระบบการทำความเย็นแบบอัดไอโดยทั่วไป แต่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์บางอย่างเข้าไปเพื่อความปลอดภัยและเพิ่มสมรรถนะการทำความเย็นของระบบการทำความเย็น

ข้อมูลในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ได้เข้าไปบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์ อีกทั้งยังทำให้ทราบถึงระบบการทำน้ำแข็งของโรงงานน้ำแข็งขนาดใหญ่ในอุตสาหกรรมจริง ดังนั้นการทำการศึกษาดังลักษณะการทำงานและประเภทของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโรงงานน้ำแข็งจริงนั้นจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

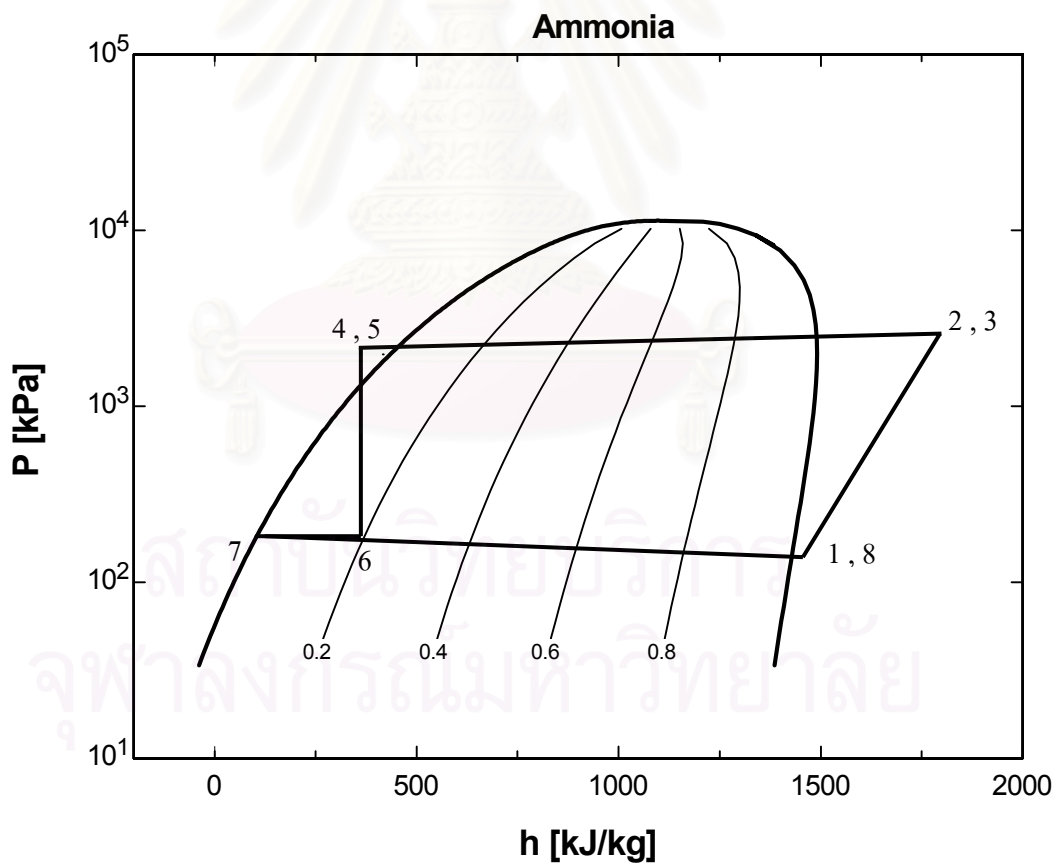
4.1 วัฏจักรการทำความเย็นในโรงงานน้ำแข็ง

ในวิทยานิพนธ์นี้ทำการวิจัยที่โรงงานน้ำแข็งที่ทำการผลิตน้ำแข็งเป็นอุตสาหกรรมเพื่อการจำหน่ายจริง ซึ่งสามารถเขียนอธิบายวัฏจักรการทำงานของโรงงานได้ดังรูปที่ 4.1 ดังนี้

เครื่องอัดไอจะทำการอัดไอของแอมโมเนียจากสถานะที่ 1 ไปสู่สถานะที่ 2 จากนั้นไอที่ถูกอัดแล้วจะไหลผ่านถังแยกน้ำมัน (Oil separator tank) แล้วเข้าสู่สถานะที่ 3 ซึ่งเป็นสถานะก่อนเข้าเครื่องควบแน่น เมื่อผ่านเครื่องควบแน่นแล้วสารทำความเย็นจะควบแน่นกลายเป็นของเหลวไหลในสถานะที่ 4 แล้วไหลเข้าถังเก็บแอมโมเนียเหลว (Liquid ammonia storage tank) หลังจากนั้นแอมโมเนียเหลวจะไหลออกจากถังเก็บแอมโมเนียเหลวเป็นสถานะที่ 5 แล้วไหลเข้าสู่วาล์วลดความดัน แล้วกลายเป็นสถานะที่ 6 หลังจากนั้นแอมโมเนียที่อยู่ในสถานะผสมกันระหว่างไอและของเหลว (mixture) จะไหลเข้าสู่ถังแยกไอและของเหลว (Accumulator) เมื่อเข้าไปอยู่ในถังแยกไอและของเหลวแล้ว แอมโมเนียเหลวในสถานะที่ 7 จะไหลเข้าสู่เครื่องระเหย แล้วจะเกิดการเดือดจนแอมโมเนียกลายเป็นไอแล้ว ไหลออกจากเครื่องระเหย ซึ่งเป็นสถานะที่ 8 ก่อนที่จะไหลกลับเข้าสู่ถังแยกไอและของเหลวอีกครั้งหนึ่งแล้วจึงดึงเอาส่วนที่เป็นไอออกไปเข้าเครื่องอัดไอซึ่งเป็นสถานะที่ 1 ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วัฏจักรการทำงานของโรงน้ำแข็ง



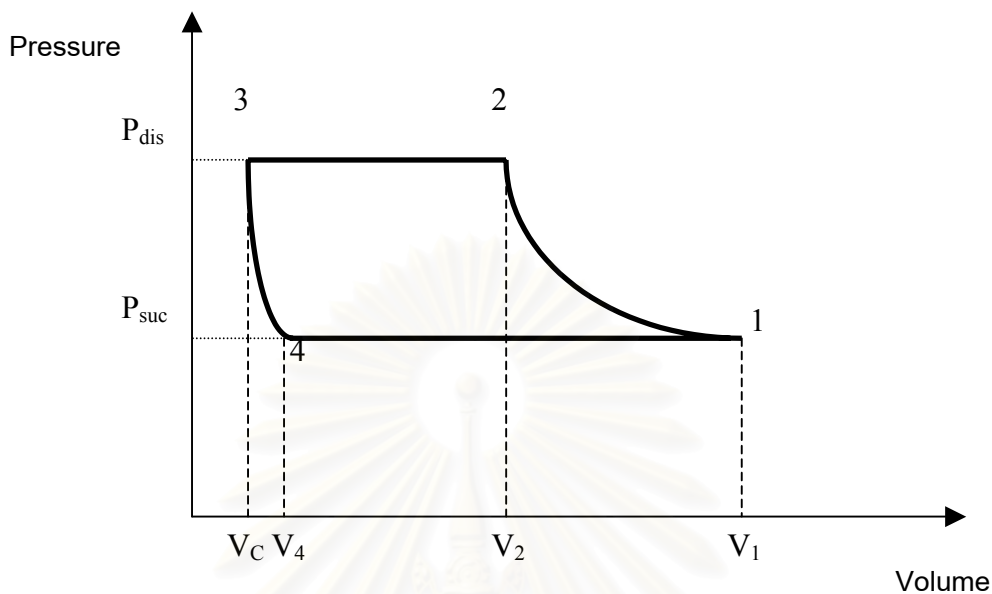
รูปที่ 4.2 P-h diagram ของวัฏจักรการทำงานของโรงน้ำแข็ง

อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบกันเป็นวัฏจักรการทำงานความเย็นของโรงงานทำน้ำแข็งนี้มีหน้าที่และหลักการทำงานแตกต่างกัน ในหัวข้อต่อไปนี้อธิบายถึงหลักการทำงานอย่างละเอียดของอุปกรณ์แต่ละส่วน

4.2 เครื่องอัดไอ (Compressor)

เครื่องอัดไอที่ใช้งานในโรงงานนี้เป็นเครื่องอัดไอแบบสูบชัก มีขนาด 8 ลูกสูบ การทำงานของเครื่องอัดไอนั้นสามารถแสดงพฤติกรรมได้ดังรูปที่ 4.3 งานที่ป้อนกับเครื่องอัดไอนั้นจะถูกใช้สำหรับเพิ่มความดันไอ ซึ่งมีผลให้อุณหภูมิของไอสูงขึ้นด้วย โดยความต้องการสูงสุดคือการเพิ่มความดันของไอโดยที่ใช้กำลังน้อยที่สุด ถ้ากระบวนการอัดไอเป็นแบบไอเซนโทรปิก (Isentropic) นั่นคือไม่มีการสูญเสียความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมในระหว่างกระบวนการอัดไอลง ดังนั้นงานในการอัดไอที่น้อยที่สุดจะเกิดขึ้นเมื่อกระบวนการอัดเป็นแบบไอเซนโทรปิก (Isentropic) นั่นหมายความว่าไม่มีการสูญเสียใดๆ เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการเลย ซึ่งเป็นไปไม่ได้ แต่สิ่งที่ใช้ในการอ้างอิงประสิทธิภาพที่เป็นที่ยอมรับกันก็คือ ค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิก (The isentropic efficiency) โดยที่สามารถกำหนดได้โดยการใช้อัตราส่วนระหว่างงานที่ต้องการใช้เมื่อกระบวนการเป็นกระบวนการไอเซนโทรปิกกับงานที่ใช้ในการอัดไอจริง และโดยส่วนมากประสิทธิภาพของเครื่องอัดไอจะถูกกำหนดโดยใช้ค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกนี้

เมื่อทำการพิจารณาเครื่องอัดไอแบบสูบชัก (Reciprocating compressor) กระบอกสูบจะทำการอัดไอจากความดันด้านดูด (Suction pressure, P_s) ขึ้นไปจนถึงความดันด้านส่ง (Discharge pressure, P_D) เราจะเรียกอัตราส่วน P_s/P_D ว่าอัตราส่วนการอัด (Compression ratio) จากรูปที่ 4.2 เมื่อพิจารณาถึงวัฏจักรการอัดแล้วสามารถอธิบายได้โดยเริ่มต้นที่ จุดที่ 1 เป็นจุดที่ลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งต่ำที่สุดและมีปริมาตรมากที่สุด ความดันไอจะเป็นความดันด้านดูด จากจุดนี้ลูกสูบจะค่อยๆ เคลื่อนตัวขึ้นทำให้ปริมาตรกระบอกสูบลดลง มวลของไอจึงถูกอัดทำให้อุณหภูมิและความดันเพิ่มสูงขึ้น จุดที่ 2 ความดันจะสูงขึ้นจนเท่ากับความดันด้านส่งที่ตำแหน่งนี้วาล์วด้านส่งจะเริ่มเปิดออก จุดที่ 3 ลูกสูบจะถูกดันมาจนสูงสุด กระบอกสูบจะมีปริมาตรต่ำสุดและวาล์วด้านส่งจะปิด จุดที่ 4 ความดันจะลดลงมาจนถึงความดันด้านดูดอีกครั้งที่ตำแหน่งนี้วาล์วด้านดูดจะเปิดออกเพื่อเริ่มดูดไอเข้ามาในกระบอกสูบอีกครั้ง



รูปที่ 4.3 แสดงปริมาตรและความดันในกระบอกสูบของเครื่องอัดไอ

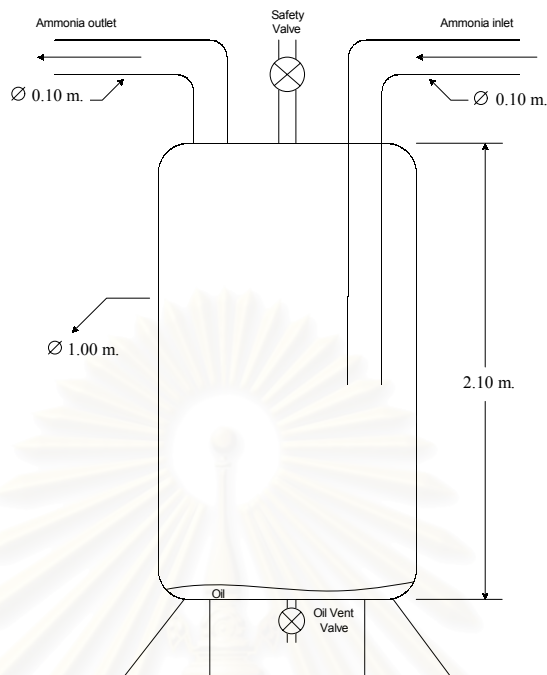
ค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (The volumetric efficiency) เป็นค่าอัตราส่วนความสัมพันธ์ของปริมาตรของไอจริงกับปริมาตรของกระบอกสูบ ในช่วงการดูด ซึ่งได้ทำการแสดงให้เห็นถึงที่มาและวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์เชิงปริมาตร ตามภาคผนวก ง.

จากภาคผนวก ง. จะทำให้ได้ความสัมพันธ์ที่จะใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์เชิงปริมาตร ดังนี้

$$\eta_v = 100 - C \left[\left(\frac{P_{dis}}{P_{suc}} \right)^{1/n} - 1 \right] \quad (4.1)$$

เมื่อตัวแปร n เป็นค่าคงที่เฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด สำหรับแอมโมเนีย $n = 1.28$ (สำหรับ R-22 , $n = 1.11$)

ถ้าพิจารณาจาก Volumetric Efficiency ในสมการที่ (4.1) แล้วนั้นจะพบว่า ถ้าทราบ Clearance Volume จะสามารถทำการคำนวณหาค่า Volumetric Efficiency (η_v) ได้



รูปที่ 4.4 ถังแยกน้ำมันออกจากไอแอมโมเนีย (Oil Separator Tank)

4.3 ถังแยกน้ำมันออกจากไอแอมโมเนีย (Oil Separator Tank)

เมื่อเครื่องอัดไอทำการอัดไอแอมโมเนียแล้วก่อนที่ไอแอมโมเนียจะเข้าสู่เครื่องควบแน่นจะผ่านอุปกรณ์แยกน้ำมันออกจากไอแอมโมเนีย เนื่องจากในขณะที่แอมโมเนียกำลังถูกอัดที่เครื่องอัดไอนั้นในเครื่องอัดไอจะมีน้ำมันหล่อลื่นไหลอยู่โดยรอบกระบอกสูบ ซึ่งในขณะที่ทำการอัดไอแอมโมเนียนั้นจะมีน้ำมันส่วนหนึ่งเด็ดลอดเข้ามาผสมกับไอแอมโมเนียที่ทำการอัดอยู่นั้นได้ ดังนั้นจึงต้องมีการแยกเอาน้ำมันออกจากไอแอมโมเนียก่อนที่จะเข้าสู่เครื่องอัดไอเพื่อป้องกันน้ำมันเหล่านั้นหลุดเข้าไปในเครื่องควบแน่น ซึ่งมีผลทำให้น้ำมันเหล่านั้นเกาะอยู่ที่ผิวด้านในของท่อทำให้ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนลดลง

อุปกรณ์ถังแยกน้ำมันออกจากแอมโมเนียนี้มีลักษณะเป็นถังทรงกระบอกมีท่อทางเข้าและทางออกของไอแอมโมเนียอยู่ด้านบนของตัวถัง เมื่อไอแอมโมเนียไหลเข้าสู่ถังไอแอมโมเนียจะถูกพ่นกระจายออกภายในตัวถัง น้ำมันซึ่งมีน้ำหนักมากจะหล่นลงสู่ก้นถังและไอแอมโมเนียความดันสูงจะไหลออกทางท่อส่งออกไปยังเครื่องควบแน่น ดังรูปที่ 4.4

4.4 เครื่องควบแน่น (Condenser)

เครื่องควบแน่น เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำหน้าที่ควบแน่นสารทำความเย็นจากสถานะไอให้กลายเป็นของเหลว เครื่องควบแน่น ที่นิยมใช้ในระบบทำความเย็นมีอยู่ 3 ประเภท คือ แบบหล่อเย็นด้วยอากาศ (Air-cooled) , แบบหล่อเย็นด้วยน้ำ (Water-cooled) และแบบระเหย (Evaporative cooling) ดังจะอธิบายได้ดังนี้

4.4.1 ประเภทของเครื่องควบแน่น

- **แบบหล่อเย็นด้วยอากาศ (Air-Cooled condenser)** การทำงานของเครื่องควบแน่น ประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างขดท่อนำสารทำความเย็นและอัตราการไหลของอากาศ นั่นคือเครื่องควบแน่น แบบหล่อเย็นด้วยอากาศนี้ต้องการอัตราการไหลของอากาศที่สูงเพื่อประสิทธิภาพที่สูง

- **แบบหล่อเย็นด้วยน้ำ (Water-Cooled condenser)** การทำงานของเครื่องควบแน่น ประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างขดท่อนำสารทำความเย็นและอัตราการไหลของน้ำ พบว่า เครื่องควบแน่น แบบนี้จะมีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงกว่าแบบหล่อเย็นด้วยอากาศ แต่มีจุดด้อยคือต้องการปั้มน้ำในการหมุนเวียนน้ำและสารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำในการป้องกันเฟอ์ลิ่งที่จะเกิดกับขดท่อนำสารทำความเย็น

- **แบบระเหย (Evaporative cooling)** วิธีการนี้ถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในการเพิ่มอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนและเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบการทำงาน of แบบระเหย เครื่องควบแน่นแบบระเหยแบบทั่วไปที่ใช้กันนั้น คือ ปั้มน้ำจะดูดน้ำจากแหล่งเก็บที่อยู่ใต้ เครื่องควบแน่น ขึ้นไปแล้วพ่นลงมาที่บริเวณผิวท่อของขดท่อนำสารทำความเย็นในขณะเดียวกันนั้นอากาศจะถูกเป่าเข้าไปทะลุผ่านละอองน้ำที่กำลังตกลงมา ทั้งละอองน้ำและผิวท่อจะเย็นลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการสัมผัสกันอย่างดีระหว่างอากาศ, ผิวท่อและละอองน้ำ ทำให้น้ำบางส่วนระเหยไปกับอากาศซึ่งกระบวนการการเกิดการระเหยนี้จะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนดีขึ้น ในส่วนของน้ำที่ไม่ระเหยไปกับอากาศนั้นก็จะต้องตกลงมาที่บริเวณด้านล่างของ เครื่องควบแน่น ข้อได้เปรียบของเครื่องควบแน่น แบบนี้คือ ความต้องการปั้มน้ำในการปั้มน้ำและความต้องการการปรับปรุงคุณภาพของน้ำลดลงจากแบบหล่อเย็นด้วยน้ำ และความต้องการความเร็วลมก็จะลดลงจากแบบหล่อเย็นด้วยลม

ในงานวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้ได้มุ่งเน้นทำการศึกษางานของเครื่องควบแน่นแบบระเหย ซึ่งเครื่องควบแน่นแบบระเหยที่ใช้อยู่ในโรงงานน้ำแข็งที่ทำการวิจัยในปัจจุบันเป็นเครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติ กล่าวคือจะไม่มีการใช้พัดลมดูดอากาศช่วย แต่จะใช้การระเหยไปกับลมตามธรรมชาติ

4.4.2 เครื่องควบแน่นแบบระเหย (Evaporative Condenser)

เครื่องควบแน่นแบบระเหย มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากมีพฤติกรรมในการแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีการพาความร้อนโดยใช้ละอองน้ำนำความร้อนออกมาจากพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนและใช้อากาศพัดผ่านทำให้ละอองน้ำเหล่านั้นมีการระเหยออกไป ซึ่งการระเหยนี้ทำให้อุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิหลังจากการควบแน่นต่ำกว่าแบบที่ใช้อากาศและแบบที่ใช้น้ำในการหล่อเย็น

สำหรับงานวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้จะทำการศึกษาประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหย โดยที่เป็นแบบระเหยตามธรรมชาติกล่าวคือเครื่องควบแน่นแบบนี้จะไม่มีใบพัดดูดอากาศแต่จะใช้ลมตามธรรมชาติในการช่วยการแลกเปลี่ยนความร้อนแทน ซึ่งโดยพื้นฐานของวิชาการแลกเปลี่ยนความร้อนแล้วโดยส่วนใหญ่ในการอธิบายถึงพฤติกรรมแลกเปลี่ยนความร้อนในเครื่องควบแน่น นั้นมีความซับซ้อนเนื่องจากจะมีทั้งช่วงที่เป็นไอร้อนยิ่งยวด , ของเหลวอิ่มตัว และของผสมอิ่มตัว อยู่ในกระบวนการการควบแน่นนี้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5 (ก) แต่ในการประมาณค่าการแลกเปลี่ยนความร้อนนั้นเราจะใช้การประมาณแบบที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.5 (ข) ในการประมาณค่าพฤติกรรมแลกเปลี่ยนความร้อนนี้ได้เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนในช่วงที่เป็นไอร้อนยิ่งยวดกับช่วงที่เป็นของเหลวอิ่มตัวนั้นจะถูกชดเชยไว้ในค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจริง (Actual heat-transfer coefficient) ของกระบวนการพาความร้อนซึ่งมีค่าน้อยกว่ากระบวนการการควบแน่น ดังนั้นจึงสามารถใช้การประมาณค่านี้ได้อย่างใกล้เคียงโดยใช้พฤติกรรมแลกเปลี่ยนความร้อนตามรูปที่ 4.5 (ข) ซึ่งสามารถเขียนสมการการประมาณค่าการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องควบแน่น ได้ดังนี้

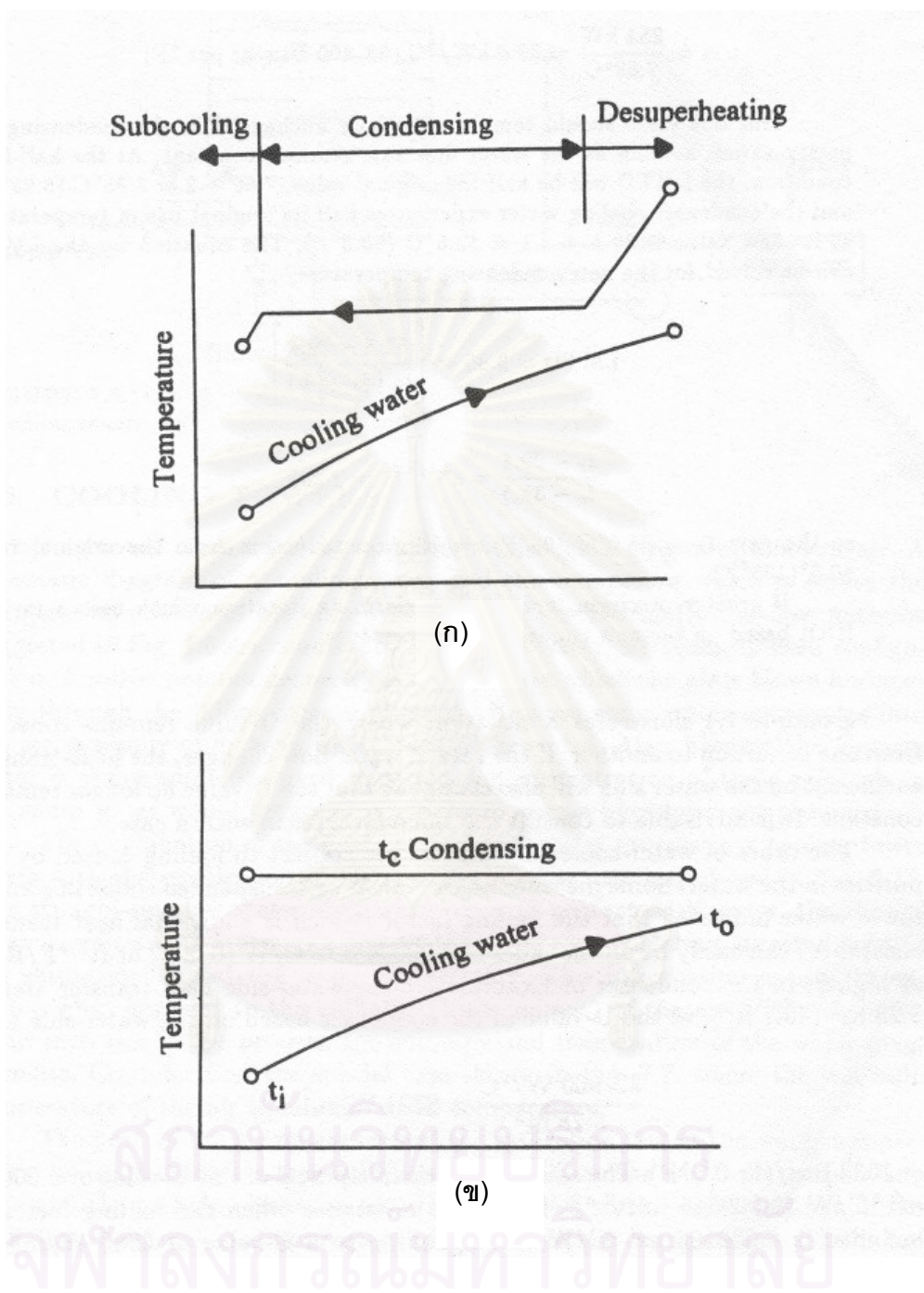
$$Q = UA \left[\frac{t_o - t_i}{\ln \left(\frac{t_c - t_i}{t_c - t_o} \right)} \right] \quad (4.6)$$

เมื่อ

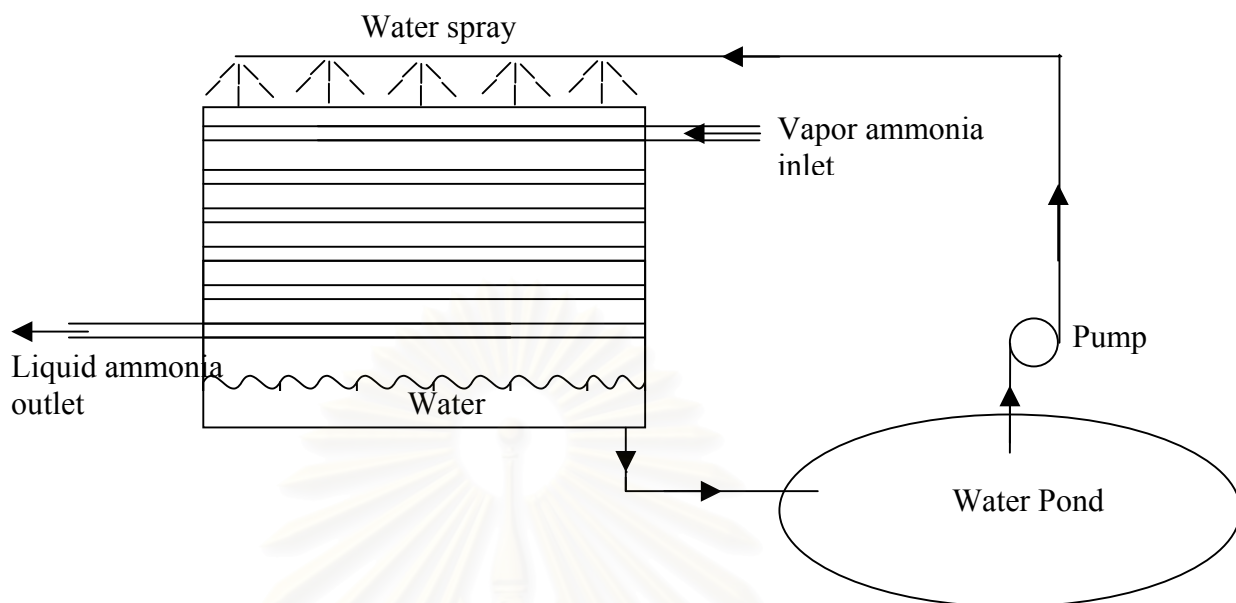
U	คือ	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของเครื่องควบแน่น , $W / m^2 \cdot K$
A	คือ	พื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อน , m^2
t_i	คือ	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นขาเข้าเครื่องควบแน่น , $^{\circ}C$
t_o	คือ	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นขาออกจากเครื่องควบแน่น , $^{\circ}C$
t_c	คือ	อุณหภูมิอิ่มตัวของสารทำความเย็นในขณะที่เกิดการควบแน่น ในเครื่องควบแน่น , $^{\circ}C$

ดังนั้นงานวิจัยนี้ใช้ สมการที่ (4.6) แสดงความสัมพันธ์และพฤติกรรมการแลกเปลี่ยนความร้อนเครื่องควบแน่นแบบระเหยโดยมีสมมติฐานว่าไม่คิดการสูญเสียความร้อนที่ระเหยไปกับอากาศภายนอก รายละเอียดของเครื่องระเหยตามธรรมชาติที่ใช้อยู่ในโรงงานน้ำแข็งได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.6

จากการวัดขนาดและจำนวนของกลุ่มท่อที่สร้างขึ้นมาเป็นเครื่องควบแน่นแบบระเหย ที่โรงงานน้ำแข็งแห่งนี้พบว่ามีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งสิ้นประมาณ 495.65 m^2 ในการทำการวิจัยในที่นี้ จะทำการศึกษาถึงกระบวนการเกิดและการเจริญเติบโตของ เพลิงที่เกิดในเครื่องควบแน่นแบบระเหย รวมทั้งทำการศึกษาวิธีการป้องกันการเกิดเพลิงที่เหมาะสมกับสภาพการทำงาน of เครื่องควบแน่นแบบระเหย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน of เครื่องควบแน่นแบบระเหย และการทำความเย็นของระบบการทำความเย็น ซึ่งจาก P-h diagram ในรูปที่ 3.3 ในบทที่ 3 อัตราการถ่ายเทความร้อนของ Condenser (Q_H) จะสามารถหาได้จากสมการที่ (4.7)



รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะการแลกเปลี่ยนความร้อนใน Evaporative Condenser
 (ก) แสดงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริง (ข) แสดงพฤติกรรมโดยประมาณที่ใช้ในการประมาณค่า



รูปที่ 4.6 การทำงานของเครื่องควบแน่นของโรงน้ำแข็งสาครพิทย์

$$Q_H = m(h_{in} - h_{out}) \quad (4.7)$$

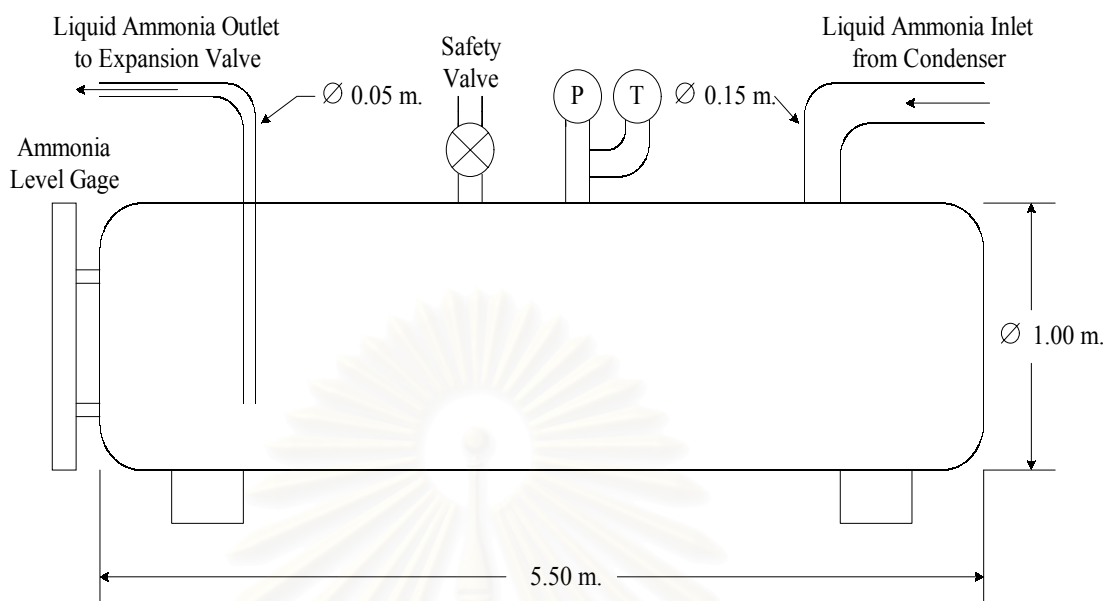
เมื่อ

Q_H = อัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่น , kW

\dot{m} = อัตราไหลเชิงมวลของแอมโมเนีย , kg/s

h_{in} = เอนทัลปีของแอมโมเนียขาเข้าเครื่องควบแน่น , kJ/kg

h_{out} = เอนทัลปีของแอมโมเนียขาออกเครื่องควบแน่น , kJ/kg



รูปที่ 4.7 ถังเก็บแอมโมเนียเหลว

4.5 ถังเก็บแอมโมเนียเหลว (Liquid ammonia storage tank)

เมื่อสารทำความเย็นเกิดการควบแน่นในเครื่องควบแน่นแล้วสารทำความเย็นจะไหลเข้ามายังถังเก็บแอมโมเนียเหลว ถังเก็บแอมโมเนียเหลวมีหน้าที่รับสารทำความเย็นแอมโมเนียที่ควบแน่นเป็นของเหลวแล้วจากเครื่องควบแน่น และเก็บเอาไว้จนกระทั่งเครื่องระเหยต้องการใช้งานสารทำความเย็นนี้ โดยที่ระดับของแอมโมเนียในถังเก็บแอมโมเนียเหลวนั้นจะถูกควบคุมด้วยวาล์วลดความดันและอัตราการไหลเข้าและไหลออกโดยปกติแล้วจะเป็นอัตราเดียวกัน

ในการวางถังเก็บแอมโมเนียเหลวทั่วไปนั้นจะถูกวางให้อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าเครื่องควบแน่น เพื่อที่จะได้ประโยชน์จากแรงโน้มถ่วงของโลกอีกทั้งยังเป็นตัวดูดอากาศและแก๊สที่ไม่ต้องการในระบบท่อโดยธรรมชาติ ลักษณะและขนาดของถังเก็บแอมโมเนียเหลวได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.7

4.6 วาล์วลดความดัน (Expansion Valve)

วาล์วลดความดันเป็นอุปกรณ์หลักของวัฏจักรการทำความเย็นมีหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการ คือ ลดความดันของสารทำความเย็นและใช้ปรับอัตราการไหลของสารทำความเย็นที่จะเข้าสู่เครื่องระเหย

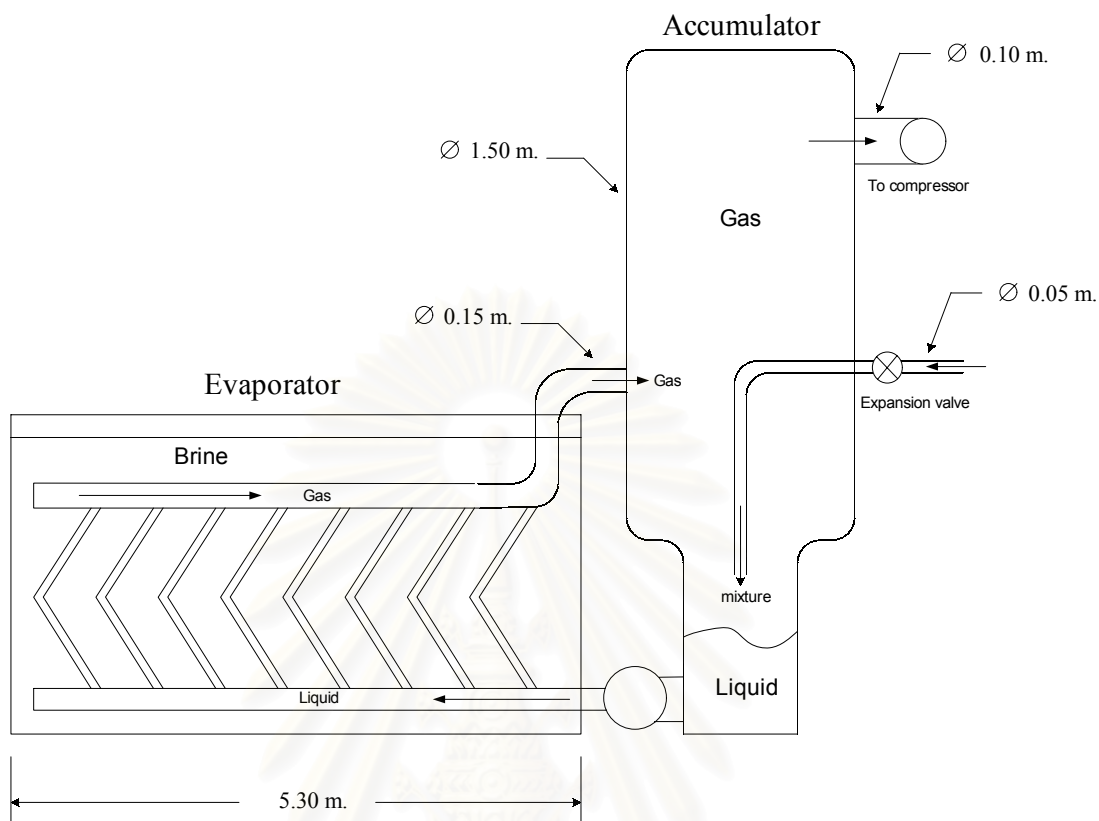
ประเภทของวาล์วลดความดันที่นิยมใช้กันมี 4 ชนิด คือ Capillary tube , Superheat-controlled , Float valve และ Constant-pressure expansion valve การทำงานของวาล์วลดความดันนั้นจะทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่นก่อนที่จะเข้าสู่เครื่องระเหยโดยกระบวนการที่เกิดขึ้นเป็นการลดความดันโดยเอนทัลปีคงที่ (Throttling process) สารทำความเย็นที่ไหลเข้าวาล์วลดความดันจะมีสถานะเป็นของเหลวเมื่อผ่านวาล์วลดความดันแล้วสารทำความเย็นจะมีสถานะของผสม

ในโรงงานน้ำแข็งใช้วาล์วลดความดันแบบ Constant pressure expansion valve แบบที่ควบคุมด้วยมือ ลักษณะการทำงานของวาล์วแบบนี้คือควบคุมความดันที่ออกจากวาล์วลดความดันให้คงที่เสมอ ใช้การเปิด-ปิดของวาล์วเป็นตัวควบคุมความดันที่จะเข้าสู่เครื่องระเหย โดยที่การเปิด-ปิด วาล์วมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การปรับแต่งด้วยมือ

4.7 ถังแยกไอแอมโมเนียและแอมโมเนียเหลว (Accumulator)

ถัง Accumulator ที่ใช้อยู่ในโรงงานน้ำแข็งสาครทิพย์นั้น มีลักษณะเป็นถังแยกไอกับของเหลวแบบแนวตั้ง มีหน้าที่หลักในการแยกของเหลวและไอแอมโมเนียออกจากกันเพื่อให้แน่ใจว่าไอแอมโมเนียที่ไหลเข้าสู่เครื่องอัดไอนั้นจะมีสถานะที่เป็นไอแอมโมเนียเท่านั้นไม่มีแอมโมเนียเหลวปะปนเข้ามา ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งที่ได้จากการใช้ถัง Accumulator คือพื้นผิวด้านในของเครื่องระเหยจะเปียกด้วยสารทำความเย็นเหลวตลอดเวลา ความดันในท่อส่งแอมโมเนียเหลวจะสูงกว่าความดันภายในท่อระเหยที่เป็นของผสม 2 สถานะ ความดันที่แตกต่างกันนี้ทำให้เกิดการหมุนเวียนของการไหลของสารทำความเย็น สำหรับลักษณะและขนาดของถัง Accumulator ของโรงงานน้ำแข็งได้แสดงไว้ดังรูปที่ 4.8

การใช้ถัง Accumulator ในระบบการทำความเย็นมีทั้งข้อดีและข้อเสีย กับการปล่อยสารทำความเย็นจากวาล์วลดความดันเข้าสู่เครื่องระเหยโดยตรง ดังนี้



รูปที่ 4.8 ถัง Accumulator และ Evaporator

ข้อดี

1. พื้นผิวของเครื่องระเหย (Evaporator) จะถูกใช้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากจะมีสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวเท่านั้นไหลเข้ามา ทำให้พื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนเปียกเต็มพื้นผิวตลอดเวลา
2. ลดความอันตรายของการส่งสารทำความเย็นเหลวกลับไปเครื่องอัดไอ

ข้อเสีย

1. ราคาลงทุนสูง
2. มีความต้องการใช้สารทำความเย็นมากกว่า
3. มีการตกค้างของน้ำมันอยู่ในถัง Accumulator ดังนั้นจึงต้องมีการระบายน้ำมันเหล่านี้ออกอย่างต่อเนื่อง

4.8 เครื่องระเหย (Evaporator)

เครื่องระเหยเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทำหน้าที่รับความร้อนจากน้ำเกลือที่รับความร้อนมาจากน้ำที่ใช้ทำน้ำแข็ง ลักษณะของเครื่องระเหยที่ใช้อยู่ในโรงน้ำแข็งนั้นจะรับสารทำความเย็นแอมโมเนียเหลวมาจากถัง Accumulator แล้วไหลเข้ามาในขดท่อเครื่องระเหยภายในขดท่อเมื่อสารทำความเย็นแอมโมเนียได้รับความร้อนแอมโมเนียจะเดือดและระเหยขึ้นไปด้านบนของขดท่อในสถานะที่เป็นไอร้อนยิ่งยวดเล็กน้อย แล้วไหลกลับเข้าสู่ถัง Accumulator ด้านบนแล้วไหลออกจากถัง Accumulator เข้าสู่เครื่องอัดไอ ลักษณะของเครื่องระเหยได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.8



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

เฟาลิ่ง

เฟาลิ่งที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) เป็นวัสดุที่ไม่ต้องการที่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งทำให้สมรรถนะการแลกเปลี่ยนความร้อนลดลง เป็นหนึ่งในปัญหาที่สำคัญที่สุดที่ผู้ออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนต้องคำนึงถึง แต่ในความเป็นจริงแล้วยังมีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาเฟาลิ่งที่เกิดขึ้นนี้น้อยมาก นั่นคือเราอาจจะเรียกได้ว่าเป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งที่ยังไม่สามารถแก้ได้ในระบบการแลกเปลี่ยนความร้อน

เฟาลิ่งที่เกิดขึ้นสามารถทำให้สมรรถนะลดลงได้ถึง 80% และในบางครั้งยังทำให้ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนั้นเสียหายได้ โดยทั่วไปผู้ออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนได้ทำการสมมติให้การเสื่อมถอยของสมรรถนะคงที่ในแต่ละช่วงเวลา (ซึ่งไม่เป็นจริงเสมอไป) ทำให้ต้องเพิ่มพื้นที่ผิวการถ่ายเทความร้อนเพื่อชดเชยสมรรถนะที่สูญเสียไป บ่อยครั้งที่พื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นมานี้จะมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ผิวที่คิดในกรณีที่ไม่มีสิ่งสกปรกเกาะอยู่นั่นคือจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสร้างอุปกรณ์เพิ่มขึ้น และอีกประการหนึ่งคือในช่วงเริ่มต้นการใช้งานอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนี้ยังสะอาดอยู่ทำให้สมรรถนะในการทำงานสูงกว่าที่ต้องการซึ่งเป็นการยากที่ผู้ออกแบบจะแก้ไขปัญหา

5.1 ประเภทของเฟาลิ่ง

โดยทั่วไปเฟาลิ่งจะแบ่งประเภทตามลักษณะการเกิด หรือ แบ่งตามกลไกของกระบวนการที่เกี่ยวข้อง ในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีผิวสัมผัสแบบของแข็งกับของเหลวนั้นจะทำการแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มของเฟาลิ่ง คือ

(1) **เฟาลิ่งที่เกิดจากการตกตะกอน (Precipitation Fouling)** คือ การสะสมของตะกอนที่บริเวณพื้นผิวการแลกเปลี่ยนความร้อนจากสารละลายที่เป็นของเหลว กลไกนี้มีความอันตรายสูงมากในการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำ แต่ในขณะเดียวกันความอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากเฟาลิ่งประเภทนี้ก็จะเกิดกับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเฟสเดียวเท่านั้น

(2) **เฟอลิ่งที่เกิดจากอนุภาคเล็ก ๆ (Particulate Fouling)** จะเป็นอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยอยู่บนพื้นผิวการแลกเปลี่ยนความร้อน เฟอลิ่งในกรณีนี้จะไม่จับตัวเกาะอยู่บริเวณพื้นผิว แต่ก็ยังมีแรงในการยึดเกาะกันอยู่

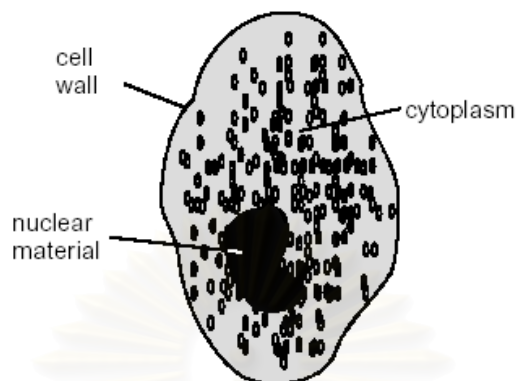
(3) **เฟอลิ่งที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction Fouling)** เกิดจากคุณสมบัติของการรวมตัวกันทางเคมีซึ่งเกี่ยวข้องกับสารตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน ในบางกรณีก็อาจจะเกี่ยวข้องกับพื้นผิวในการถ่ายเทความร้อนด้วย เฟอลิ่งในกลุ่มนี้จะมีความสำคัญในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ถ้าเกิดปฏิกิริยากับพื้นผิวการถ่ายเทความร้อนจะเรียกว่า “การกัดกร่อน”

(4) **เฟอลิ่งทางชีววิทยา (Biological Fouling)** เกิดจากการเกาะติดและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งแบบที่มีโครงสร้างใหญ่ (เพรียง , หอย) และแบบโครงสร้างเล็ก (แบคทีเรีย) การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตแต่ละประเภทอาจจะเป็นแบบโคลนเหลวบางๆ สามารถเกาะติดและเป็นฉนวนของพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนได้ ในปัจจุบันวงการการนำพลังงานความร้อนจากมหาสมุทรมาใช้กำลังส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยในกรณีนี้อย่างกว้างขวาง

ในกรณีของเครื่องควบแน่นแบบระเหย ที่จะทำให้การศึกษาในงานวิจัยนี้ เฟอลิ่ง ที่มีผลมากที่สุดคือ เฟอลิ่งทางชีววิทยา

5.2 เฟอลิ่งทางชีววิทยา (Biological Fouling)

เฟอลิ่งทางชีววิทยาเกิดจากโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เรียงตัวกันจนเกิดเป็นเฟอลิ่ง โดยปกติแล้วปัญหาของการเกิดโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ นี้จะเกิดอยู่ในรูปแบบของเมือกที่เคลือบผิวท่อหรือพื้นผิวถ่ายเทความร้อนอยู่ โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นสาหร่าย (algae) , ราหรือเห็ด (fungi) และแบคทีเรีย ซึ่งข้อแตกต่างระหว่างสาหร่ายและราหรือเห็ดนั้นคือ สาหร่ายสามารถสร้างอาหารเองได้ แต่ราหรือเห็ดนั้นไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตเล็กๆเหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีอุณหภูมิอบอุ่นและมีความชื้นสูงอย่างเช่นในเครื่องควบแน่นแบบระเหย หรือหอผึ่งเย็น (Cooling Tower)



รูปที่ 5.1 แสดงส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

โดยที่จะเกิดขึ้นปกคลุมผิวท่อหรือพื้นผิวการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบที่เป็นเมือก ซึ่งมีผลทำให้ อัตราการถ่ายเทความร้อนและประสิทธิภาพของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนั้นๆ ลดลง

ในเครื่องควบแน่นแบบระเหย หรือ หอผึ่งเย็น จะพบสิ่งมีชีวิตหลักๆ อยู่ 3 แบบ คือ แบคทีเรีย , สาหร่าย (algae) และ ราหรือเห็ด (fungi) โดยที่ราหรือเห็ดจะมีโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่า อีก 2 แบบ แบคทีเรียและสาหร่าย (algae) จะมีรูปแบบโครงสร้างแบบเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 5.1

จากรูปจะเห็นว่าองค์ประกอบหลักของเซลล์ คือ ผนังเซลล์ (cell wall) , cytoplasm และ nuclear material และถ้าหากเป็นเซลล์ชั้นสูงขึ้นไปอีกที่เรียกว่า organelles การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำลายโครงสร้างสิ่งมีชีวิตเล็กๆ เหล่านี้ สามารถทำได้โดยการทำความเข้าใจเซลล์ อย่างง่ายนี้ ในการเคลื่อนไหวและการเจริญเติบโตของโครงสร้างสิ่งมีชีวิตนี้นั้นจะต้องทำการหาอาหารและขับถ่ายของเสีย โดยจะทำการแปลงอาหารไปเป็นพลังงานและเนื้อเซลล์เพิ่มขึ้น สำหรับรูปแบบเซลล์อย่างง่ายนั้นผนังเซลล์จะทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ เก็บองค์ประกอบเซลล์ไว้ด้วยกันและทำการสังเคราะห์พลังงาน ในขณะที่ cytoplasm และ nuclear material มีหน้าที่เปลี่ยนแปลงอาหารให้เป็นเนื้อเซลล์

การทำลายโครงสร้างเซลล์เหล่านี้จะกระทำที่ตัวเซลล์โดยตรงและจะทำการสกัด กั้นการทำงานของเซลล์ ซึ่งมี 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- **Oxidizing biocide** คือ ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาเคมีที่ทำกับออกซิเจน ซึ่งเป็นกลุ่มของโปรตีนที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ ผลของการเกิดปฏิกิริยานี้จะทำให้ส่วนประกอบบางส่วนของเซลล์ถูกทำลายไปเป็นผลให้เซลล์ของสิ่งมีชีวิตนั้นตาย ตัวอย่างของ Oxidizing biocide เช่น การใช้คลอรีน , คลอรีนไดออกไซด์ , โบรไมด์ และ การใช้ไอโซน เป็นต้น

- **Non-oxidizing biocide** คือ ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาเคมีที่ไม่ทำกับออกซิเจน ประเภทของการกำจัดสิ่งมีชีวิตแบบที่ใช้ metal salts , brominated compounds, chlorinated phenols, organosulfur compounds, quaternary ammonium salts, organotin compounds เป็นต้น จะไม่มีการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน โดยปกติจะใช้ควบคู่กับแบบ Oxidizing biocide

5.3 การวัดผลกระทบของเฟอลิ่ง

ผลกระทบของสิ่งสกปรกบนพื้นผิวการแลกเปลี่ยนความร้อนนั้นสามารถแสดงโดยใช้ความต้านทานความร้อนของสิ่งสกปรก นั่นคือ

$$R_f = \frac{x_f}{K_f} \quad (5.1)$$

เมื่อ

x_f คือ ความหนาของเฟอลิ่ง

K_f คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของเฟอลิ่ง

จากสมการที่ (5.1) อัตราการเกิดเฟอลิ่ง แสดงได้เป็น

$$\frac{dR_f}{dt} = \frac{1}{K_f} \frac{dX_f}{dt} \quad (5.2)$$

สมการที่ (5.2) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์กันโดยตรงระหว่างผลกระทบของเฟอ์ลิ่ง (R_f) กับความหนาของชั้นของเฟอ์ลิ่ง โดยที่สมมติว่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามความหนาของเฟอ์ลิ่ง อย่างไรก็ตามวิธีการในการหาค่าผลกระทบของเฟอ์ลิ่งในทางปฏิบัติแล้วทำได้ไม่บ่อยนักเนื่องจาก ในการวัดความหนาของเฟอ์ลิ่งนี้จะต้องถอดชิ้นส่วนของอุปกรณ์ แลกเปลี่ยนความร้อนออกมาก่อน และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของเฟอ์ลิ่งไม่รู้ค่าที่แน่นอนอีก ทั้งยังเปลี่ยนแปลงตามความหนาของชั้นเฟอ์ลิ่งด้วย

จากข้อจำกัดที่ได้กล่าวมาแล้ว วิธีการวัดทางความร้อนจึงถูกนำมาใช้แทนที่การวัดความหนา ซึ่งวิธีการนี้จะต้องทำการวัดค่าความต้านทานในตอนเริ่มต้นที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเริ่มทำงานเสียก่อน วิธีการวัดทางความร้อนมีความเหมาะสมอย่างมากที่จะนำมาใช้ในขณะที่ยุกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนทำงานภายใต้ค่าการถ่ายเทความร้อนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (heat flux) คงที่ ค่า R_f ของแต่ละตำแหน่งอาจจะหาได้จากการทำการวัดอุณหภูมิของพื้นผิวการถ่ายเทความร้อน อุณหภูมิของของเหลวในแต่ละจุดที่ต่อเนื่องกัน และใช้ค่าการถ่ายเทความร้อนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่ทราบค่าอยู่แล้วมาทำการคำนวณ ภายใต้สภาวะนี้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมระหว่างผนังกับของเหลวสามารถแสดงได้เป็น

$$U_f = \left(R_f + \left(\frac{1}{h} \right) \right)^{-1} \quad (5.3)$$

เมื่อ

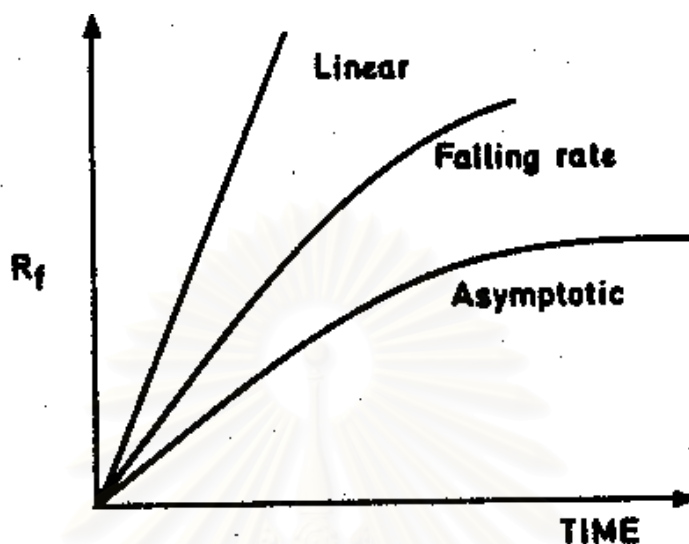
h คือ ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างผิวของเฟอ์ลิ่งและของเหลว ณ เวลาใดๆ

ในทำนองเดียวกัน ภายใต้สภาวะเริ่มต้นยังไม่เกิดเฟอ์ลิ่ง ค่าการนำความร้อนแสดงได้เป็น

$$U_c = h_0 \quad (5.4)$$

เมื่อ

h_0 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างพื้นผิวที่สะอาดและของเหลวที่ตำแหน่งการไหลต่างๆ



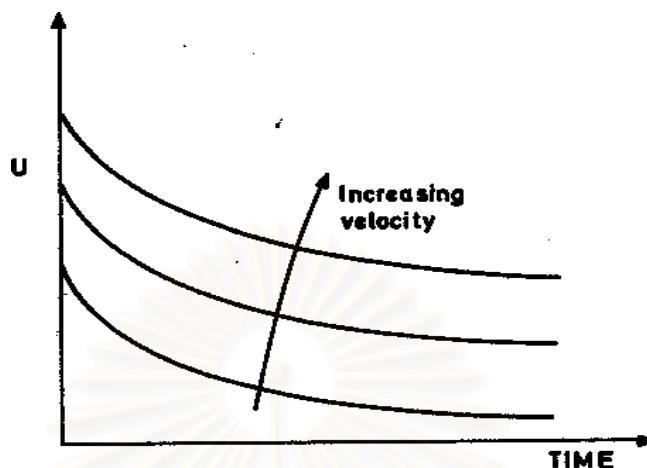
รูปที่ 5.2 รูปกราฟ Linear, Falling rate และ Asymptotic Fouling Curves.

เมื่อพิจารณาสมการที่ (5.3) และ สมการที่ (5.4) ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามการไหลหรือไม่มีผลกระทบจากพื้นผิวที่ขรุขระแล้วจะพบว่าค่าความต้านทานการถ่ายเทความร้อน (R_f) จะสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$R_f = \left(\frac{1}{U_f} - \frac{1}{U_c} \right) \quad (5.5)$$

สมการนี้แสดงให้เห็นถึงค่าความต้านทานความร้อนของเฟอ์ลิ่งซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของผนังเมื่อค่าการถ่ายเทความร้อนต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่คงที่ นั่นคือเราทำการสมมติว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่า h เนื่องจากการไหล หรือ ไม่มีผลกระทบจากพื้นผิวที่ขรุขระของผนัง

รูปที่ 5.2 แสดงรูปแบบของกราฟ 3 แบบ ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานเฟอ์ลิ่งที่ได้จากการทดลอง พฤติกรรมทั้ง 3 แบบ นั้น คือ linear , falling rate และ asymptotic ตามลำดับ แบบ asymptotic เป็นรูปแบบที่มีความสำคัญในการใช้งานจริงมากที่สุดคือเมื่อเพิ่มขึ้นถึงจุดจุดหนึ่งแล้วจะไม่มีการเพิ่มขึ้นของสิ่งสกปรกอีก



รูปที่ 5.3 ผลกระทบของ Asymptotic Fouling กับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

ในความเป็นจริงรูปแบบ Linear และ Falling rate อาจเกิดขึ้นได้ หลังจากที่เกิดพฤติกรรมแบบ Asymptotic เกิดขึ้นก่อน จากเหตุผลข้อนี้การทำการทดลองเกี่ยวกับสิ่งสกปรกต้องทำในระยะเวลาที่นานมากๆ ก่อนที่จะแยกได้ว่าเป็นแบบ Linear หรือ Falling rate ในรูปที่ 5.3 จะแสดงผลกระทบของสิ่งสกปรกแบบ Asymptotic กับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

การทำการทดลองเกี่ยวกับ Asymptotic Fouling ได้ทำกับอุปกรณ์ในแต่ละรูปแบบที่แตกต่างกันหลากหลายประเภท ซึ่งผลที่ได้ออกมานั้นเป็นในทิศทางเดียวกันนั่นคือ ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนของเฟอ์ลิงแบบ Asymptotic Fouling จะลดลงจนแทบจะคงที่ เมื่อความเค็มเฉือนที่ผนังเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะสันนิษฐานได้ว่า การไหลของของเหลวทำการละลายเฟอ์ลิงออกไปจากพื้นผิวการถ่ายเทความร้อนด้วย ยิ่งมีความเค็มเฉือนมากขึ้นก็ยิ่งทำให้อัตราการละลายเพิ่มสูงขึ้นไปด้วย

ในส่วนเพิ่มเติมของเรื่องของความเค็มเฉือนที่ผนังนั้น ความแข็งแรงของเฟอ์ลิงก็มีผลกระทบกับระดับการเกิดเฟอ์ลิงด้วย มีรายงานว่ายิ่งเวลาที่จะเป็น Asymptotic Fouling ยิ่งมากขึ้นยิ่งจะทำให้เฟอ์ลิงมีความแข็งแรงมากขึ้นด้วย ดังที่มีรายงานที่ไม่เป็นทางการกล่าวว่าได้ทำการสังเกตการเกิดคราบของหินปูนซึ่งพบว่า ต้องรอจนกระทั่งความเค็มเฉือนเพิ่มขึ้นจนถึง 0.8 นิวตันต่อตารางเมตร จึงจะเข้าสู่ Asymptotic Fouling ซึ่งค่าของความเค็มเฉือนนี้สันนิษฐานได้ว่าน่าจะสูงกว่าความคราก (yield strength) ของเฟอ์ลิง

บทที่ 6

วิธีดำเนินการทดลอง

6.1 การติดตั้งอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ในการบันทึกข้อมูลค่าคุณสมบัติของสารทำความเย็นในโรงงานน้ำแข็งจริงนั้น การที่จะได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างสูง ดังนั้นอุปกรณ์วัดที่ใช้รวมถึงวิธีการทดลองที่ใช้ต้องมีความน่าเชื่อถือเพียงพอ

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าต่างๆ วิธีการวัดค่าและวิธีการทดลองที่ใช้ในการวิจัยนี้ โดยที่การวัดค่าต่างๆ ในระบบการทำความเย็นในโรงงานน้ำแข็งจริงให้ได้ครบถ้วนนั้นเป็นเรื่องที่ทำได้ยากมาก ดังนั้นในบางสภาวะจึงต้องตั้งสมมติฐานขึ้นมาเพื่อที่จะได้ค่าคุณสมบัติต่างๆ ครบถ้วนและน่าเชื่อถือ

6.1.1 อุปกรณ์ในการทำการทดลอง

อุปกรณ์การวัดต่างๆ ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลนั้นมีดังต่อไปนี้

1. เครื่องวัดค่าอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Thermometer)

เครื่องมือในการวัดอุณหภูมิใช้เครื่องมือของบริษัท YOKOKAWA รุ่น RE-710 ซึ่งมีช่วงในการวัดค่าอยู่ที่ -50 – 1,350 องศาเซลเซียส



รูปที่ 6.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล

2. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิ้ลที่ใช้เป็นเทอร์โมคัปเปิ้ล ชนิด K ซึ่งเป็นของบริษัท OMEGA โดยมีช่วงในการวัดอยู่ระหว่าง $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $1,300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ซึ่งเทอร์โมคัปเปิ้ลชนิดนี้มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิภายในโรงงานน้ำแข็งที่มีอุณหภูมิทำงานอยู่ระหว่าง $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $150\text{ }^{\circ}\text{C}$



รูปที่ 6.2 เทอร์โมคัปเปิ้ล

3. อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบสัมผัสกับแอมโมเนียโดยตรง (Thermometer)

เทอร์มิเตอร์ที่นำมาใช้เป็นเทอร์มิเตอร์ของบริษัท MAXTHERMO ชนิด K โดยมีช่วงในการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 160 องศาเซลเซียส ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิสารทำความเย็นที่ควบแน่นออกมาที่ถังเก็บแอมโมเนียเหลว ซึ่งโดยทั่วไปมีอุณหภูมิทำงานอยู่ระหว่าง $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $40\text{ }^{\circ}\text{C}$



รูปที่ 6.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบสัมผัสโดยตรง

4. อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Gage)

อุปกรณ์วัดความดันเป็น Stainless Steel ยี่ห้อ DIN ซึ่งมีช่วงของการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 30 kg/cm²



รูปที่ 6.4 เครื่องมือวัดความดัน

5. อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter)

เป็นอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้าแบบดิจิตอล เป็นของบริษัท Chauvin Arnoux



รูปที่ 6.5 อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า

6. อุปกรณ์วัดความชื้นอากาศ (Humidity Meter)

อุปกรณ์วัดความชื้นอากาศผลิตโดยบริษัท DIGICON โดยมีช่วงในการวัดอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 %RH ใช้ในการวัดค่าความชื้นของอากาศภายนอกในแต่ละครั้ง



รูปที่ 6.6 อุปกรณ์วัดความชื้นอากาศ

7. อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ (Tachometer)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความเร็วรอบของบริษัท DIGICON ใช้วัดความเร็วรอบของเครื่องอัดไอในแต่ละครั้ง



รูปที่ 6.7 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ

6.1.2 ขั้นตอนการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิ้ล

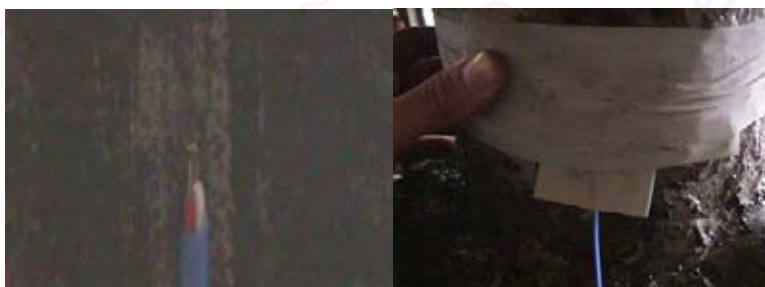
ในการทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิที่ตำแหน่งถังเก็บแอมโมเนียเหลว นั้น ที่ตัวถังเก็บแอมโมเนียเหลวมีวาล์วและเกลียวที่ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์อยู่แล้วจึงทำการติดตั้งได้เลย แต่ในการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิ้ลจะทำการติดตั้งที่บริเวณผิวท่อที่ตำแหน่งต่างๆ โดยมีขั้นตอนในการติดตั้งเหมือนกันในทุกตำแหน่งที่ติดตั้งดังนี้

1. ทำความสะอาดผิวท่อที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple) โดยที่หากบริเวณใดมีน้ำแข็งปกคลุมก็ทำการกำจัดน้ำแข็งที่ปกคลุมนั้นออกไป และหากบริเวณใดมีสนิมหรือมีสีทาปกคลุมอยู่ก็ทำการขูดสนิมและสีเหล่านั้นออกจนกระทั่งเห็นผิวท่อสีเงิน



รูปที่ 6.8 การขูดสีและสิ่งสกปรกที่ผิวท่อออกให้เห็นเนื้อท่อ

2. ทำการวางปลายวัดของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิ้ล ไว้ที่ตำแหน่งผิวท่อสีเงินนั้น แล้วใช้เทปพันท่อรัดไว้กับผิวท่ออย่างแน่นหนา



รูปที่ 6.9 การวางปลายเทอร์โมคัปเปิ้ลและการพันเทปยึดปลายเทอร์โมคัปเปิ้ลกับเนื้อท่อ

3. ใช้ฉนวนพันทับเพื่อป้องกันผลกระทบจากอุณหภูมิภายนอกแล้วใช้เทปพันฉนวนพันเอาไว้อย่างแน่นหนา



รูปที่ 6.10 การหุ้มฉนวนกันความร้อน

4. นำหัวต่อสัญญาณมาต่อเข้ากับส่วนปลายของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบเทอร์โม-คัปเปิ้ล



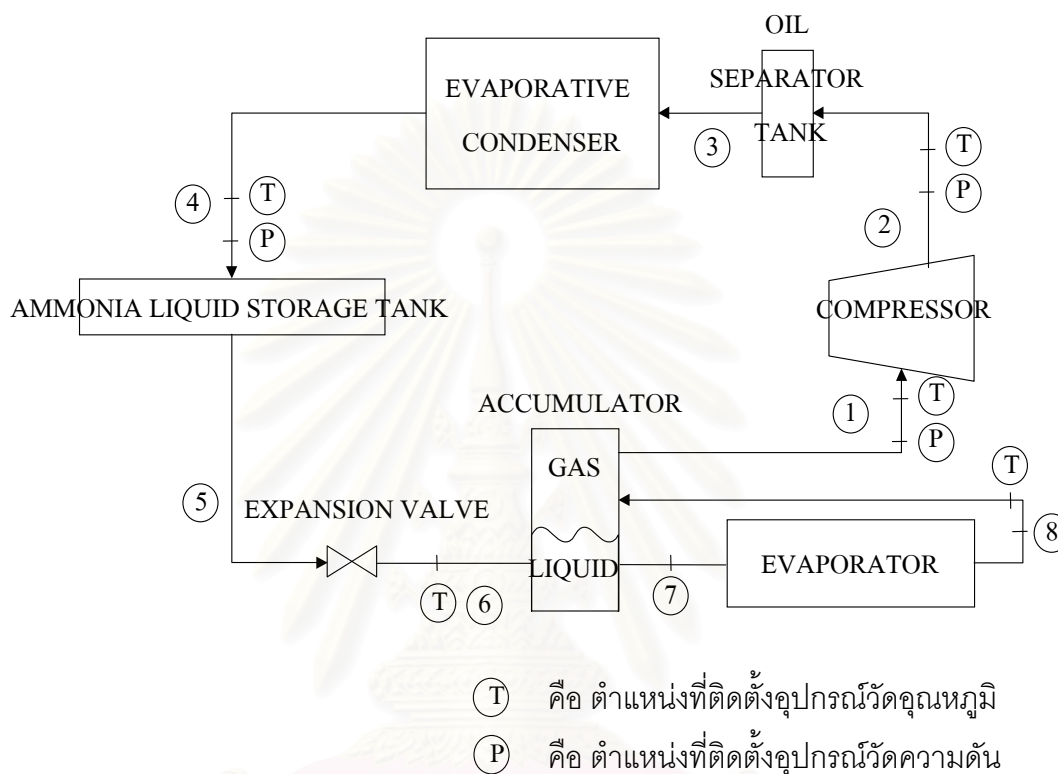
รูปที่ 6.11 การต่อหัวส่งสัญญาณ

5. ทำการอ่านค่าอุณหภูมิจากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิ้ล โดยใช้ อุปกรณ์อ่านค่าอุณหภูมิแบบดิจิทัล (Digital Thermometer)



รูปที่ 6.12 การอ่านค่าอุณหภูมิ

6.1.3 ตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์การวัด



รูปที่ 6.13 แผนภาพแสดงตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์การวัด

ข้อมูลที่ทำการบันทึกมานั้น ได้ทำการบันทึกค่าต่างๆ ตามตำแหน่งต่างๆ ซึ่งตำแหน่งต่างๆ นั้นอ้างอิงจากรูปที่ 6.13 ดังนี้

1. ตำแหน่งที่ 1 คือ ตำแหน่งด้านดูดของเครื่องอัดไอ

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิ จะได้ค่าความดันและอุณหภูมิของตำแหน่งที่ 1 (P_1, T_1) ทำให้สามารถระบุคุณสมบัติของแอมโมเนียที่ตำแหน่งนี้ได้

2. ตำแหน่งที่ 2 คือ ตำแหน่งด้านออกจากเครื่องอัดไอก่อนเข้าเครื่องแยกน้ำมันออกจากไอแอมโมเนีย

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิ จะได้ค่าความดันและอุณหภูมิของตำแหน่งที่ 2 (P_2, T_2) ทำให้สามารถระบุคุณสมบัติของแอมโมเนียที่ตำแหน่งนี้ได้

3. ตำแหน่งที่ 3 คือ ตำแหน่งออกจากเครื่องแยกน้ำมันออกจากไอแอมโมเนียก่อนเข้าเครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติ

ที่ตำแหน่งนี้ทำการกำหนดให้มีค่าความดันและอุณหภูมิเท่ากับในตำแหน่งที่ 2 เนื่องจากเครื่องแยกน้ำมันนี้มีผลต่อความดันและอุณหภูมิน้อยมาก จะได้ค่าความดันและอุณหภูมิของตำแหน่งที่ 3 (P_3, T_3) ทำให้สามารถระบุคุณสมบัติของแอมโมเนียที่ตำแหน่งนี้ได้

4. ตำแหน่งที่ 4 คือ ตำแหน่งถังเก็บแอมโมเนียหลังจากควบแน่นออกมาจากเครื่องควบแน่น

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันและอุณหภูมิ จะได้ค่าความดันและอุณหภูมิของตำแหน่งที่ 4 (P_4, T_4) ทำให้สามารถระบุคุณสมบัติของแอมโมเนียที่ตำแหน่งนี้ได้

5. ตำแหน่งที่ 5 คือ ตำแหน่งออกจากถังเก็บแอมโมเนียก่อนเข้าวาล์วลดความดัน

ที่ตำแหน่งนี้กำหนดให้มีค่าความดันและอุณหภูมิเท่ากับในตำแหน่งที่ 4 จะได้ค่าความดันและอุณหภูมิของตำแหน่งที่ 5 (P_5, T_5) ทำให้สามารถระบุคุณสมบัติของแอมโมเนียที่ตำแหน่งนี้ได้

6. ตำแหน่งที่ 6 คือ ตำแหน่งออกจากวาล์วลดความดันก่อนที่จะเข้าถึงแยกแอมโมเนียเหลวกับไอแอมโมเนีย (Accumulator)

ที่ตำแหน่งนี้ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ เมื่อประกอบกับปรากฏการณ์ทรอปทริงที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์วาล์วลดความดัน ซึ่งทำให้ทราบว่าค่าเอนโทรปีที่ตำแหน่งที่ 6 นี้ มีค่าเท่ากับเอนโทรปีที่ตำแหน่งที่ 5 จะได้ค่าอุณหภูมิและเอนโทรปีของ ตำแหน่งที่ 6 (T_6, h_6) ทำให้สามารถระบุคุณสมบัติของแอมโมเนียที่ตำแหน่งนี้ได้

7. ตำแหน่งที่ 7 คือ ตำแหน่งออกจากถังแยกแอมโมเนียเหลวกับไอแอมโมเนียก่อนเข้าเครื่องระเหย

ที่ตำแหน่งที่ 7 นี้กำหนดให้แอมโมเนียมีความดันและอุณหภูมิเท่ากับตำแหน่งที่ 6 แต่มีคุณสมบัติเป็นของเหลวอิ่มตัว (Saturated Liquid) ตามการทำงานของถังแยกแอมโมเนียเหลวกับไอแอมโมเนียซึ่งทำการแยกแอมโมเนียที่มีลักษณะเป็นของผสม (Mixture) หลังออกมาจากวาล์วลดความดัน ให้มีเฉพาะของเหลวเท่านั้นที่เข้าไปในเครื่องระเหย และให้มีเฉพาะไอแอมโมเนียเท่านั้นที่ไหลเข้าไปยังเครื่องอัดไอ จะได้ค่าความดัน, อุณหภูมิและคุณสมบัติเป็นของเหลวอิ่มตัวของตำแหน่งที่ 7 (P_7, T_7 และ $x=0$) ทำให้สามารถระบุคุณสมบัติของแอมโมเนียที่ตำแหน่งนี้ได้

8. ตำแหน่งที่ 8 คือ ตำแหน่งออกจากเครื่องระเหยก่อนเข้าถึงแยกแอมโมเนียเหลวและไอแอมโมเนีย

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ และกำหนดให้ค่าความดันที่ตำแหน่งนี้มีค่าเท่ากับความดันขาเข้าเครื่องอัดไอ (P_1) ดังนั้นจะได้ค่าความดันและอุณหภูมิของตำแหน่งที่ 8 (P_8, T_8) ทำให้สามารถระบุคุณสมบัติของแอมโมเนียที่ตำแหน่งนี้ได้

นอกจากตำแหน่งต่างๆ ในกระบวนการผลิตน้ำแข็งแล้ว ยังมีตำแหน่งอื่นๆ ที่อยู่นอกกระบวนการผลิต ดังนี้

9. ตำแหน่งบ่อน้ำ คือ ตำแหน่งของบ่อน้ำที่ใช้ในการสูบน้ำไปพ่นลงบนเครื่องควบแน่นแบบ
ระเหยตามธรรมชาติ

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ จะทำให้ได้ค่าอุณหภูมิขาเข้าของน้ำหล่อเย็นเครื่อง
ควบแน่น ($T_{\text{water, in}}$)

10. ตำแหน่งรางน้ำกลับบ่อน้ำ คือ ตำแหน่งของรางนำน้ำหล่อเย็นที่พ่นหล่อเย็นเครื่อง
ควบแน่นกลับลงสู่บ่อน้ำ

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ทำให้ได้ค่าอุณหภูมิขาออกของน้ำหล่อเย็นเครื่อง
ควบแน่น ($T_{\text{water, out}}$)

11. ตำแหน่งตู้จ่ายไฟเครื่องอัดไอ คือ ตำแหน่งตู้ควบคุมการจ่ายไฟให้กับเครื่องอัดไอ

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) ที่ตำแหน่งสะพานไฟของตู้จ่าย
ไฟฟ้า จะได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ถูกใช้โดยเครื่องอัดไอ (Power_i)

12. ตำแหน่งปั้มน้ำหล่อเย็น 1 คือ ตำแหน่งสะพานไฟที่ใช้ควบคุมการทำงานของปั้มน้ำที่ใช้
ดูดน้ำจากบ่อน้ำไปพ่นเพื่อหล่อเย็นเครื่องควบแน่น

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) ที่ตำแหน่งสะพานไฟควบคุมปั้มน้ำ
หล่อเย็น จะได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ถูกใช้โดยปั้มน้ำตัวที่ 1 ($\text{Power}_{\text{pump, 1}}$)

13. ตำแหน่งปั้มน้ำหล่อเย็น 2 คือ ตำแหน่งสะพานไฟที่ใช้ควบคุมการทำงานของปั้มน้ำที่ใช้
ดูดน้ำจากบ่อน้ำไปพ่นเพื่อหล่อเย็นเครื่องควบแน่น

ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) จะได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ถูกใช้โดย
ปั้มน้ำตัวที่ 2 ($\text{Power}_{\text{pump, 2}}$)

14. ตำแหน่งใบกวนน้ำเกลือ 1 คือ ตำแหน่งที่สะพานไฟที่ใช้ควบคุมใบพัดกวนน้ำเกลือ

ใบกวนน้ำเกลือทำหน้าที่กวนน้ำเกลือให้มีการไหลเวียนให้ความเย็นทั่วถึงกันทั้งบ่อ ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) จะได้อ่านค่ากำลังไฟฟ้าที่ถูกใช้โดยใบพัดกวนน้ำเกลือตัวที่ 1 ($Power_{vane, 1}$)

15. ตำแหน่งใบกวนน้ำเกลือ 2 คือ ตำแหน่งที่สะพานไฟที่ใช้ควบคุมใบพัดกวนน้ำเกลือ

ซึ่งทำหน้าที่กวนน้ำเกลือให้มีการไหลเวียนให้ความเย็นทั่วถึงกันทั้งบ่อ ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) จะได้อ่านค่ากำลังไฟฟ้าที่ถูกใช้โดยใบพัดกวนน้ำเกลือตัวที่ 2 ($Power_{vane, 2}$)

16. ตำแหน่งบรรยากาศ คือ ตำแหน่งที่อยู่ภายนอกโรงงานน้ำแข็งอากาศถ่ายเทได้สะดวก

ที่ตำแหน่งนี้ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์วัดความชื้นและอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของอากาศ จะได้อ่านค่าความชื้นและอุณหภูมิของอากาศที่บริเวณโรงน้ำแข็ง ($\%RH, T_{amb}$)

17. ตำแหน่งเครื่องอัดไอ คือ ตำแหน่งเพลาชับเครื่องอัดไอ

ที่ตำแหน่งนี้จะทำการระบายสีสะท้อนแสงเพื่อที่จะใช้เครื่องวัดความเร็วรอบของเครื่องอัดไอ จะทำให้ได้อ่านค่าความเร็วรอบของเครื่องอัดไอ (R) เพื่อที่จะนำไปคำนวณหาค่าอัตราการไหลเชิงมวลต่อไป

ทั้ง 17 ตำแหน่ง นี้สามารถเขียนเป็นตารางสรุปได้ตามตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 การกำหนดตำแหน่งต่างๆ ในกระบวนการผลิตน้ำแข็งและอุปกรณ์การวัดที่ติดตั้ง

ตำแหน่ง	สถานที่ติดตั้ง	อุปกรณ์การวัด	ค่าที่วัดได้
1	- ตำแหน่งด้านดูดของเครื่องอัดไอ	- อุปกรณ์วัดความดัน - อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- P_1 - T_1
2	- ตำแหน่งด้านออกจากเครื่องอัดไอ	- อุปกรณ์วัดความดัน - อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- P_2 - T_2
3	- ตำแหน่งก่อนเข้าเครื่องควบแน่นแบบ ระเหยตามธรรมชาติ	-	-
4	- ตำแหน่งถังเก็บแอมโมเนีย	- อุปกรณ์วัดความดัน - อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- P_4 - T_4
5	- ตำแหน่งออกจากถังเก็บแอมโมเนีย ก่อนเข้าวาล์วลดความดัน	-	-
6	- ตำแหน่งออกจากวาล์วลดความดัน	- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- T_6
7	- ตำแหน่งก่อนเข้าเครื่องระเหย	-	-
8	- ตำแหน่งออกจากเครื่องระเหย	- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- T_8
9	- ตำแหน่งป้อนน้ำ	- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- $T_{\text{water, in}}$

ตำแหน่ง	สถานที่ติดตั้ง	อุปกรณ์การวัด	ค่าที่วัดได้
10	- ตำแหน่งรางน้ำกลับป้อนน้ำ	- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- $T_{\text{water, out}}$
11	- ตำแหน่งตู้จ่ายไฟเครื่องอัดไอ	- อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า	- Power_1
12	- ตำแหน่งปั้มน้ำหล่อเย็น 1	- อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า	- $\text{Power}_{\text{pump, 1}}$
13	- ตำแหน่งปั้มน้ำหล่อเย็น 2	- อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า	- $\text{Power}_{\text{pump, 2}}$
14	- ตำแหน่งใบกวนน้ำเกลือ 1	- อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า	- $\text{Power}_{\text{vane, 1}}$
15	- ตำแหน่งใบกวนน้ำเกลือ 2	- อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า	- $\text{Power}_{\text{vane, 2}}$
16	- ตำแหน่งบรรยากาศ	- อุปกรณ์วัดความชื้น - อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- %RH - T_{amb}
17	- ตำแหน่งเครื่องอัดไอ	- อุปกรณ์วัดความเร็ว รอบ	- R

6.1.4 วิธีการทดลอง

ในการทำการทดลองนั้น จะทำการบันทึกข้อมูลแล้วจะนำข้อมูลของแต่ละตำแหน่ง มาเปิดตารางคุณสมบัติของแอมโมเนียเพื่อหาค่าคุณสมบัติของแอมโมเนีย ณ สภาวะตำแหน่งนั้นๆ จากนั้นจึงนำค่าคุณสมบัติเหล่านั้นไปทำการคำนวณเพื่อหาปริมาณและสมรรถนะต่างๆ ในระบบการทำงานน้ำแข็ง ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. บันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลคุณสมบัติของสารทำความเย็นแอมโมเนีย รวมถึงค่ากำลังไฟฟ้า , อุณหภูมิ และความชื้น จากตำแหน่งต่างๆ ทั้ง 17 ตำแหน่ง ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 6.1.3

2. แปลงค่าความดัน

ความดันที่ได้จากเครื่องมือวัดความดันที่ติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งต่างๆ นั้นเป็นความดันเกจ และมีหน่วยเป็น kg/cm^2 ดังนั้นในการนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและสะดวกนั้นจึงต้องแปลงค่าความดันที่วัดมาได้นี้ให้เป็นค่าความดันสัมบูรณ์และแปลงหน่วยเป็น kPa โดยทำการบวกด้วย 1.0332 แล้วคูณด้วย 98.0665

$$[Absolute Pressure, kPa] = [(Gage Pressure, \text{kg}_f / \text{cm}^2) + 1.0332] \times 98.0665 \quad (6.1)$$

3. หาค่าคุณสมบัติของแอมโมเนีย ณ ตำแหน่งต่างๆ

ตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องหาค่าคุณสมบัติของแอมโมเนียนั้นมีทั้งหมด 8 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 6.13 ในการหาค่าคุณสมบัติของแอมโมเนียนั้นจะต้องมีข้อมูลคุณสมบัติที่ทราบค่าก่อนอย่างน้อย 2 ตัว ซึ่งในบางตำแหน่งไม่สามารถวัดค่าคุณสมบัติได้ครบ 2 ตัว ดังนั้นจึงต้องมีการตั้งสมมติฐานในการที่จะหาค่าคุณสมบัติให้ได้ครบทั้ง 8 ตำแหน่ง ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ตารางแสดงสมมติฐานที่ใช้กำหนดคุณสมบัติของแอมโมเนีย

ตำแหน่ง	กระบวนการ	อุปกรณ์การวัด	สมมติฐาน	คุณสมบัติที่ได้
1	ตำแหน่งด้านดูดของเครื่องอัดไอ	- อุปกรณ์วัดความดัน - อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	-	- P_1 - T_1
2	ตำแหน่งด้านออกจากเครื่องอัดไอ	- อุปกรณ์วัดความดัน - อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	-	- P_2 - T_2
3	ตำแหน่งก่อนเข้าเครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติหลังออกจากถังแยกน้ำมันออกจากไอแอมโมเนีย	-	- อุณหภูมิและความดันเท่ากับตำแหน่งที่ 2 ($P_3 = P_2$, $T_3 = T_2$)	- P_3 - T_3
4	ตำแหน่งถังเก็บแอมโมเนียหลังออกจากเครื่องควบแน่น	- อุปกรณ์วัดความดัน - อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	-	- P_4 - T_4
5	ตำแหน่งออกจากถังเก็บแอมโมเนียก่อนเข้าวาล์วลดความดัน	-	- อุณหภูมิและความดันเท่ากับตำแหน่งที่ 4 ($P_5 = P_4$, $T_5 = T_4$)	- P_5 - T_5
6	ตำแหน่งออกจากวาล์วลดความดันก่อนเข้า Accumulator	- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- กระบวนการทอพอทริง ($s_6 = s_5$)	- T_6 - s_6

ตำแหน่ง	กระบวนการ	อุปกรณ์การวัด	สมมติฐาน	คุณสมบัติที่ได้
7	ตำแหน่งก่อนเข้าเครื่องระเหย	-	- เป็นของเหลวอิ่มตัว (Saturated Liquid) ที่ความดันเท่ากับตำแหน่งที่ 6 ($P_7 = P_6$)	- P_7 - $x=0$
8	ตำแหน่งออกจากเครื่องระเหย	- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ	- ค่าความดันเท่ากับความดันด้านดูดเข้าเครื่องอัดไอ ($P_8 = P_1$)	- P_8 - T_8

หลังจากที่สามารถกำหนดค่าคุณสมบัติของแอมโมเนียได้ครบ 2 คุณสมบัติ ทุกตำแหน่งแล้วนั้น จึงทำการเปิดตารางคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียเพื่อหาค่าคุณสมบัติของแอมโมเนียทั้งหมด 7 คุณสมบัติในแต่ละตำแหน่ง คือ

- Pressure , P
- Temperature , T
- Specific Volume , v
- Internal Energy , u
- Enthalpy , h
- Entropy , s
- Quality , x

ค่าที่ได้จากการเปิดตารางได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

4. คำนวณค่าอัตราไหลเชิงมวล (\dot{m}) ของแอมโมเนีย

อัตราไหลเชิงมวลแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ อัตราไหลเชิงมวลของของระบบการทำความเย็น และ อัตราไหลเชิงมวลที่เข้าสู่เครื่องระเหย

- ค่าอัตราไหลเชิงมวลของระบบการทำความเย็น (\dot{m})

สามารถทำการคำนวณได้โดยใช้การคำนวณจากปริมาตรด้านดูดเข้าเครื่องอัดไอหารด้วยปริมาตรจำเพาะของแอมโมเนียที่สภาวะด้านดูดเข้าเครื่องอัดไอ โดยที่ในการหาค่าปริมาตรของด้านดูดเข้าเครื่องอัดไอและ Volumetric Efficiency ของลูกสูบเครื่องอัดไอนั้นได้ทำการอธิบายไว้ในภาคผนวก ง. ดังนั้นจะได้ว่าค่าอัตราไหลเชิงมวลสามารถหาได้จาก

$$\dot{m} = \frac{\eta_v \times (R_C \times N_c \times V_s)}{v_1} \quad (6.2)$$

เมื่อ

η_v = ค่า Volumetric Efficiency แสดงวิธีการคำนวณไว้ในภาคผนวก ง.

R_C = จำนวนรอบของเครื่องอัดไอ , rev/s

N_c = จำนวนลูกสูบ = 8 ลูกสูบ

V_s = ปริมาตรการดูดใน 1 จังหวะการดูด , $m^3 = 3.584 \times 10^{-3}$

- ค่าอัตราไหลเชิงมวลที่เข้าสู่เครื่องระเหย (\dot{m}_7)

อัตราไหลเชิงมวลที่ไหลเข้าเครื่องระเหยมีค่าไม่เท่ากับค่าอัตราไหลเชิงมวลของระบบการทำความเย็นอันเนื่องมาจากพฤติกรรมของถัง Accumulator จากภาคผนวก ง แสดงให้เห็นถึงวิธีการหาค่าอัตราไหลเชิงมวลที่เข้าสู่เครื่องระเหย

$$\dot{m}_7 = \dot{m}(1 - x_6) \quad (6.3)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \text{ค่าอัตราไหลเชิงมวลของระบบการทำความเย็น , kg/s} \\ x_6 &= \text{ค่าคุณภาพของสารทำความเย็นในตำแหน่งที่ 6} \end{aligned}$$

5. คำนวณค่ากำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอ (W_{in} , kW)

กำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอเพื่อทำการอัดไอแอมโมเนียให้มีความดันสูงเพื่อที่จะสามารถทำงานได้ครบทั้งวัฏจักรการทำความเย็น งานที่ให้กับเครื่องอัดไอนั้นสามารถคำนวณได้จากการใช้คุณสมบัติของสารทำความเย็นแอมโมเนียด้านออกและด้านเข้าเครื่องอัดไอมาทำการคำนวณ

$$W_{in} = \dot{m}(h_2 - h_1) \quad (6.4)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \text{ค่าอัตราไหลเชิงมวลของระบบการทำความเย็น , kg/s} \\ h_2 &= \text{เอนทัลปีของแอมโมเนียที่ด้านออกจากเครื่องอัดไอ , kJ/kg} \\ h_1 &= \text{เอนทัลปีของแอมโมเนียที่ด้านดูดเข้าเครื่องอัดไอ , kJ/kg} \end{aligned}$$

6. คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย (Q_L , kW)

เครื่องระเหยเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำหน้าที่รับความร้อนจากน้ำที่เป็นของเหลวจนกระทั่งน้ำนั้นถ่ายเทความร้อนให้สารทำความเย็นจนกระทั่งน้ำเหลวกลายเป็นน้ำแข็งและสารทำความเย็นจากของเหลวเป็นไอ ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยนั้นเป็นค่าความร้อนที่เครื่องระเหยรับเข้ามาจากน้ำที่กลายเป็นน้ำแข็ง ใช้วิธีการคำนวณค่าดังกล่าวนี้จาก

$$Q_L = \dot{m}_7(h_8 - h_7) \quad (6.5)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \dot{m}_7 &= \text{ค่าอัตราไหลเชิงมวลเข้าเครื่องระเหย , kg/s} \\ h_8 &= \text{เอนทัลปีของแอมโมเนียที่ด้านออกจากเครื่องระเหย , kJ/kg} \\ h_7 &= \text{เอนทัลปีของแอมโมเนียที่ด้านเข้าเครื่องระเหย , kJ/kg} \end{aligned}$$

7. คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่น (Q_H , kW)

เครื่องควบแน่นเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนจากสารทำความเย็นออกสู่บรรยากาศทำให้สารทำความเย็นที่เป็นไอควบแน่นกลายเป็นของเหลวอีกครั้ง ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นนั้นเป็นค่าความร้อนที่เครื่องควบแน่นถ่ายเทออกไปจากวัฏจักรการทำงานนี้ ใช้วิธีการคำนวณค่าดังกล่าวนี้จาก

$$Q_H = \dot{m}(h_3 - h_4) \quad (6.6)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \dot{m} &= \text{ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอุปกรณ์ส่วนใหญ่ , kg/s} \\ h_3 &= \text{เอนทัลปีของแอมโมเนียที่ด้านก่อนเข้าเครื่องควบแน่น , kJ/kg} \\ h_4 &= \text{เอนทัลปีของแอมโมเนียที่ด้านออกจากเครื่องควบแน่น , kJ/kg} \end{aligned}$$

8. คำนวณค่า COP

ค่า COP เป็นค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพโดยรวมของระบบการทำความเย็น ซึ่งเป็นสัดส่วนของการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย (Q_L) กับงานที่ให้กับเครื่องอัดไอ (W_{in})

$$COP = \frac{Q_L}{W_{in}} \quad (6.7)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} Q_L &= \text{ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย , kW} \\ W_{in} &= \text{งานที่ใช้ที่เครื่องอัดไอ , kW} \end{aligned}$$

9. คำนวณค่า EER

การบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นที่นิยมใช้อีกวิธีหนึ่งนอกจากการบอกเป็นค่า COP แล้วนั่นคือการบอกเป็นค่า EER ซึ่งเป็นค่าที่แสดงอัตราส่วนของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งระบบการทำความเย็นนั้นๆ

$$EER = \frac{Q_L}{Power_1 + Power_{pump,1} + Power_{pump,2} + Power_{vane,1} + Power_{vane,2}} \quad (6.8)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} Q_L &= \text{ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย , kW} \\ Power_1 &= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์เครื่องอัดไอ , kW} \\ Power_{pump,1} &= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ปั้มน้ำพ่นเครื่องควบแน่นตัวที่ 1 , kW} \\ Power_{pump,2} &= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ปั้มน้ำพ่นเครื่องควบแน่นตัวที่ 2 , kW} \end{aligned}$$

$$Power_{vane,1} = \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนเทอร์โบกังวมน้ำเกลือตัวที่ 1 , kW}$$

$$Power_{vane,2} = \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนเทอร์โบกังวมน้ำเกลือตัวที่ 2 , kW}$$

10. คำนวณหาค่าความแตกต่างของอุณหภูมิแบบลอการิทึม (LMTD) ของเครื่องควบแน่น

ในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของสารทำความเย็นในเครื่องควบแน่นนั้นจะแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงไอร้อนยิ่งยวด , ช่วงของผสม และ ช่วงของเหลวอัดตัว การหาความแตกต่างของอุณหภูมิจึงทำได้ยาก ดังนั้นจึงมีการสมมติการหาความแตกต่างของอุณหภูมิตามวิธีการลอการิทึมตามที่อธิบายไว้ในบทที่ 4

$$LMTD = \frac{t_o - t_i}{\ln\left(\frac{t_c - t_i}{t_c - t_o}\right)} \quad (6.9)$$

เมื่อ

$$t_o = \text{อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นขาออกจากเครื่องควบแน่น , K}$$

$$t_i = \text{อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นขาเข้าเครื่องควบแน่น , K}$$

$$t_c = \text{อุณหภูมิแอมโมเนียในช่วงที่เป็นของผสมขณะที่กำลังควบแน่น , K}$$

11. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของเครื่องควบแน่น (U , W/(m²·K))

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของเครื่องควบแน่นสามารถคำนวณได้จากสมการของการถ่ายเทความร้อน และจากการวัดขนาดของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบกลุ่มท่อที่ใช้เป็นเครื่องควบแน่นแล้วทำการคำนวณหาพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนตามที่แสดงไว้ในหัวข้อ 5.5 จะพบว่าพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งหมด 495.648 m² ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของเครื่องควบแน่น ได้ดังนี้

$$U = \frac{Q_H}{A \cdot (LMTD)} \quad (6.10)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} Q_H &= \text{ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่น, W} \\ A &= \text{พื้นที่การถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่น, m}^2 \\ LMTD &= \text{ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิแบบลอการิทึมของเครื่องควบแน่น,} \\ &\quad \text{K} \end{aligned}$$

12. คำนวณค่าความต้านทานเฟาเลียง (R_f , $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$)

ค่าความต้านทานเฟาเลียงเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการต้านทานการถ่ายเทความร้อนของเฟาเลียงที่เกิดขึ้น และยังสามารถใช้บ่งบอกถึงปริมาณของเฟาเลียงที่เกิดขึ้นที่พื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนว่ามีมากน้อยเพียงใด การคำนวณค่าความต้านทานเฟาเลียงสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$R_f = \frac{1}{U_f} - \frac{1}{U_C} \quad (6.11)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} U_f &= \text{ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในขณะที่เครื่องควบแน่นมีเฟาเลียง,} \\ &\quad \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \\ U_C &= \text{ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในขณะที่เครื่องควบแน่นไม่มีเฟาเลียง} \\ &\quad \text{,W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \end{aligned}$$

บทที่ 7

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การบันทึกข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ตามเส้นแบ่งของฤดูกาล นั่นคือ

- ฤดูหนาว บันทึกข้อมูลระหว่างวันที่ 23 พ.ย. 2546 ถึง วันที่ 18 ธ.ค. 2546
- ฤดูร้อน บันทึกข้อมูลระหว่างวันที่ 18 เม.ย. 2547 ถึง วันที่ 14 พ.ค. 2547
- ฤดูฝน บันทึกข้อมูลระหว่างวันที่ 10 ก.ค. 2547 ถึง วันที่ 4 ส.ค. 2547

ในการบันทึกข้อมูลนี้ฤดูหนาวบันทึกข้อมูลวันละ 2 ครั้ง คือ 9.00 น. และ 14.00 น.

ส่วนฤดูร้อนและฤดูฝนบันทึกข้อมูลวันละ 4 ครั้ง คือ 9.00 น. , 10.00 น. , 13.00 น. และ 14.00 น. โดยที่ทำการกำหนดให้ข้อมูล 9.00 น. และ 10.00 น. เป็นตัวแทนข้อมูลช่วงเช้า และข้อมูล 13.00 น. และ 14.00 น. เป็นตัวแทนข้อมูลช่วงบ่าย จากข้อมูลที่บ้านที่ที่ตำแหน่งต่างๆ ตามหัวข้อที่ 6.1.3 และทำการคำนวณตามขั้นตอนและวิธีการตามหัวข้อที่ 6.1.4 ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในหัวข้อต่อไป

7.1 ค่าความชื้นและอุณหภูมิของบรรยากาศ

อุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศมีผลกระทบต่อการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติที่ทางโรงงานน้ำแข็งใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยที่อุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิระเปาะเปียกของบรรยากาศด้วย ดังนั้นจึงทำการบันทึกข้อมูลค่าความชื้นและอุณหภูมิแล้วหาค่าอุณหภูมิระเปาะเปียกของบรรยากาศ ดังนี้

- ฤดูหนาว ความชื้นมีค่าระหว่าง 48.6 – 58.6 %RH

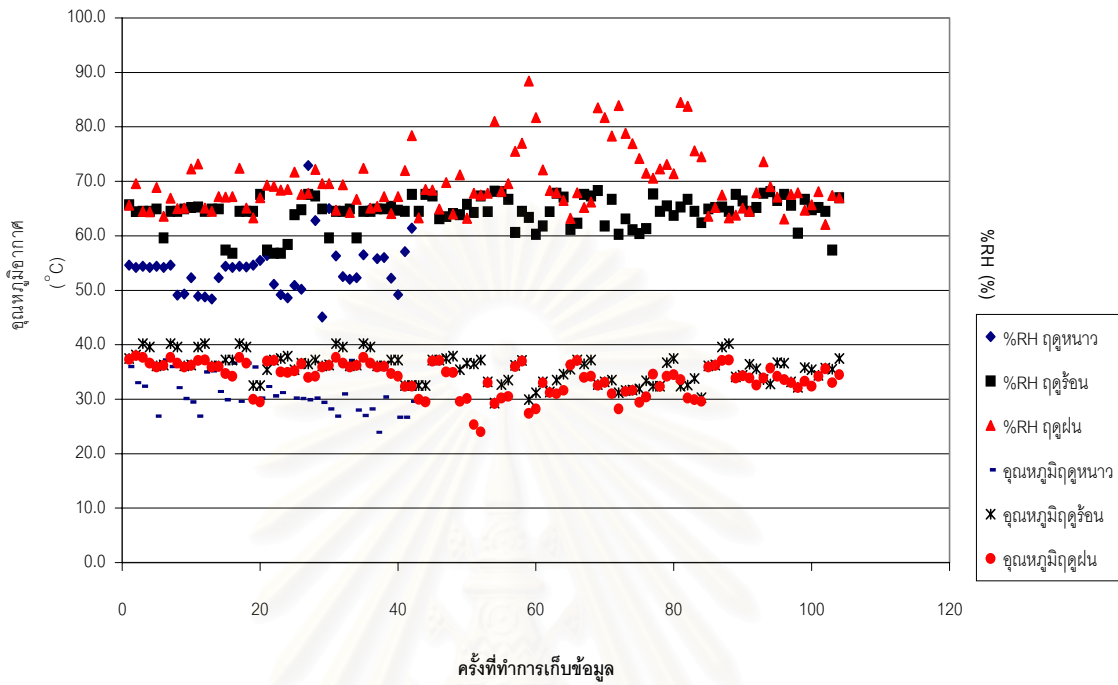
เฉลี่ย 54.2 %RH

อุณหภูมิ มีค่าระหว่าง 25.0 – 35.0 °C

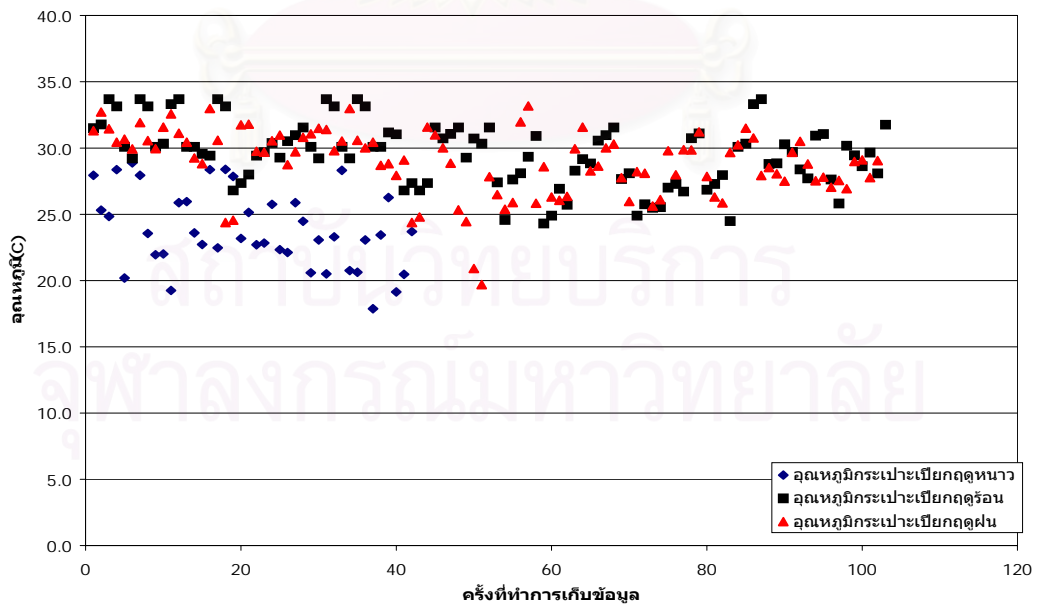
เฉลี่ย 31.3 °C

อุณหภูมิกะเปาะเปียก มีค่าระหว่าง 19.0 – 29.0 °C

เฉลี่ย 24.0 °C



รูปที่ 7.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นและอุณหภูมิของแต่ละฤดูการ



รูปที่ 7.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิกระเปาะเปียกของแต่ละฤดูการ

- ฤดูร้อน	ความชื้นมีค่าระหว่าง 57.0 – 69.0 %RH เฉลี่ย 64.3 %RH อุณหภูมิ มีค่าระหว่าง 32.5 – 41.0 °C เฉลี่ย 35.6 °C อุณหภูมิกะเปาะเปียก มีค่าระหว่าง 24.0 – 34.0 °C เฉลี่ย 30.0 °C
- ฤดูฝน	ความชื้นมีค่าระหว่าง 64.0 – 89.0 %RH เฉลี่ย 69.5 %RH อุณหภูมิ มีค่าระหว่าง 24.0 – 38.0 °C เฉลี่ย 33.9 °C อุณหภูมิกะเปาะเปียก มีค่าระหว่าง 21.0 – 32.0 °C เฉลี่ย 29.0 °C

ค่าความชื้นและอุณหภูมิถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ 7.1 พบว่า ฤดูหนาวจะมีอุณหภูมิและความชื้นต่ำที่สุดและในบางวันที่มีอุณหภูมิต่ำมากจะพบว่าค่าความชื้นมีค่าต่ำมากเช่นเดียวกัน ฤดูฝนจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าฤดูร้อนแต่ความชื้นของบรรยากาศสูงกว่าโดยเฉพาะบางครั้งที่ทำให้การบันทึกข้อมูลเกิดฝนตกอย่างหนัก และฤดูร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดและมีความชื้นสูงกว่าฤดูหนาวแต่ต่ำกว่าฤดูฝนแต่ในบางวันที่ทำการบันทึกข้อมูลมีฝนตกทำให้ความชื้นมีค่าสูงจากค่าเฉลี่ย

เมื่อทำการพิจารณาความชื้นและอุณหภูมิของบรรยากาศประกอบกันแล้วจะทำให้ทราบถึงอุณหภูมิกะเปาะเปียกของแต่ละวันที่ทำการบันทึกข้อมูลดังแสดงไว้ในรูปที่ 7.2 ซึ่งจะพบว่า ฤดูหนาวเป็นฤดูที่มีอุณหภูมิกะเปาะเปียกต่ำที่สุด ฤดูฝนมีอุณหภูมิกะเปาะเปียกสูงกว่าฤดูหนาวแต่ต่ำกว่าฤดูร้อนเล็กน้อย และฤดูร้อนเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิกะเปาะเปียกสูงที่สุด

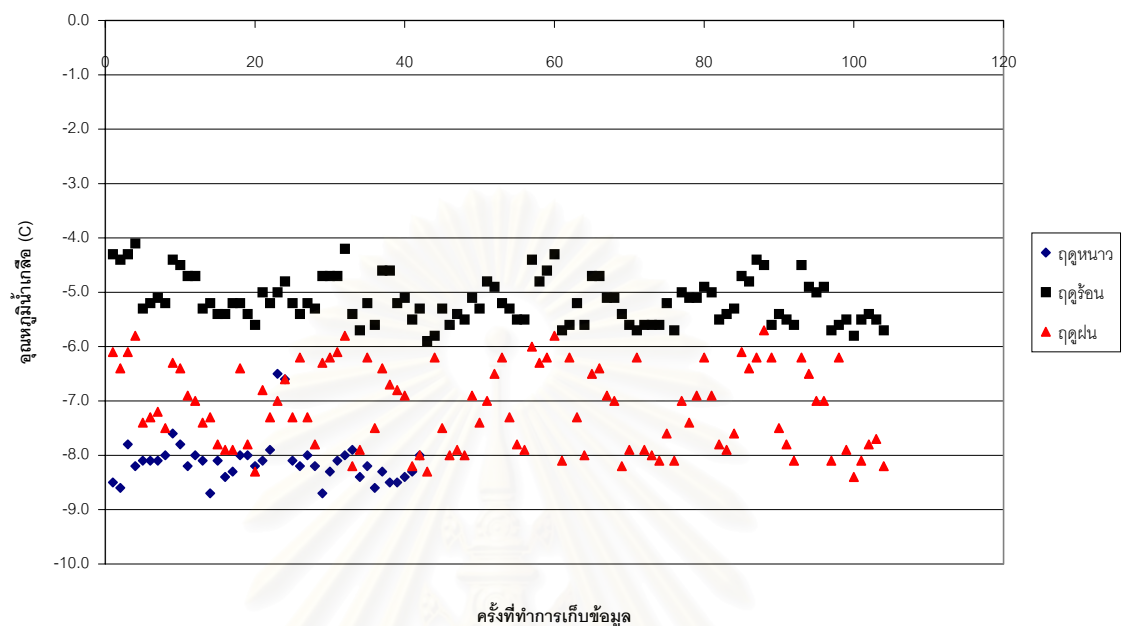
7.2 อุณหภูมิของน้ำเกลือในบ่อทำน้ำแข็ง

อุณหภูมิของน้ำเกลือเป็นค่าที่สามารถใช้ในการบ่งบอกถึงภาวะการทำความเย็นของระบบการทำความเย็นได้ โดยที่จากการบันทึกข้อมูลของอุณหภูมิของน้ำเกลือในบ่อทำน้ำแข็งจะแสดงค่าอุณหภูมิของอุณหภูมิของน้ำเกลือในแต่ละฤดูกาล ดังนี้

- ฤดูหนาว อุณหภูมิ มีค่าระหว่าง $-9.0 - -7.5$ °C
 เฉลี่ย -8.1 °C
- ฤดูร้อน อุณหภูมิ มีค่าระหว่าง $-5.9 - -4.0$ °C
 เฉลี่ย -5.2 °C
- ฤดูฝน อุณหภูมิ มีค่าระหว่าง $-8.3 - -5.8$ °C
 เฉลี่ย -7.1 °C

อุณหภูมิน้ำเกลือถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ 7.3 พบว่าอุณหภูมิของน้ำเกลือในบ่อผลิตน้ำแข็งในช่วงฤดูหนาวจะมีอุณหภูมิต่ำที่สุด ในช่วงฤดูฝนอุณหภูมิของน้ำเกลือจะสูงกว่าในฤดูหนาว แต่ต่ำกว่าในฤดูร้อน และในฤดูร้อนน้ำเกลือจะมีอุณหภูมิสูงที่สุด

จากผลที่ได้มานั้นสามารถกล่าวได้ว่าในฤดูร้อนเป็นช่วงที่มีภาวะการทำความเย็นสูงที่สุด นั่นคือในช่วงฤดูร้อนมีอัตราการผลิตน้ำแข็งสูงที่สุดและมี heat gain สูง ฤดูฝนเป็นช่วงที่มีภาวะการทำความเย็นลดลงมาจากฤดูร้อน และฤดูหนาวเป็นช่วงที่มีภาวะการทำความเย็นต่ำที่สุดหรืออาจกล่าวได้ว่าในฤดูหนาวมีอัตราการผลิตน้ำแข็งต่ำที่สุด



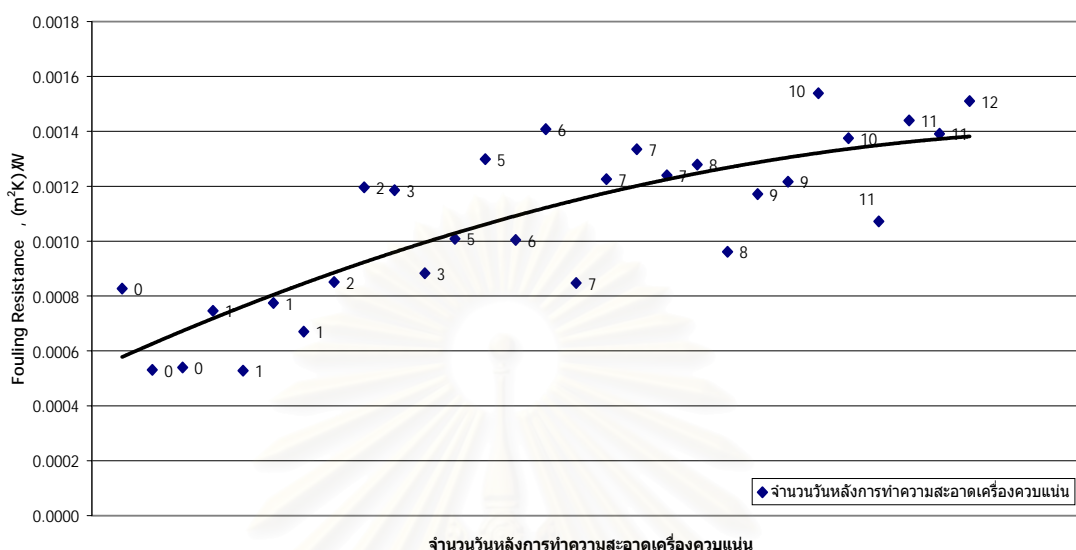
รูปที่ 7.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำเกลือในบ่อผลิตน้ำแข็งของแต่ละฤดูกาล

7.3 ค่าความต้านทานเฟาลิ่ง (R_f)

จากการบันทึกข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่เก็บมาได้นั้นมาคำนวณเพื่อหาค่าความต้านทานเฟาลิ่งในแต่ละครั้งของการบันทึกข้อมูลโดยใช้สมการที่ (3.17) ตามที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 ซึ่งค่าความต้านทานเฟาลิ่งที่ทำการคำนวณมาได้นี้จะเป็นค่าที่ใช้ในการบ่งบอกถึงปริมาณและลักษณะการเจริญเติบโตของเฟาลิ่ง โดยจะทำการแบ่งการพิจารณาออกเป็นฤดูกาลและเปรียบเทียบค่าความต้านทานเฟาลิ่งในแต่ละฤดู ดังต่อไปนี้

ฤดูหนาว

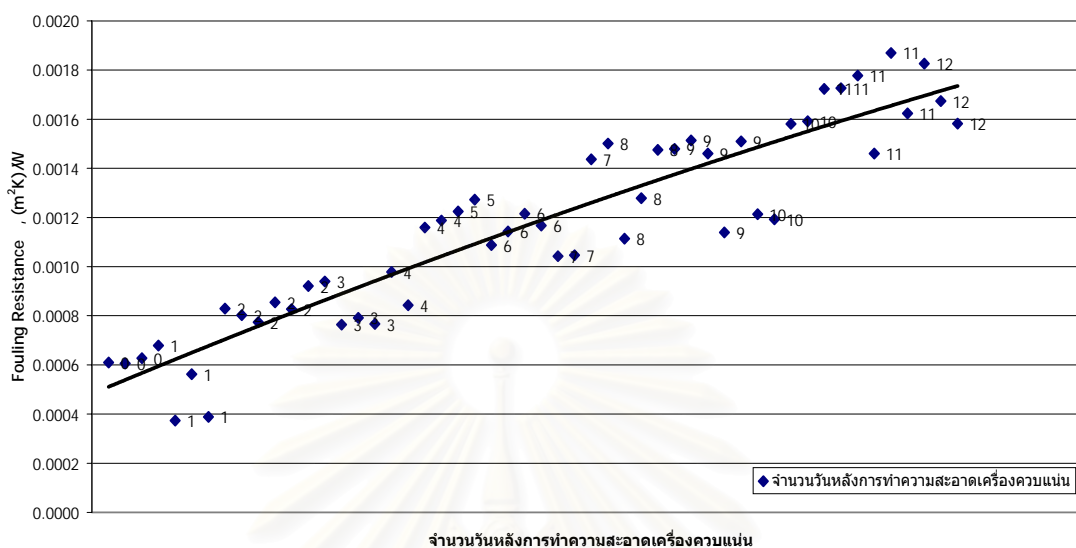
จากการทำการบันทึกข้อมูลในช่วงระหว่างวันที่ 13 พฤศจิกายน 2546 ถึง วันที่ 18 ธันวาคม 2546 โดยในแต่ละวันนั้นทำการบันทึกข้อมูล 2 ครั้ง คือ 9.00 น. และ 14.00 น. เพื่อที่จะทำการกำหนดช่วงเวลา 9.00 น. เป็นตัวแทนของข้อมูลของช่วงเช้า และช่วงเวลา 14.00 น. เป็นตัวแทนของข้อมูลในช่วงบ่าย



รูปที่ 7.4 กราฟแสดงค่าความต้านทานฟอลิ่งสำหรับฤดูหนาว

ค่าความต้านทานฟอลิ่งของฤดูหนาวถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ 7.4 ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของการเจริญเติบโตของฟอลิ่งและสามารถเขียนเส้นแนวโน้มของค่าความต้านทานฟอลิ่งได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบพหุนามกำลัง 2 ดังแสดงในรูป โดยที่ค่าความต้านทานฟอลิ่ง มีค่าตั้งแต่ 0.0005 (m²·K)/W – 0.0015 (m²·K)/W พบว่าค่าความต้านทานฟอลิ่งจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 1 – 7 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตของฟอลิ่งมีแนวโน้มที่ลดลง

จากเส้นแนวโน้มในรูปที่ 7.4 จะพบว่า การเพิ่มขึ้นของฟอลิ่งเป็นไปตามสมการพหุนามกำลังสองดังต่อไปนี้ $y = (-7 \times 10^{-7})x^2 + (5 \times 10^{-5})x + 0.0005$ พฤติกรรมของการเจริญเติบโตของฟอลิ่งในฤดูหนาวที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตของฟอลิ่งเป็นแบบ Falling rate กล่าวคือในช่วงหลังจากทำความสะอาดใหม่ๆ การเพิ่มขึ้นของฟอลิ่งเป็นไปอย่างรวดเร็วในช่วง 1-7 วันแรกหลังการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นและหลังจากนั้นในวันที่ 7-12 การเพิ่มขึ้นของฟอลิ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 7.5 กราฟแสดงค่าความต้านทานเฟอลิงสำหรับฤดูร้อน

ฤดูร้อน

จากการทำการบันทึกข้อมูลในช่วงระหว่างวันที่ 18 เมษายน 2547 ถึง วันที่ 14 พฤษภาคม 2547 โดยในแต่ละวันนั้นทำการบันทึกข้อมูล 4 ครั้ง คือ 9.00 น. , 10.00 น. , 13.00 น. และ 14.00 น. เพื่อที่จะทำการกำหนดช่วงเวลา 9.00 น. และ 10.00 น. เป็นตัวแทนของข้อมูลของช่วงเช้า และช่วงเวลา 13.00 น. และ 14.00 น. เป็นตัวแทนของข้อมูลในช่วงบ่าย

ค่าความต้านทานเฟอลิงของฤดูร้อนถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ 7.5 ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของการเจริญเติบโตของเฟอลิงและสามารถเขียนเส้นแนวโน้มของค่าความต้านทานเฟอลิงได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบโพลีโนเมียลกำลังสอง ดังแสดงในรูป โดยที่ค่าความต้านทานเฟอลิง มีค่าตั้งแต่ $0.0005 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ – $0.0018 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ จะพบว่าค่าความต้านทานเฟอลิงจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาของการบันทึกข้อมูล

จากเส้นแนวโน้มในรูปที่ 7.5 จะพบว่าค่าการเพิ่มขึ้นของเฟอลิงเป็นไปตามสมการโพลีโนเมียลกำลังสองดังต่อไปนี้ $y = (-8 \times 10^{-8})x^2 + (3 \times 10^{-5})x + 0.0005$ พฤติกรรมของการเจริญเติบโตของเฟอลิงในฤดูหนาวที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตของเฟอลิงในช่วงฤดูร้อนนั้น

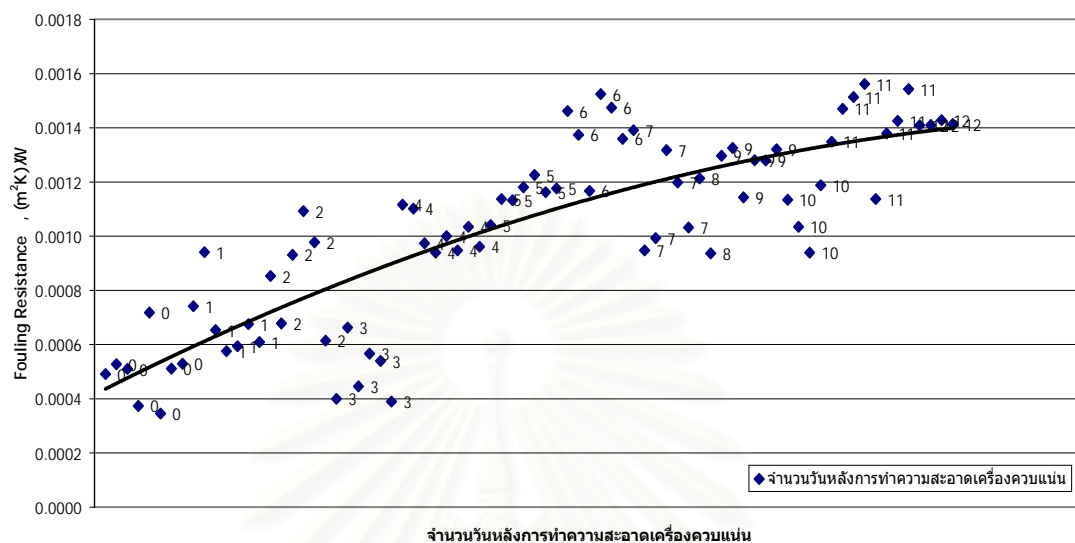
เป็นแบบ Linear กล่าวคือแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของเพลิงมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่คงที่ตลอดระยะเวลาการบันทึกข้อมูล

ฤดูฝน

จากการทำการบันทึกข้อมูลในช่วงระหว่างวันที่ 10 กรกฎาคม 2547 ถึง วันที่ 4 สิงหาคม 2547 โดยในแต่ละวันนั้นทำการบันทึกข้อมูล 4 ครั้ง คือ 9.00 น. , 10.00 น. , 13.00 น. และ 14.00 น. เพื่อที่จะทำการกำหนดช่วงเวลา 9.00 น. และ 10.00 น. เป็นตัวแทนของข้อมูลของช่วงเช้า และช่วงเวลา 13.00 น. และ 14.00 น. เป็นตัวแทนของข้อมูลในช่วงบ่าย

ค่าความต้านทานเพลิงของฤดูฝนถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ 7.6 ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของการเจริญเติบโตของเพลิงและสามารถเขียนเส้นแนวโน้มของค่าความต้านทานเพลิงได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบโพลีโนเมียลกำลังสอง ดังแสดงในรูป โดยที่ค่าความต้านทานเพลิง มีค่าตั้งแต่ $0.0005 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W} - 0.0014 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ พบว่าค่าความต้านทานเพลิงจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 1 - 7 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตของเพลิงมีแนวโน้มที่ลดลง

จากเส้นแนวโน้มในรูปที่ 7.6 จะพบว่า การเพิ่มขึ้นของเพลิงเป็นไปตามสมการโพลีโนเมียลกำลังสองดังต่อไปนี้ $y = (-1 \times 10^{-7})x^2 + (2 \times 10^{-5})x + 0.0004$ พฤติกรรมการเจริญเติบโตของเพลิงในฤดูหนาวที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตของเพลิงเป็นแบบ Falling rate กล่าวคือในช่วงหลังจากทำความสะอาดใหม่ๆ การเพิ่มขึ้นของเพลิงเป็นไปอย่างรวดเร็วในช่วง 1-7 วันแรกหลังการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นและหลังจากนั้นในวันที่ 7-12 การเพิ่มขึ้นของเพลิงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 7.6 กราฟแสดงค่าความต้านทานเฟอลิงสำหรับฤดูฝน

จากรูปที่ 7.4 , 7.5 และ 7.6 จะพบว่าค่าความต้านทานเฟอลิงของทั้งสามฤดูกาลจะมีค่าใกล้เคียงกันที่ประมาณ $0.0004 - 0.0016 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ และเมื่อพิจารณาถึงการเจริญเติบโตของเฟอลิงในแต่ละฤดูกาลนั้นจะพบว่าในช่วงฤดูหนาวและฤดูฝนมีแนวโน้มของการเจริญเติบโตไปในแนวทางที่ใกล้เคียงกัน นั่นคือ ในช่วง 1 – 7 วันหลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นนั้นอัตราการเจริญเติบโตของเฟอลิงมีสูงดังจะดูได้จากค่าความต้านทานเฟอลิงที่อยู่ในช่วง $0.0004 - 0.0012 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ หลังจากนั้นในช่วง 7 – 12 วันหลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น อัตราการเพิ่มขึ้นของเฟอลิงมีแนวโน้มที่ลดลงดูได้จากค่าความต้านทานเฟอลิงที่ $0.0012 - 0.0016 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ ในส่วนของฤดูร้อนนั้นจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของเฟอลิงที่ค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการบันทึกข้อมูลในแต่ละวันหลังการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น

สำหรับพฤติกรรมทำความสะอาดเครื่องควบแน่นในปัจจุบันจะทำความสะอาดเครื่องควบแน่นทุกๆ 11-12 วัน ซึ่งค่าความต้านทานเฟอลิงในช่วงฤดูหนาวและฤดูฝนในวันที่ 11-12 หลังการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นจะมีค่าสูงกว่าในวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่นประมาณ 250% ในส่วนของฤดูร้อนจะอยู่ที่ 340% จะเห็นว่าเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นที่สูงมาก อันเป็นผลมาจากสภาพของน้ำระบายความร้อนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่มีการบำบัดก่อนที่จะนำมาใช้งาน และจากค่า

ความต้านทานเฟาที่คำนวณมาได้นี้จะเห็นได้ว่าการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นที่ได้กระทำอยู่ในปัจจุบันมีความเหมาะสมกับสภาพการทำงานดีอยู่แล้ว

ค่าความต้านทานเฟาที่คำนวณออกมาได้นั้นมีค่าน้อยกว่าความเป็นจริงเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมที่นำมาใช้ในการคำนวณนั้นเป็นค่าที่คำนวณมาจากค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นขณะที่ล้างทำความสะอาดแล้วแต่ในความเป็นจริงไม่สามารถทำให้ผิวท่อเครื่องควบแน่นสะอาดได้จริงๆ และไม่สามารถทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึงทุกท่อ ยังคงมีสิ่งสกปรกหรือเฟาที่เกาะอยู่ที่ผิวท่อเครื่องควบแน่น ดังนั้นค่าที่นำมาใช้ในการคำนวณเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงนั้นจึงไม่ใช่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผิวที่สะอาดที่แท้จริง

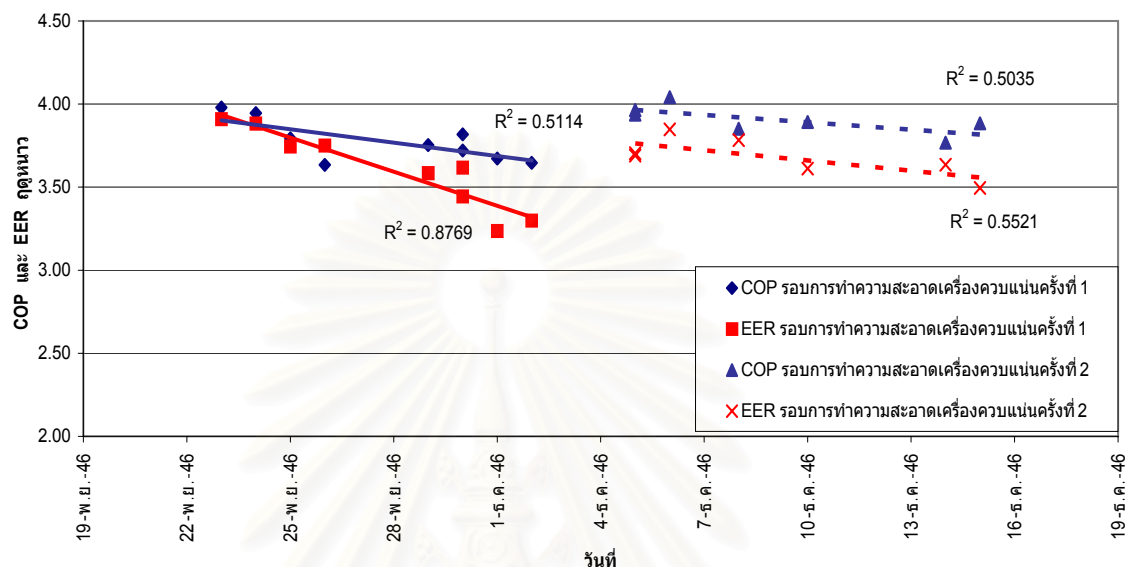
7.4 สมรรถนะรวมของระบบการทำความเย็น

สมรรถนะรวมของระบบการทำความเย็นสามารถดูได้จากค่า COP และค่า EER ซึ่งต่างก็เป็นปริมาณที่ใช้ในการบ่งบอกถึงสมรรถนะรวมของระบบการทำความเย็นที่ได้รับความนิยมในการใช้กำลังงานจริงสูง ค่า COP นั้นจะบ่งบอกถึงอัตราส่วนของค่าความสามารถในการทำความเย็นกับกำลังงานที่ใช้กับเครื่องอัดไอ และค่า EER จะบอกถึงอัตราส่วนของค่าความสามารถในการทำความเย็นกับกำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดของทุกอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการทำน้ำแข็ง

จากการบันทึกข้อมูลแล้วคำนวณหาสมรรถนะรวมของระบบทำความเย็นของทั้ง 3 ช่วงเวลาตามฤดูกาลต่างๆ นั้น จะได้ผลดังนี้

ฤดูหนาว

ค่า COP และ EER ของฤดูหนาวถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ 7.7 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 23 พฤศจิกายน 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 4 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 5 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 15 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การ



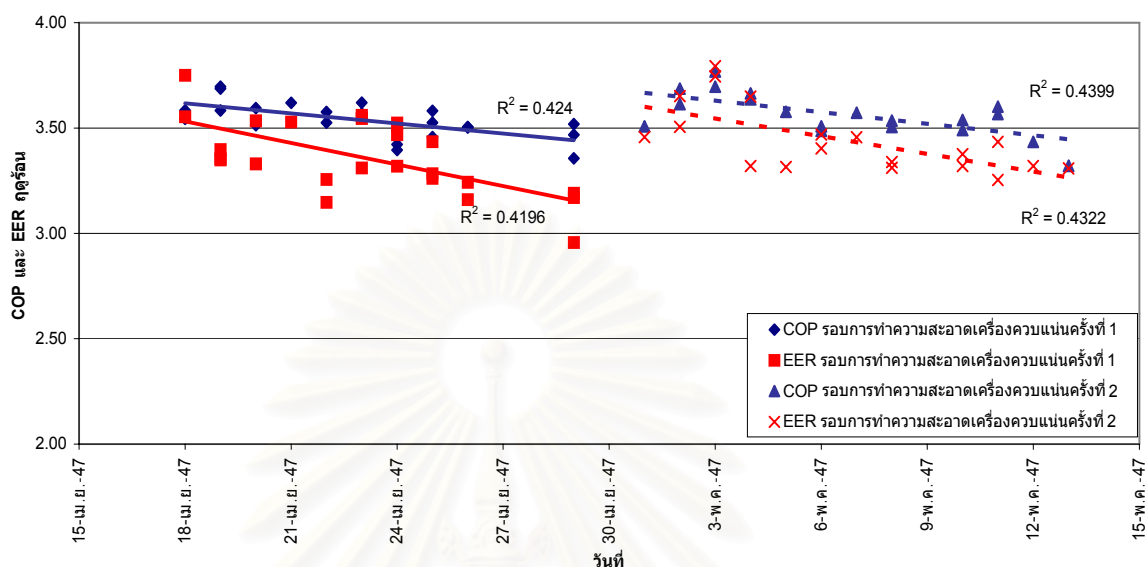
รูปที่ 7.7 กราฟแสดงค่า COP และ EER ของฤดูหนาว

บันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่า COP และ EER ที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่า COP จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.98 – 3.65 และค่า EER จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.91 – 3.30 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า COP พบว่าแนวโน้มของค่า COP จะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มสีน้ำเงิน และค่า EER ของฤดูหนาวนั้นจะมีแนวโน้มที่มีค่าลดลงตามจำนวนวันหลังจากทำความสะอาดเครื่องควบแน่นอย่างชัดเจนตามเส้นแนวโน้มสีแดง ในรอบของการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นรอบแรก ในรอบที่ 2 นั้นค่า COP จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.96 – 3.77 และค่า EER จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.69 – 3.49 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า COP พบว่าแนวโน้มของค่า COP จะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มประสีน้ำเงินอย่างชัดเจน และค่า EER ของฤดูหนาวนั้นจะมีแนวโน้มที่มีค่าลดลงตามจำนวนวันหลังจากทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มประสีแดงอย่างชัดเจน เช่นเดียวกันกับค่า COP

จากรูปที่ 7.7 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่า COP และ EER ในรอบการทำ ความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่า COP และ EER มีแนวโน้มลดลงเป็นอัตราประมาณ 2.0% และ 4.8% ของวันก่อนหน้า ในส่วนรอบการทำ ความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่า COP และ EER มีแนวโน้มลดลงเป็นอัตราประมาณ 2.1% และ 2.9% ของวันก่อนหน้า

ฤดูร้อน

ค่า COP และ EER ของฤดูร้อนถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ 7.8 และสามารถเขียน เส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 18 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 30 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำ ความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบ การล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 1 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 13 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำ ความสะอาดเครื่องควบแน่น การ บันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่า COP และ EER ที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่น ตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำ ความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่า COP จะมี ค่าอยู่ระหว่าง 3.55 – 3.47 และค่า EER จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.55 – 2.96 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้ม ของค่า COP พบว่าแนวโน้มของค่า COP จะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มสีน้ำเงิน และค่า EER ของฤดูหนาวนั้นจะมีแนวโน้มที่มีค่าลดลงตามจำนวนวันหลังจากทำความสะอาดเครื่องควบแน่นอย่างชัดเจนตามเส้นแนวโน้มสีแดงในรอบ ของการทำ ความสะอาดเครื่องควบแน่นรอบแรก ในรอบที่ 2 นั้นค่า COP จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.55 – 3.31 และค่า EER จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.55 – 3.20 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า COP พบว่า แนวโน้มของค่า COP จะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่อง ควบแน่นตามเส้นแนวโน้มประสีน้ำเงินอย่างชัดเจน และค่า EER ของฤดูหนาวนั้นจะมีแนวโน้มที่มีค่าลดลงตามจำนวนวันหลังจากทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มประสีแดงอย่างชัดเจน เช่นเดียวกับกับค่า COP

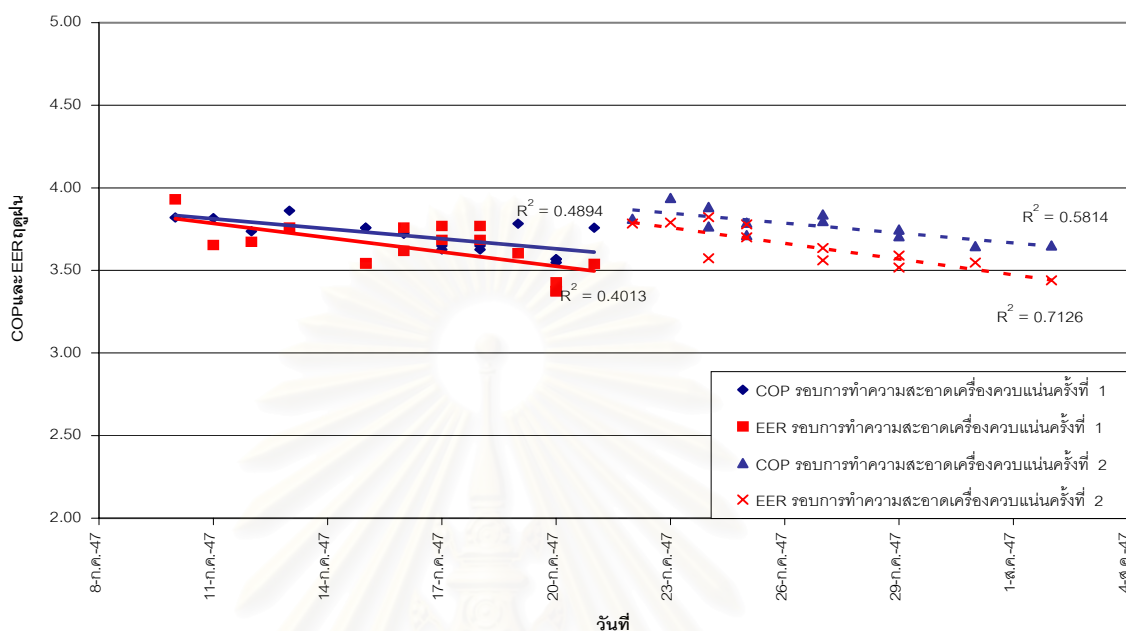


รูปที่ 7.8 กราฟแสดงค่า COP และ EER ของฤดูร้อน

จากรูปที่ 7.8 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่า COP และ EER ในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่า COP และ EER มีแนวโน้มลดลงเป็นอัตราประมาณ 2.0% และ 3.0% ของวันก่อนหน้า ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่า COP และ EER มีแนวโน้มลดลงเป็นอัตราประมาณ 2.3% และ 2.5% ของวันก่อนหน้า

ฤดูฝน

ค่า COP และ EER ของฤดูฝนถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ 7.9 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 10 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 21 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 22 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 3 สิงหาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การ



รูปที่ 7.9 กราฟแสดงค่า COP และ EER ของฤดูฝน

บันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่า COP และ EER ที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่า COP จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.80 – 3.60 และค่า EER จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.90 – 3.50 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า COP พบว่าแนวโน้มของค่า COP จะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มสีน้ำเงิน และค่า EER ของฤดูหนาวนั้นจะมีแนวโน้มที่มีค่าลดลงตามจำนวนวันหลังจากทำความสะอาดเครื่องควบแน่นอย่างชัดเจนตามเส้นแนวโน้มสีแดงในรอบของการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นรอบแรก ในรอบที่ 2 นั้นค่า COP จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.80 – 3.60 และค่า EER จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.75 – 3.44 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า COP พบว่าแนวโน้มของค่า COP จะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มประสีน้ำเงินอย่างชัดเจน และค่า EER ของฤดูหนาวนั้นจะมีแนวโน้มที่มีค่าลดลงตามจำนวนวันหลังจากทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มประสีแดงอย่างชัดเจนเช่นเดียวกันกับค่า COP

จากรูปที่ 7.9 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่า COP และ EER ในรอบการทำ ความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่า COP และ EER มีแนวโน้มลดลงเป็นอัตราประมาณ 2.0% และ 2.8% ของวันก่อนหน้า ในส่วนรอบการทำ ความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่า COP และ EER มีแนวโน้มลดลงเป็นอัตราประมาณ 2.0% และ 3.5% ของวันก่อนหน้า

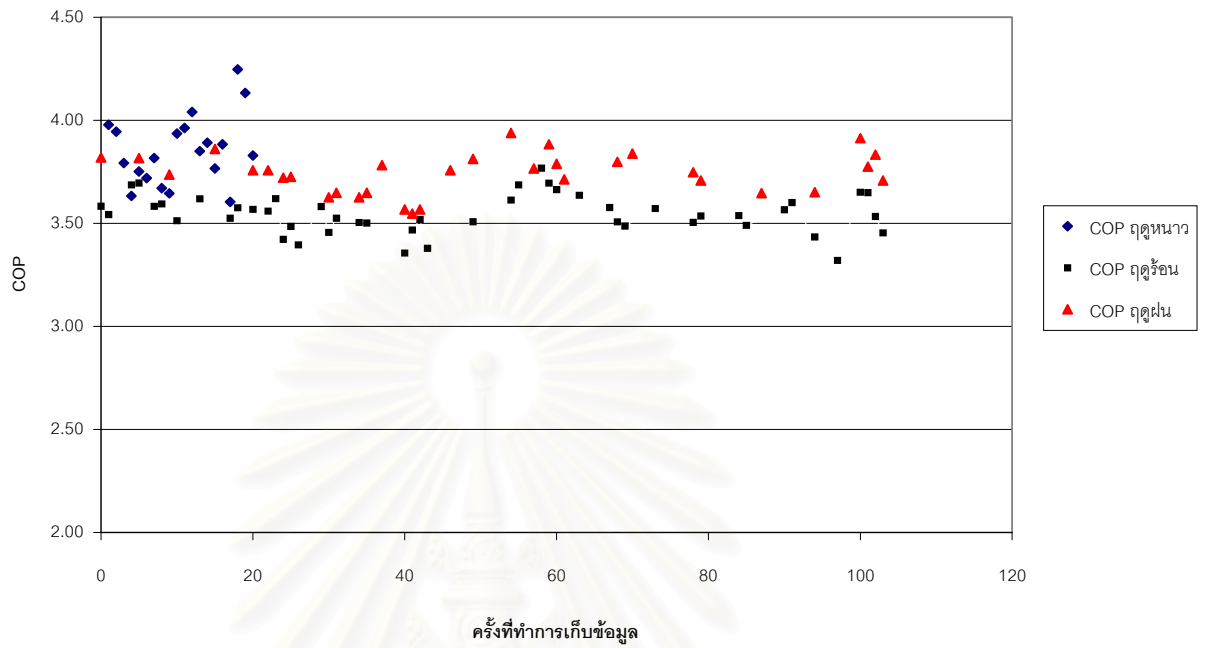
จากรูปกราฟที่ 7.7 , 7.8 และ 7.9 จะเห็นว่าค่า COP และ EER ของแต่ละฤดูกาลมี ค่าดังต่อไปนี้

ค่า COP ของฤดูหนาว	มีค่าอยู่ในช่วง	3.50 – 4.20
ค่า COP ของฤดูร้อน	มีค่าอยู่ในช่วง	3.10 – 4.00
ค่า COP ของฤดูฝน	มีค่าอยู่ในช่วง	3.35 – 3.80
ค่า EER ของฤดูหนาว	มีค่าอยู่ในช่วง	3.15 – 3.80
ค่า EER ของฤดูร้อน	มีค่าอยู่ในช่วง	3.55 – 4.00
ค่า EER ของฤดูฝน	มีค่าอยู่ในช่วง	3.20 – 3.85

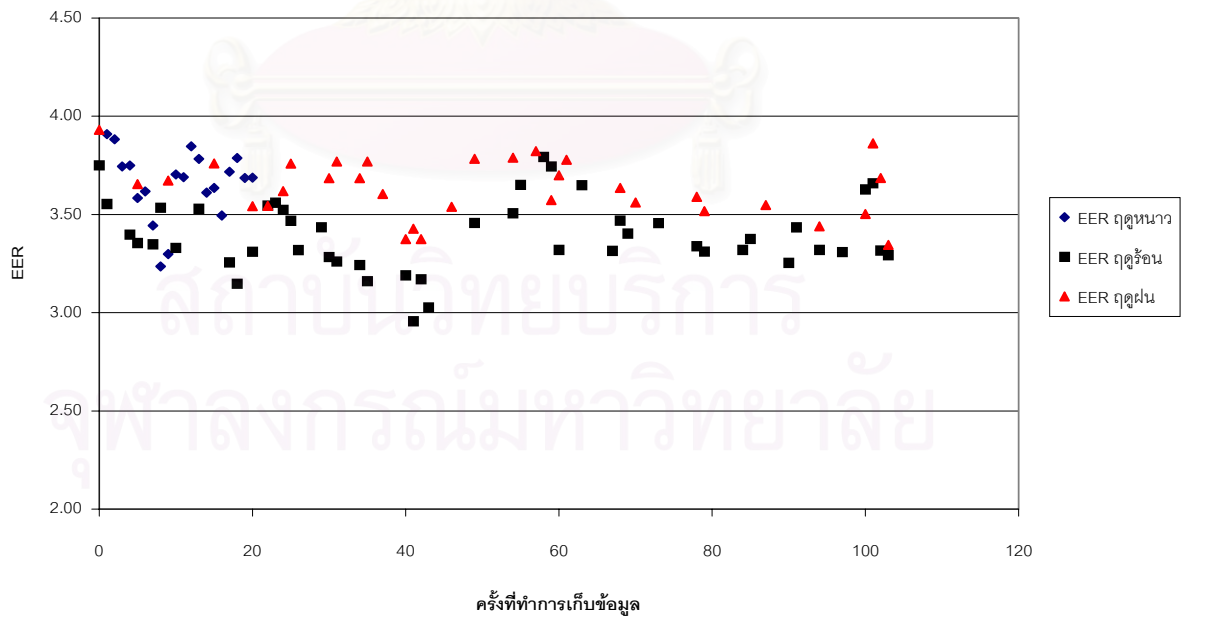
จากรูปกราฟจะพบว่าค่า COP ของฤดูหนาวมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดู ร้อนเป็นช่วงฤดูที่มีค่า COP ต่ำที่สุด ในส่วนของค่า EER นั้นจะพบว่าทั้ง 3 ฤดู มีค่า EER ที่ใกล้เคียง กัน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7.10 และ 7.11

เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า COP และ EER ของทั้ง 3 ฤดูกาลจะพบว่า แนวโน้ม ของค่า COP และ EER ของทั้ง 3 ฤดูกาลมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือค่า COP และค่า EER มีแนวโน้มลดลงตามวันหลังจากทำการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นในอัตราลดลง ประมาณ 2% และ 3% ตามลำดับ

จากค่า COP และ EER ที่ได้จากคำนวณแล้วนำมาพิจารณาแนวโน้มของค่า สมรรถนะการทำความเย็นทั้ง 2 แบบ รวมถึงการพิจารณาถึงลักษณะการเจริญเติบโตของเฟา่ลิ่งในหัว ข้อ 7.3 มาแล้วนั้น ทำให้สามารถกล่าวได้ว่าสมรรถนะของระบบการทำความเย็นจะลดลงตาม ปริมาณของเฟา่ลิ่งที่เพิ่มขึ้น ดังจะดูได้จากการลดลงของค่า COP และ ค่า EER ตามจำนวนวันหลัง การล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามรูปกราฟที่ 7.7 , 7.8 และ 7.9



รูปที่ 7.10 กราฟแสดงค่า COP ของแต่ละฤดูกาล



รูปที่ 7.11 กราฟแสดงค่า EER ของแต่ละฤดูกาล

7.5 ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบการทำน้ำแข็ง

จากการเก็บข้อมูลของโรงงานน้ำแข็งสาครทิพย์ใน 3 ช่วงเวลาของทั้ง 3 ฤดู จะทำให้ทราบค่าสมรรถนะของโรงงานน้ำแข็งโดยดูจากค่า COP และ EER เป็นตัวบ่งชี้ถึงสมรรถนะของระบบรวมของโรงงานน้ำแข็ง

เมื่อพิจารณาจากรูปกราฟที่เปรียบเทียบค่า COP และ EER ของแต่ละช่วงเวลาและแต่ละฤดูกาลแล้วพบว่า

ค่า COP ของฤดูหนาวจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.3 – 5.0 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.55

ค่า COP ของฤดูร้อนจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.1 – 4.5 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.2

ค่า COP ของฤดูฝนจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.3 – 4.7 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.5

ค่า EER ของฤดูหนาวจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.0 – 4.5 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.3

ค่า EER ของฤดูร้อนจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.0 – 4.3 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.0

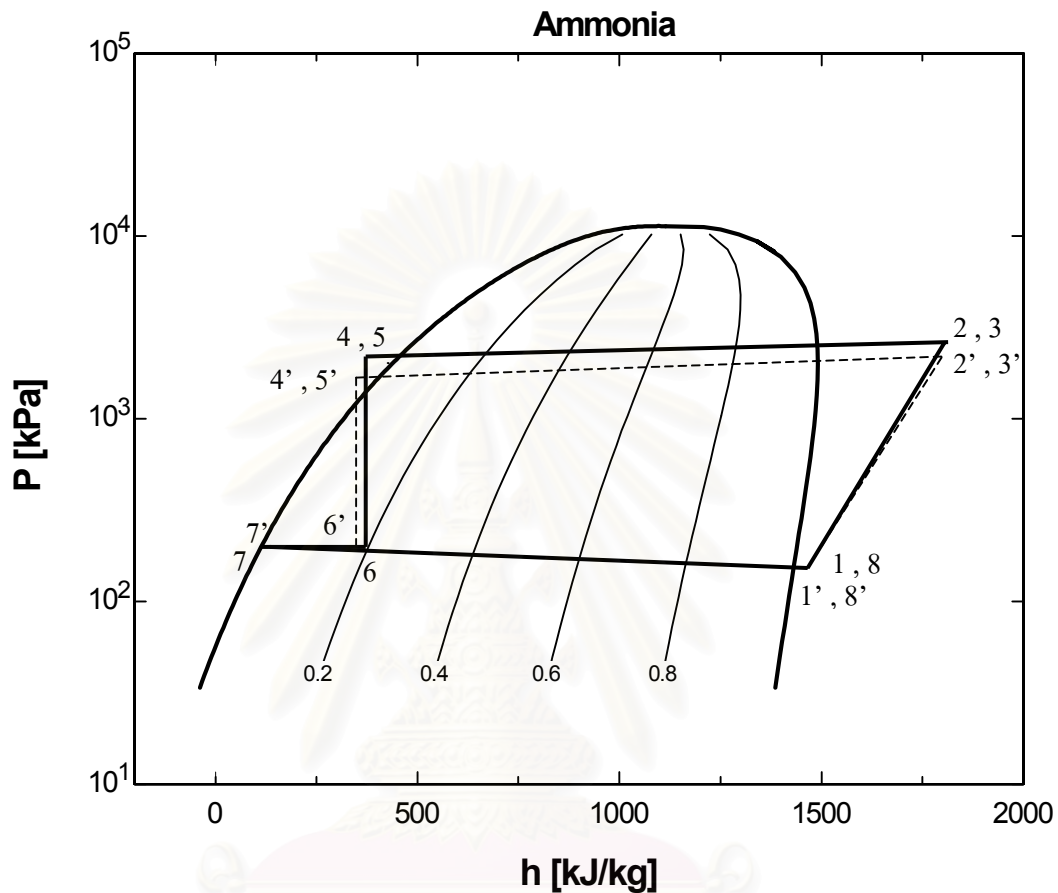
ค่า EER ของฤดูฝนจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.0 – 4.5 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.2

จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของทั้งค่า COP และ EER มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ ในฤดูหนาวกระบวนการทำน้ำแข็งจะมีสมรรถนะดีที่สุดตรงลงมาคือในช่วงฤดูฝนแต่ก็มีค่าใกล้เคียงกับฤดูหนาวและฤดูร้อนเป็นช่วงที่มีสมรรถนะการทำความเย็นรวมของระบบต่ำที่สุด ซึ่งปัจจัยหลักที่มีผลต่อสมรรถนะรวมของระบบการทำน้ำแข็งมีดังต่อไปนี้

1. เฟาลิ่ง

เฟาลิ่งที่เกิดขึ้นและเกาะอยู่ที่ผิวด้านนอกของเครื่องควบแน่นนั้นจะมีผลทำให้การถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นออกสู่บรรยากาศนั้นลดลง เมื่อทำความสะอาดเครื่องควบแน่นให้อยู่ในสภาพสะอาดจะทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิต่ำลง ซึ่งจะทำให้งานที่เครื่องอัดไอลดลง ดังรูปที่ 7.12 ทำการเขียน P-h diagram ของค่าในวันที่ 13 พ.ค. เป็นเส้นที่ 13 และ 14 พ.ค. เป็นเส้นที่ 14 เวลา 9.00 น. เปรียบเทียบกัน ซึ่งเป็นวันก่อนล้างเครื่องควบแน่นและวันที่ล้างเครื่องควบแน่นและตามลำดับ

จากรูปที่ 7.12 พบว่าเมื่ออุณหภูมิควบแน่นที่ออกจากเครื่องควบแน่นลดลง ดังตำแหน่ง (4, 5) และ (4', 5') จะทำให้งานของเครื่องอัดไอลดลง ดูได้จาก $(h_2 - h_1)$ มีค่าน้อยกว่า



รูปที่ 7.12 P-h diagram ของระบบก่อนและหลังการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น

$(h_2 - h_1)$ จากลักษณะที่อธิบายไว้ข้างต้นนั้นจะทำให้สมรรถนะรวมของระบบการทำน้ำแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยมีค่าใกล้เคียงกับค่าเดิม ทำให้ค่า COP และ EER มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อเฟาลิ่งลดลง และหากทำการพิจารณาถึงอัตราการไหลเชิงมวลแล้วพบว่าที่ตำแหน่ง 6' มีค่า x น้อยกว่าที่ตำแหน่ง 6 ดังนั้นเมื่อพิจารณาเหตุการณ์นี้รวมกันกับการหาค่าอัตราการไหลเชิงมวลที่เข้าสู่เครื่องระเหยตามภาคผนวก ง. จึงทำให้ทราบว่าถ้าอุณหภูมิควบแน่นลดลงจะทำให้อัตราการไหลเชิงมวลที่เข้าสู่เครื่องระเหยนั้นมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลเพิ่มสูงขึ้นจำทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนในเครื่องระเหยมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นแนวโน้มของค่า COP และ EER จึงมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิควบแน่นลดต่ำลง

จากการบันทึกข้อมูลของทั้ง 3 ฤดูกาลพบว่าเฟา齡มีผลต่อสมรรถนะรวมของระบบ การทำความเย็นไม่เด่นชัดมากนักอันมีสาเหตุมาจากค่าความต้านทานเฟา齡นั้นได้มาจากการคำนวณ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติ ซึ่งมี ปัจจัยที่เข้ามามีผลต่อการคำนวณความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องควบแน่นมาก มาย เช่น ความชื้นของอากาศ , ความเร็วลมในขณะนั้นๆ เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้มีผลทำให้ค่าอุณหภูมิ ของน้ำระบายความร้อนที่ทำการวัดที่ขาออกเครื่องควบแน่นมีความคลาดเคลื่อนได้สูง

จากการคำนวณค่าสมรรถนะการทำความเย็นของทั้ง 2 วัน เปรียบเทียบกันจะได้ว่า

วันที่ 13 พ.ค. ค่า COP 3.44 ค่า EER 3.38

วันที่ 14 พ.ค. ค่า COP 3.65 ค่า EER 3.63

ซึ่งจะเห็นได้ว่หลังจากที่ทำการล้างเครื่องควบแน่นแล้วนั้นจะทำให้สมรรถนะของ ระบบการทำความเย็นเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

2. อุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศ

เนื่องจากเครื่องควบแน่นที่ใช้ที่โรงงานน้ำแข็งในปัจจุบันนี้ เป็นเครื่องควบแน่นแบบ ระเหยตามธรรมชาติ ดังนั้นอุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศภายนอกจึงมีผลต่อการถ่ายเทความ ร้อนของสารทำความเย็นให้กับน้ำระบายความร้อนรวมทั้งการระเหยไปกับอากาศภายนอกด้วย อุณหภูมิที่เครื่องควบแน่นแบบระเหยนี้มีความสามารถที่จะควบแน่นสารทำความเย็นได้นั้นขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิกระเปาะเปียกของบรรยากาศ ดังนั้นในการถ่ายเทความร้อนโดยที่ในขณะที่ยบรรยากาศปลอด โปร่งอุณหภูมิบรรยากาศไม่สูงการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นจะทำได้ดีมีผลให้สารทำความ เย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิต่ำเป็นผลให้การถ่ายเทความร้อนในเครื่องระเหยมีค่าสูงค่า COP และ EER จึงมีแนวโน้มที่จะมีค่าสูงตามไปด้วย

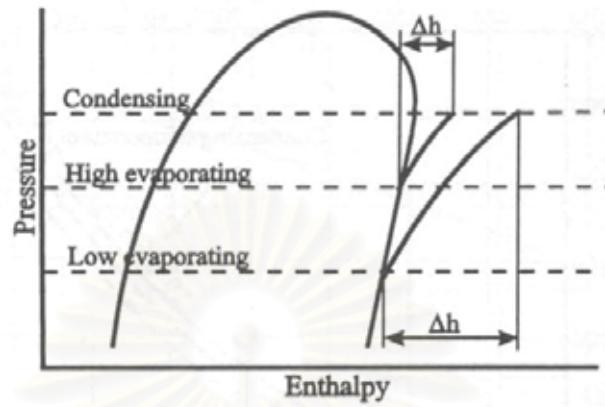
ถ้าพิจารณาในขณะที่ยอุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศภายนอกสูงจะมีผลทำให้ การถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นทำได้น้อยมีผลให้สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่นมี อุณหภูมิสูงขึ้นเป็นผลให้การถ่ายเทความร้อนในเครื่องระเหยจึงมีแนวโน้มที่ต่ำลงค่า COP และ EER จึงมีแนวโน้มที่จะมีค่าลดลงตามไปด้วย

3. ปริมาณการผลิตน้ำแข็ง

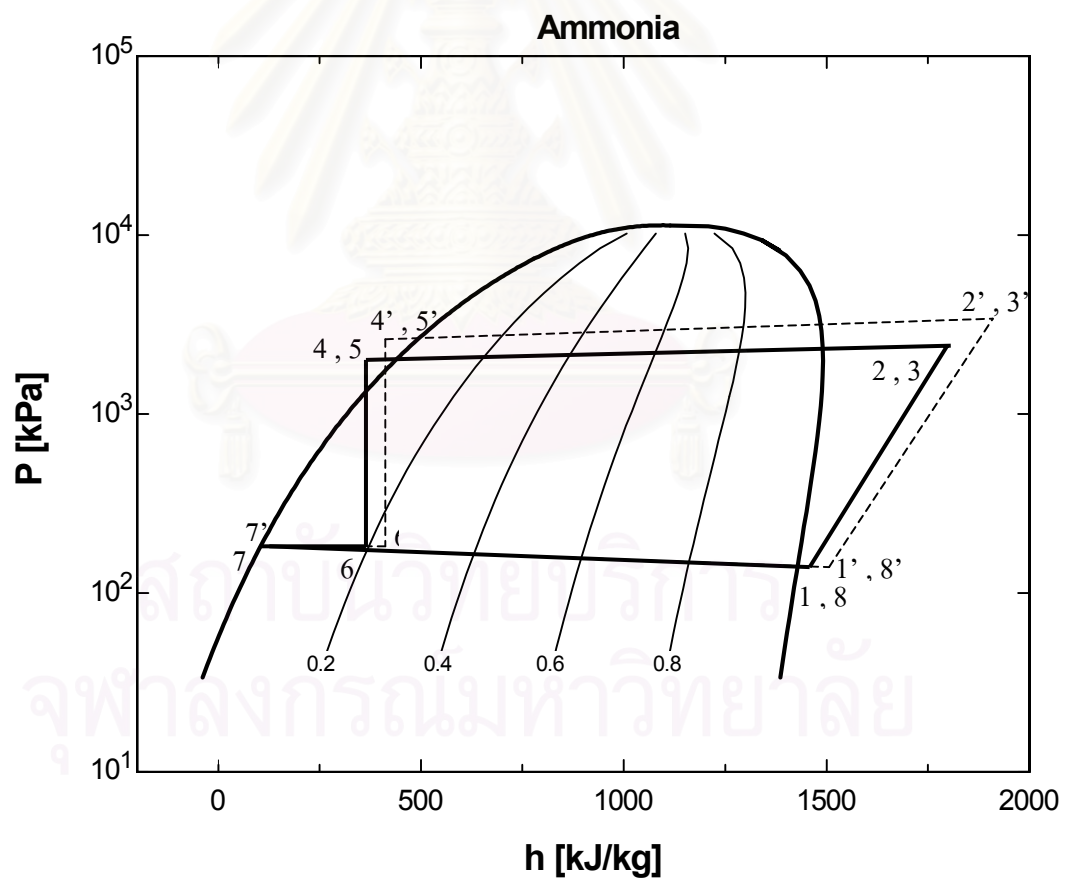
ปริมาณการผลิตน้ำแข็งนั้น มีผลกระทบต่อสมรรถนะการทำน้ำแข็งในด้านของเมื่อมีปริมาณการผลิตน้ำแข็งสูงจะทำให้ น้ำเกลือที่อยู่ในบ่อน้ำแข็งมีอุณหภูมิสูงขึ้น นั่นคือภาระในการทำความเย็นจะเพิ่มสูงขึ้นนั่นเอง ผลของการที่มีภาระการทำความเย็นสูงคือสารทำความเย็นจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นผลทำให้สารทำความเย็นขาออกจากเครื่องระเหยเข้าสู่เครื่องอัดไอน์มีอุณหภูมิสูง จากลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นนั้นยังผลให้ งานที่เครื่องอัดไอใช้ในการอัดไอลดลงดังรูปที่ 7.13 แต่จากผลกระทบของอุณหภูมิควบแน่นที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ประกอบกับการพิจารณาจากหัวข้อ 7.1 พบว่า อุณหภูมิระเหยเปียกของตู้ร้อนมีค่าสูงกว่าตู้ฝนและตู้ฝนสูงกว่าตู้ร้อน ตามลำดับ

จากลักษณะที่กล่าวมาในข้างต้นนั้นจะเห็นได้ว่าค่า COP และ EER ของระบบการทำน้ำแข็งที่อยู่ในช่วงตู้ร้อนซึ่งมีปริมาณการผลิตน้ำแข็งสูงนั้นจะมีแนวโน้มที่สมรรถนะลดลง ซึ่งโดยปกติแล้วเมื่อภาระการทำความเย็นสูงสมรรถนะของระบบการทำความเย็นจะสูงขึ้นแต่เมื่อพิจารณาประกอบกันระหว่างผลกระทบระหว่างภาระการทำความเย็น และ อุณหภูมิควบแน่นแล้ว จะทำให้สมรรถนะของระบบการทำความเย็นลดลงได้ ดังแสดงได้ตามรูปที่ 7.14 ทำการเขียน P-h diagram ของค่าในวันที่ 5 ธ.ค. เป็นเส้นทึบ และ 14 พ.ค. เป็นเส้นประ เวลา 9.00 น. เปรียบเทียบกัน ซึ่งเป็นวันล้างเครื่องควบแน่นเช่นเดียวกัน แต่ในวันที่ 5 ธ.ค. อยู่ในฤดูหนาว มีอุณหภูมิระเหยเปียก 22.47 °C และวันที่ 14 พ.ค. อยู่ในฤดูร้อน มีอุณหภูมิระเหยเปียก 28.10 °C

จากรูปที่ 7.14 แสดงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อภาระการทำความเย็นเพิ่มสูงขึ้นและอุณหภูมิควบแน่นเพิ่มสูงขึ้น แสดงไว้ด้วยตำแหน่งที่มี (') พบว่าแนวโน้มที่เกิดขึ้นคือค่าการถ่ายเทความร้อนในเครื่องระเหยเพิ่มขึ้นและงานที่ใช้ในเครื่องควบแน่นก็มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ดังนั้นเมื่อพิจารณาประกอบกันระหว่างผลกระทบจากปริมาณการผลิตและอุณหภูมิควบแน่นจึงทำให้มีแนวโน้มที่สมรรถนะรวมจะลดลง และถ้าหากพิจารณาในแง่ของอัตราการไหลเชิงมวลแล้วจะพบว่าในช่วงที่มีอุณหภูมิควบแน่นสูงขึ้นนั้นทำให้ค่าอัตราการไหลเชิงมวลที่ไหลเข้าสู่เครื่องระเหยลดต่ำลงจึงมีผลทำให้เห็นว่าในตู้ร้อน ซึ่งมีปริมาณการผลิตน้ำแข็งสูงอย่างต่อเนื่องแต่อุณหภูมิควบแน่นก็ค่าสูงเช่นเดียวกันนั้นจะมีค่า COP และ EER ต่ำกว่าในตู้ฝนและตู้หนาว ผลกระทบจากปริมาณการผลิตนั้นสามารถวัดและคำนวณจากสารทำความเย็นได้โดยตรงโดยที่มีปัจจัยภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องน้อยจึงสามารถเห็นถึงผลกระทบได้ชัดเจนที่สุด



รูปที่ 7.13 แสดงผลกระทบจากการที่อุณหภูมิที่ออกจากเครื่องระเหยเพิ่มขึ้น



รูปที่ 7.14 P-h diagram แสดงผลกระทบจากปริมาณการผลิตและอุณหภูมิควบแน่นประกอบกัน

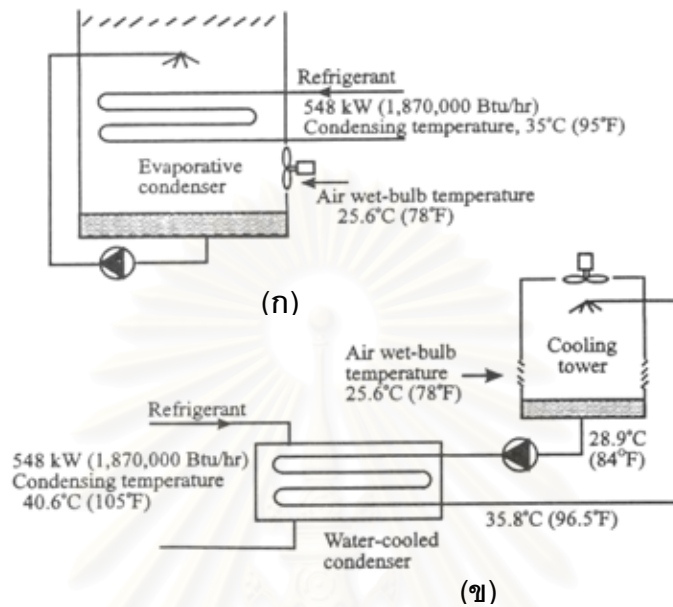
และหากพิจารณาถึงสมรรถนะการทำความเย็นของทั้ง 2 วัน เปรียบเทียบกันพบว่า
วันที่ 5 ธ.ค. ค่า COP 3.95 ค่า EER 3.70
วันที่ 14 พ.ค. ค่า COP 3.65 ค่า EER 3.63

เห็นได้ชัดเลยว่าสมรรถนะของระบบทำความเย็นในวันที่ 5 ธ.ค. ซึ่งแสดงเป็นเส้นทึบ
ในรูป 7.14 นั้น มีสมรรถนะที่สูงกว่าระบบทำความเย็นในวันที่ 14 พ.ค. ซึ่งแสดงเป็นเส้นประในรูป
เดียวกัน

7.10 การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องควบแน่นแบบระเหย (Evaporative Condenser) กับเครื่อง ควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Shell and Tube Condenser)

ในทางปฏิบัตินั้นโรงงานที่เกี่ยวข้องกับการทำความเย็นโดยส่วนใหญ่จะเลือกใช้เครื่อง
ควบแน่นแบบระเหย เหตุผลหนึ่งที่ทำให้เครื่องควบแน่นแบบระเหยได้รับความนิยมใช้กันมากคือมี
ความสามารถทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ควบแน่นออกมานั้นต่ำกว่าเครื่องควบแน่นแบบ
ระบายความร้อนด้วยน้ำกับหอผึ่งเย็น ดังรูป 7.15 แสดงให้เห็นค่าความร้อนที่สารทำความเย็นถ่ายเท
ออกมา 548 kW. ให้กับเครื่องควบแน่นทั้งสองแบบ เมื่ออุณหภูมิในหอผึ่งเย็นถูกควบแน่นด้วย
อุณหภูมิจุดน้ำค้างของบรรยากาศภายนอกที่ 25.6°C

ในการเปรียบเทียบกันนี้แสดงให้เห็นว่าเครื่องควบแน่นแบบระเหยสามารถทำให้อุณหภูมิ
ของสารทำความเย็นเป็น 35°C ในขณะที่เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำกับหอ
ผึ่งเย็นทำให้สารทำความเย็นลดอุณหภูมิลงเหลือ 40.6°C นั่นคืออุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ออก
มานั้นมีความแตกต่างกัน 5.6°C สมรรถนะที่เหนือกว่าของเครื่องควบแน่นแบบระเหยอีกประการ
หนึ่งคือการที่ไม่ใช้สารตัวกลางอื่นๆ มารับความร้อนต่อไปอีกในกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อน
อุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนที่ออกจากหอผึ่งเย็นอยู่ที่ 28.9°C ตามอุณหภูมิจุดน้ำค้างของ
บรรยากาศในขณะนั้น และอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นสามารถทำได้ตามความอุณหภูมิ
ในการรับความร้อนของน้ำนั่นคือ 35.8°C ซึ่งในการที่จะสามารถทำให้อุณหภูมิควบแน่นของสารทำ
ความเย็นใกล้เคียงกันนั้น สามารถทำได้โดยเพิ่มขนาดของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือก



รูปที่ 7.15 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องควบแน่นสองแบบ

(ก) เครื่องควบแน่นแบบระเหย

(ข) เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

และท่อและห่อหุ้มเย็น หรือทำการเพิ่มขนาดอุปกรณ์อย่างหนึ่งอย่างใด แต่ในการเปรียบเทียบตามรูปที่แสดงไว้ นั้นขนาดของเครื่องควบแน่นทั้งสองแบบรวมทั้งห่อหุ้มเย็นเป็นขนาดมาตรฐานที่มีการเลือกใช้โดยทั่วไป

ในการเปรียบเทียบด้านราคานี้ เครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีราคาต่ำกว่าราคาของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อรวมทั้งราคาของห่อหุ้มเย็น ปัจจัยอื่นๆ ที่ใช้ในการเปรียบเทียบนั้นคืออัตราการไหลของน้ำที่ใช้พันในเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะเป็นหนึ่งในสามของน้ำระบายความร้อนที่ใช้ไหลเวียนระหว่างห่อหุ้มเย็นกับอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน นอกจากนี้ ความยาวของท่อที่ใช้ในเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมักมีความยาวมากกว่าเครื่องควบแน่นแบบระเหย ทำให้สามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าที่ปั๊มน้ำต้องการเนื่องจากความดันตกในการไหลในท่อ

ตารางที่ 7.1 แสดงค่าสมรรถนะของระบบทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ

ครั้งที่	วันที่	COP	EER
1	05 ธ.ค. 46	3.46	3.00
2	07 ธ.ค. 46	3.65	3.10
3	08 ธ.ค. 46	3.41	2.92
4	10 ธ.ค. 46	3.52	2.93
5	14 ธ.ค. 46	3.83	3.20
6	20 ธ.ค. 46	4.06	3.19
9	07 พ.ค. 47	3.31	2.92
10	09 พ.ค. 47	3.53	3.03
11	10 พ.ค. 47	3.37	2.95
12	13 พ.ค. 47	3.52	3.03
13		3.46	2.99
14	15 พ.ค. 47	3.43	2.98
15		3.47	3.01
16	16 พ.ค. 47	3.45	2.98
17	08 ส.ค. 47	3.73	3.22
18		3.62	3.17
19		3.53	3.06
20		3.54	3.07
21	05 ส.ค. 47	3.67	3.20
22	07 ส.ค. 47	3.54	3.03
23		3.58	3.12
24		3.65	3.16
27	15 ส.ค. 47	3.61	3.13
28		3.68	3.18
29		3.78	3.23
30		3.88	3.31
31	24 ส.ค. 47	3.62	3.16
32		3.68	3.15

หลังจากทำการบันทึกข้อมูลของโรงกำลังงานน้ำแข็งแล้วนำมาคำนวณหาสมรรถนะของโรงงานน้ำแข็งโดยอาศัยค่า COP และ EER เป็นค่าชี้วัด เมื่อนำค่า COP และ EER ที่คำนวณได้นี้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าสมรรถนะของระบบการทำน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำที่ได้จากการบันทึกข้อมูลจริงของโรงงานน้ำแข็งอีกโรงกำลังงานหนึ่งซึ่งเป็นโรงงานที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยได้ข้อมูลมาจากวิทยานิพนธ์ของคุณกัณฑ์กา บุญยวัฒน์ โดยค่าสมรรถนะต่างๆ ได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 7.1

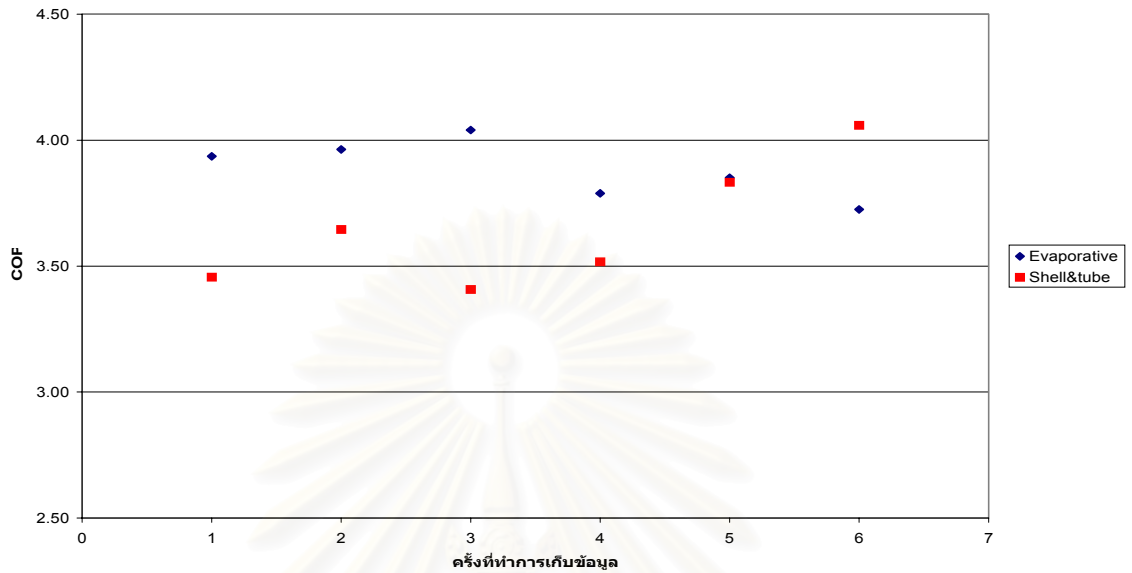
จากการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบการทำความเย็นรวมระหว่างโรงงานที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยกับโรงงานที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ จะได้ผลการเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

ฤดูหนาว

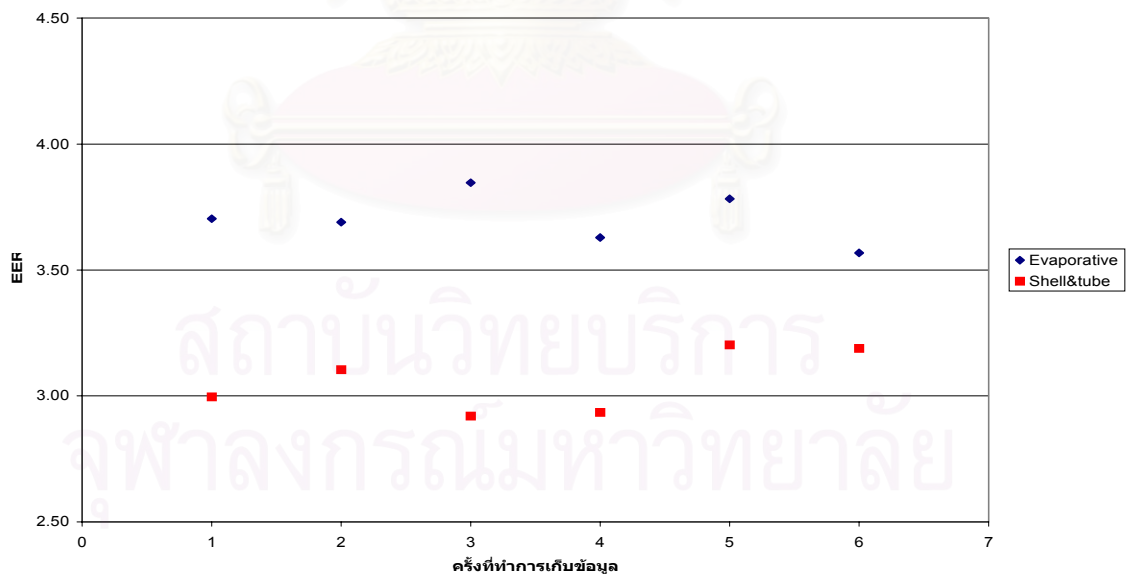
จากการบันทึกข้อมูลในช่วงระหว่างวันที่ 5 – 27 ธันวาคม 2546 ทั้งหมด 6 ครั้ง ของระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ เมื่อนำค่าสมรรถนะที่คำนวณได้มาทำการเขียนกราฟเปรียบเทียบกับค่าสมรรถนะของระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยที่ได้คำนวณเอาไว้แล้ว จะได้ดังรูปที่ 7.16 และ 7.17

จากรูปกราฟที่ 7.16 พบว่าในช่วงฤดูหนาวนี้ค่า COP ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่าเฉลี่ย 3.88 และค่า COP ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าเฉลี่ย 3.65 จะเห็นว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่า COP สูงกว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

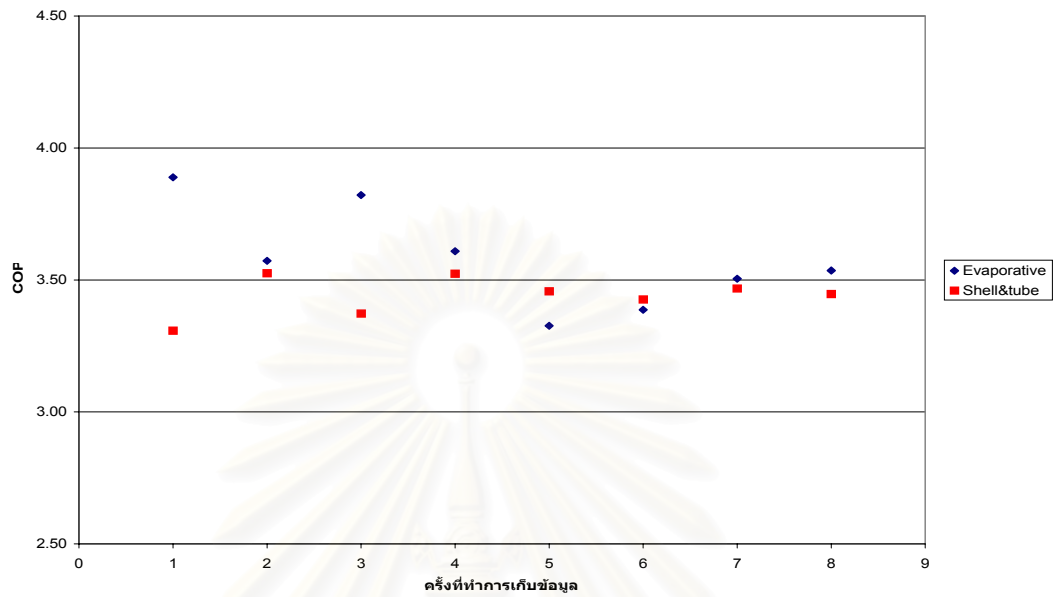
จากรูปกราฟที่ 7.17 เมื่อพิจารณาค่า EER ของระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นทั้ง 2 แบบเปรียบเทียบกัน พบว่าค่า EER ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่าเฉลี่ย 3.70 และค่า EER ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าเฉลี่ย 3.24 จะเห็นได้ว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่า EER สูงกว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ



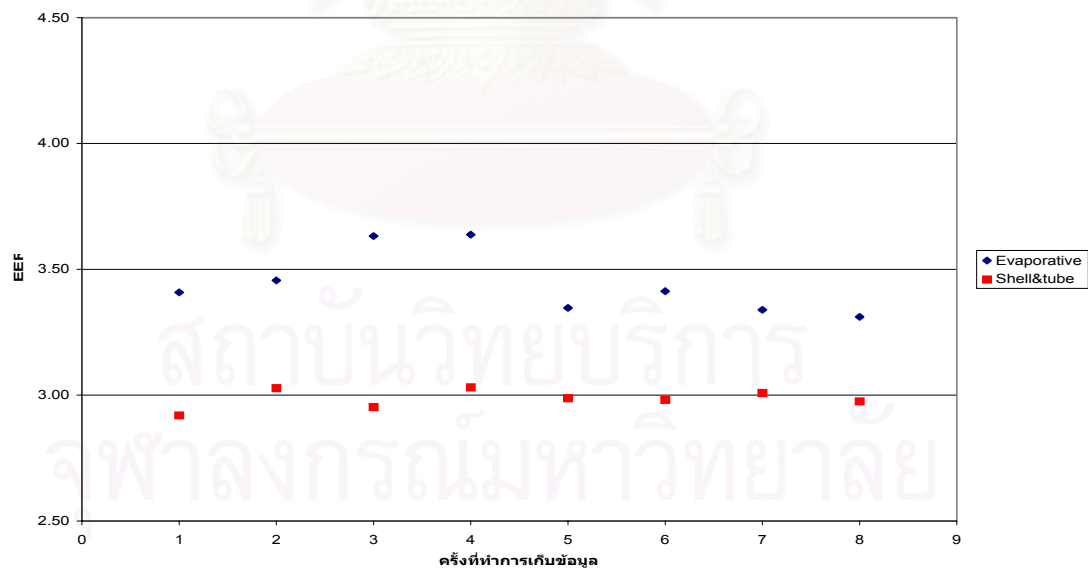
รูปที่ 7.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า COP ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยกับ
โรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงฤดู
หนาว



รูปที่ 7.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EER ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยกับ
โรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงฤดูหนาว



รูปที่ 7.18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า COP ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยกับ
โรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงฤดูร้อน



รูปที่ 7.19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EER ของโรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยกับ
โรงงาน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงฤดูร้อน

ฤดูร้อน

จากการบันทึกข้อมูลในช่วงระหว่างวันที่ 7 – 16 พฤษภาคม 2547 ทั้งหมด 8 ครั้ง ของระบบการทำความเย็นแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ เมื่อนำค่าสมรรถนะที่คำนวณได้มาทำการเขียนกราฟเปรียบเทียบกับค่าสมรรถนะของระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยที่ได้คำนวณเอาไว้แล้ว จะได้ดังรูปที่ 7.18 และ 7.19

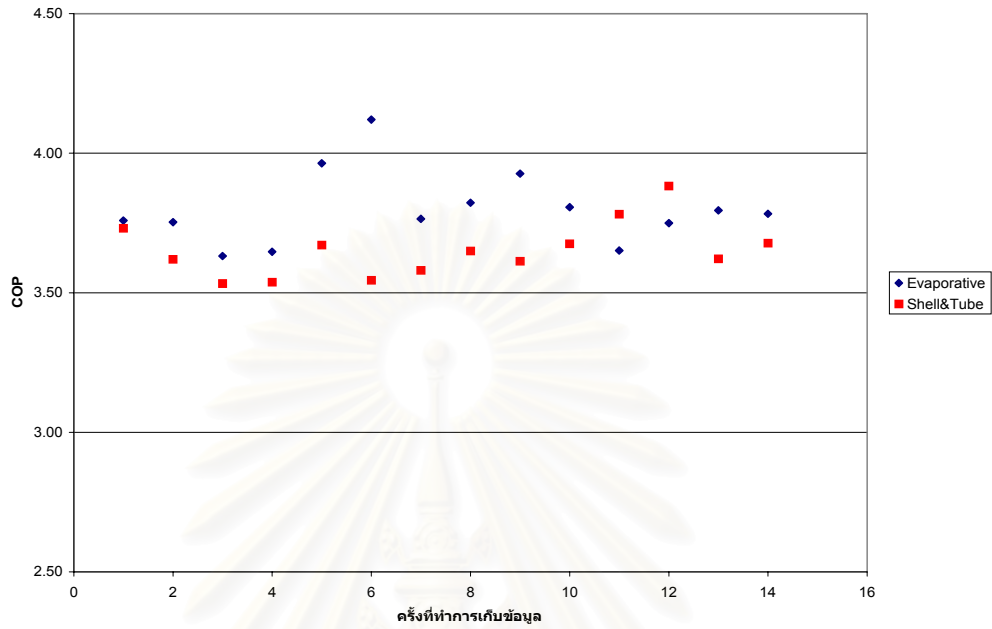
จากรูปกราฟที่ 7.18 พบว่าในช่วงฤดูร้อนนี้ค่า COP ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่าเฉลี่ย 3.58 และค่า COP ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าเฉลี่ย 3.44 ในฤดูร้อนนี้จะเห็นว่าระบบการทำความเย็นแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยและแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่า COP ใกล้เคียงกันโดยที่ระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่าสูงกว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำเล็กน้อย

จากรูปกราฟที่ 7.19 เมื่อพิจารณาค่า EER ของระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นทั้ง 2 แบบเปรียบเทียบกัน พบว่าค่า EER ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่าเฉลี่ย 3.44 และค่า EER ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าเฉลี่ย 2.99 จะเห็นได้ว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่า EER สูงกว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ

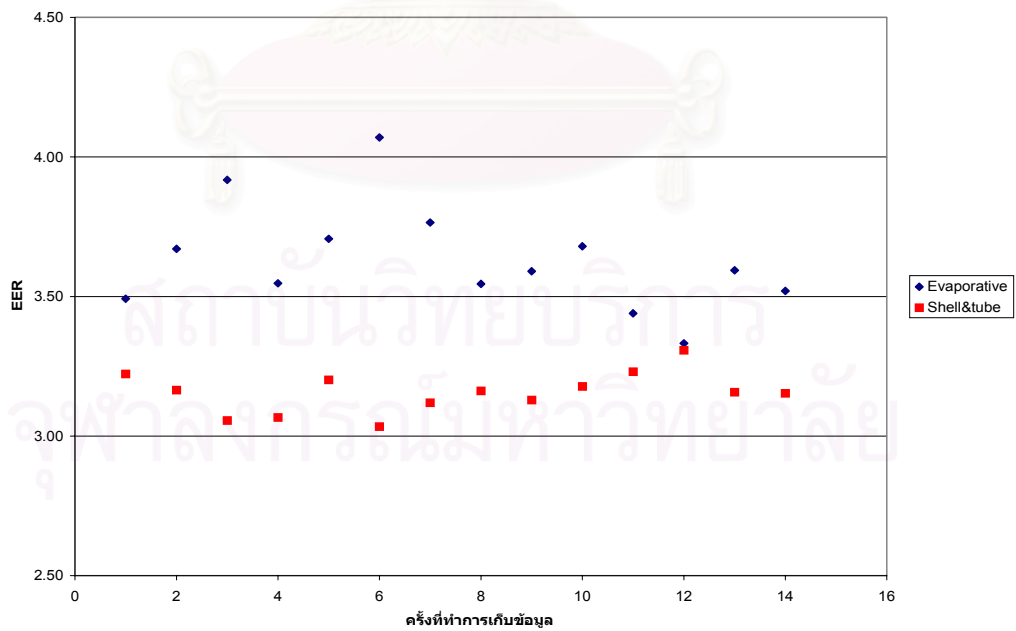
ฤดูฝน

จากการบันทึกข้อมูลในช่วงระหว่างวันที่ 8 – 24 สิงหาคม 2547 ทั้งหมด 15 ครั้ง ของระบบการทำความเย็นแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ เมื่อนำค่าสมรรถนะที่คำนวณได้มาทำการเขียนกราฟเปรียบเทียบกับค่าสมรรถนะของระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยที่ได้คำนวณเอาไว้แล้ว จะได้ดังรูปที่ 7.20 และ 7.21

จากรูปกราฟที่ 7.20 พบว่าในช่วงฤดูฝนนี้ค่า COP ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่าเฉลี่ย 3.80 และค่า COP ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าเฉลี่ย 3.65 จะเห็นว่าระบบการทำความเย็นแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนและแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่า COP ใกล้เคียงกันโดยที่ระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่าสูงกว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำเล็กน้อย



รูปที่ 7.20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า COP ของโรงน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยกับโรงน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงฤดูฝน



รูปที่ 7.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า EER ของโรงน้ำแข็งที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยกับ

จากรูปกราฟที่ 7.21 เมื่อพิจารณาค่า EER ของระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นทั้ง 2 แบบเปรียบเทียบกัน พบว่าค่า EER ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่าเฉลี่ย 3.63 และค่า EER ของระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าเฉลี่ย 3.16 จะเห็นได้ว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีค่า EER สูงกว่าระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ

จากการเปรียบเทียบค่าสมรรถนะของระบบการทำความเย็นแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยและแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยใช้ค่า COP และ EER เป็นตัวชี้วัดดังแสดงในรูปกราฟที่ 7.16 – 7.21 นั้น พบว่าหากใช้ระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยเป็นตัวตั้งแล้วในฤดูหนาว , ฤดูร้อนและฤดูฝน ค่า COP สูงกว่าโดยเฉลี่ย 5.35% , 3.60% และ 3.80% ในแต่ละฤดูตามลำดับ ในส่วนของค่า EER สูงกว่าโดยเฉลี่ย 17.35% , 13.18% และ 12.85% ในแต่ละฤดูตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในฤดูหนาว , ฤดูร้อนและฤดูฝนระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีสมรรถนะดีกว่าระบบการทำความเย็นแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในทั้งสามฤดู

จากค่าเฉลี่ยของ EER ของระบบการทำความเย็นทั้งสองแบบในแต่ละฤดูแล้วพิจารณาในกรณีที่ต้องการค่าการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเท่ากันโดยใช้ค่าจากค่าเฉลี่ยของระบบที่ทำการวิจัยจะเห็นได้ว่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องใช้และค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายสำหรับระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยและระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อในแต่ละวันคิดเป็น

ฤดูหนาว แบบระเหย	5,269.62 kW/วัน.	ค่าไฟฟ้าประมาณ 14,228 บาท/วัน
แบบเปลือกและท่อ	6,017.78 kW/วัน.	ค่าไฟฟ้าประมาณ 16,248 บาท/วัน
ฤดูร้อน แบบระเหย	5,990.93 kW/วัน.	ค่าไฟฟ้าประมาณ 16,176 บาท/วัน
แบบเปลือกและท่อ	6,892.58 kW/วัน.	ค่าไฟฟ้าประมาณ 18,610 บาท/วัน
ฤดูฝน แบบระเหย	5,363.31 kW/วัน.	ค่าไฟฟ้าประมาณ 14,481 บาท/วัน
แบบเปลือกและท่อ	6,161.01 kW/วัน.	ค่าไฟฟ้าประมาณ 16,635 บาท/วัน

ดังนั้นจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อจะมีค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายในแต่ละวันนั้นสูงกว่าระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยอย่างชัดเจน

บทที่ 8

สรุปผลการวิจัย

8.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิจัยที่โรงงานน้ำแข็งที่ผลิตน้ำแข็งออกขายในท้องตลาดทั้งน้ำแข็งซองและน้ำแข็งหลอด ระบบการทำความเย็นที่ใช้อยู่ในโรงงานนั้นมี 2 แบบด้วยกัน คือ ระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติและระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบหล่อเย็นด้วยน้ำ การทำวิจัยได้เลือกทำวิจัยกับระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตน้ำแข็งซองเพื่อการศึกษาพฤติกรรมและผลกระทบของเฟา齡

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมการเจริญเติบโตของเฟา齡รวมถึงลักษณะความเสื่อมถอยของการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติอันเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของเฟา齡และผลกระทบของเฟา齡ที่เกิดที่เครื่องควบแน่นต่อสมรรถนะโดยรวมของระบบการทำความเย็นของโรงงานน้ำแข็ง นอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบการทำความเย็นระหว่างระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติกับระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบหล่อเย็นด้วยน้ำ

ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้เป็นประโยชน์ในการนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงการทำงานของโรงงานน้ำแข็งเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพการทำงานในปัจจุบันมากยิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตน้ำแข็งได้

จากผลการทดลองสามารถสรุปผลการทดลอง ได้ดังนี้

1. เฟา齡ที่เกิดขึ้นที่ผิวท่อแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยนั้นเป็นสิ่งมีชีวิตหลากหลายประเภท เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน , หนอนจักร , หนอนตัวกลม และ ไล้เดือนน้ำ เป็นต้น แต่เฟา齡ที่มีปกคลุมผิวท่ออยู่มากที่สุดและมีผลต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องควบแน่นมากที่สุด คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งสาหร่ายเหล่านี้สามารถสังเคราะห์อาหารได้เองโดยอาศัยแสงอาทิตย์
2. ฤดูหนาวและฤดูฝนการเจริญเติบโตของเฟา齡จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงวันที่ 1-7 หลังทำความสะอาดเครื่องควบแน่น หลังจากนั้นอัตราการเพิ่มขึ้นของการเจริญเติบโตลดลง

ในช่วงวันที่ 7-12 ซึ่งเป็นลักษณะการเพิ่มขึ้นของเฟาลิ่งแบบ Falling rate ในส่วนฤดูร้อนนั้น การเจริญเติบโตของเฟาลิ่งจะค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการบันทึกข้อมูล ซึ่งเป็นลักษณะการเพิ่มขึ้นของเฟาลิ่งแบบ Linear

3. ค่าความต้านทานเฟาลิ่งมีค่าเพิ่มสูงมากขึ้นเรื่อยๆ ตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นเนื่องจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ขึ้นปกคลุมพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนมีจำนวนมากขึ้น เป็นผลมาจากสภาพอันเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม แสงแดดที่ส่องถึงตลอดทั้งปี และธาตุอาหารที่ช่วยการเจริญเติบโตจากน้ำที่ไม่มีการบำบัดที่ใช้ฟันทรมกลุ่มท่อเครื่องควบแน่นอยู่
4. การถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยทำได้ลดลงเรื่อยๆ ตามค่าความต้านทานเฟาลิ่งที่เพิ่มขึ้น นั่นคือเมื่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้การถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นทำได้ลดลง
5. สมรรถนะรวมของระบบการทำความเย็นมีแนวโน้มลดลงตามค่าความต้านทานเฟาลิ่งที่เพิ่มขึ้น นั่นคือเมื่อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ปกคลุมที่ผิวท่อเพิ่มปริมาณมากขึ้นจะมีผลทำให้สมรรถนะของระบบการทำความเย็นลดลง
6. ในการเปรียบเทียบสมรรถนะรวมของระบบทำความเย็นแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติและแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบหล่อเย็นด้วยน้ำพบว่าในการเปรียบเทียบด้วยค่า COP และ EER พบว่าหากใช้ระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยเป็นตัวตั้งแล้วในฤดูหนาวค่า COP สูงกว่าโดยเฉลี่ย 5.35% ค่า EER สูงกว่าโดยเฉลี่ย 17.35% ในฤดูร้อนค่า COP สูงกว่าโดยเฉลี่ย 3.60% ค่า EER สูงกว่าโดยเฉลี่ย 13.18% และในฤดูฝนค่า COP สูงกว่าโดยเฉลี่ย 3.80% ค่า EER สูงกว่าโดยเฉลี่ย 12.85% จะเห็นได้ว่าในฤดูหนาว , ฤดูร้อน และฤดูฝนระบบการทำความเย็นที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีสมรรถนะดีกว่าระบบการทำความเย็นแบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบเปลือกและท่อที่ระบายความร้อนด้วยน้ำในทั้งสามฤดู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.2 การปรับปรุงการทำงานของโรงงานน้ำแข็ง

จากปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของโรงงานน้ำแข็งโดยรวมที่ได้กล่าวมาข้างต้น นั้น จึงได้เสนอข้อเสนอนี้ในการปรับปรุงการทำงานของโรงงานน้ำแข็งเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงการปฏิบัติงานให้เหมาะสมรวมถึงการประหยัดต้นทุนการผลิตและประหยัดพลังงาน

1. ปรับปรุงการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น

อุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันนี้มีอายุการใช้งานมานานประมาณ 20 ปีแล้ว ดังนั้นแนวทางในการลดการใช้พลังงานที่เห็นว่าจะมีความเป็นไปได้คือ การทำความสะอาดเครื่องควบแน่นในระยะเวลาที่เหมาะสม การที่เครื่องควบแน่นมีเฟา齡เกาะอยู่อย่างหนาแน่นนั้นผลทำให้การถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นให้กับน้ำและอากาศที่ใช้ในการหล่อเย็นนั้นทำได้น้อยลง เป็นผลให้สารทำความเย็น (แอมโมเนีย) ที่ผ่านออกมาจากเครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้การถ่ายเทความร้อนในเครื่องระเหยทำได้ลดลง และมีผลให้งานที่ใช้ในเครื่องควบแน่นเพิ่มมากขึ้น นั่นคือปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการใช้ในการอัดไอก็มีสูงเพิ่มมากขึ้นไปด้วย รวมถึงทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นรวมของโรงงานน้ำแข็งลดลงอีกด้วย ดังนั้นการรักษาระบบเครื่องควบแน่นให้สะอาดอยู่เสมอจึงเป็นเรื่องที่จำเป็น

เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมของการล้างเครื่องควบแน่นในปัจจุบันแล้วพบว่าการล้างนั้นยังไม่ทั่วถึงเท่าที่ควรแต่เมื่อทดลองล้างเครื่องควบแน่นให้ครอบคลุมพื้นที่ผิวมากยิ่งขึ้นแล้วผลการคำนวณค่าความต้านทานเฟา齡แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยที่ในปัจจุบันเมื่อล้างเครื่องควบแน่นใหม่ๆ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมจะเป็น $2,865 \text{ W/m}^2\text{K}$ เมื่อคิดจากพฤติกรรมการล้างเครื่องควบแน่นในปัจจุบันพบว่าล้างได้ทั่วถึงประมาณ 25% ของเฟา齡ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ดังนั้นถ้าหากสามารถล้างได้สะอาดเพิ่มมากขึ้นเป็น 100% ของเฟา齡ที่เกิดขึ้นทั้งหมดแล้วพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมจะมีค่าเป็น $11,460 \text{ W/m}^2\text{K}$ ซึ่งเพิ่มขึ้น 75% จากเดิม เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมนี้ไปคำนวณหาค่าความต้านทานเฟา齡จะพบว่าค่าความต้านทานของเฟา齡ที่คำนวณได้เพิ่มขึ้นจากที่คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในขณะที่ล้างเครื่องควบแน่นใหม่ๆ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอีก 30% ซึ่งค่าความต้านทานเฟา齡นี้เป็นค่าที่น้อยมากอยู่แล้วดังนั้นการที่มีค่าเพิ่มขึ้นอีก 30% นั้นจึงมีผลต่อระบบการทำความเย็นน้อยมาก ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นในการปรับปรุงวิธีการล้างเครื่องควบแน่นจากวิธีการในปัจจุบัน

2. ทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นเครื่องควบแน่น

แนวทางในการป้องกันการเกิดเฟอูลิ่งที่เหมาะสมกับโรงงานน้ำแข็งนี้ในขั้นต้นนั้น ควรจะมีการปรับปรุงสภาพน้ำที่ใช้ในการพ่นลงไปในกลุ่มท่อเครื่องควบแน่น จากการสังเกตพบว่า น้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นมีปริมาณธาตุที่เป็นสารอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตจำพวกสิ่งมีชีวิตต่างๆ อยู่ในปริมาณที่สูงดังจะเห็นได้จากการที่พืชประเภทผักบุงขึ้นปกคลุมผิวบ่อน้ำอยู่เป็นระยะเวลายาวนานในรอบ 1 ปี เป็นผลให้การเจริญเติบโตของเฟอูลิ่งมีอัตราสูง แต่ในกรณีที่จะนำสารเคมีอย่างเช่นคลอรีนหรือการเติมโอโซนที่เป็นสารที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายมาใช้ในการปรับสภาพน้ำนั้นมีความเป็นไปได้ยาก เนื่องจากสภาพของเครื่องควบแน่นได้ผุกร่อนมากแล้ว การที่จะใช้คลอรีนหรือโอโซนซึ่งมีผลในการกัดกร่อนผิวท่อ [2] นั้นจึงเป็นไปได้ ดังนั้นในขั้นต้นนี้ควรจะมีการกั้นบ่อน้ำที่ใช้พรมกลุ่มท่อเครื่องควบแน่นให้แยกออกจากทางระบายน้ำตามธรรมชาติจากนั้นเติมสารป้องกันการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กลงไป ซึ่งสารเคมีเหล่านี้มีขายอยู่โดยทั่วไปในท้องตลาด และทำการติดตามผลการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่เกาะอยู่ที่ผิวท่อว่ามีอัตราที่ลดลงเป็นที่น่าพอใจหรือไม่

3. พิจารณาการใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหย (Evaporative Condenser) ที่เป็นระบบปิด

เครื่องควบแน่นที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นเครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติ ปัจจุบันที่มีผลต่อการพาความร้อนไปกับละอองน้ำที่ระเหยออกไปสู่บรรยากาศมีความหลากหลายยากต่อการควบคุม และจากสภาพของเครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติที่ใช้อยู่ในปัจจุบันพบว่า มีขนาดใหญ่โตมากทำให้การซ่อมบำรุงและการทำความสะอาดทำได้ไม่ทั่วถึง

เครื่องควบแน่นแบบระเหยแบบที่เป็นระบบปิดมีลักษณะคล้ายคลึงกับหอผึ่งเย็น แตกต่างกันที่เครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีสารทำความเย็นไหลอยู่ภายในท่อแล้วใช้น้ำพรมอยู่ภายนอกท่อและมีพัดลมดูดอากาศช่วยในการถ่ายเทความร้อนเช่นเดียวกับหอผึ่งเย็น สารทำความเย็นจะไหลอยู่ภายในท่อตลอดเวลา หากพิจารณาถึงเครื่องควบแน่นแบบระเหยแบบที่เป็นระบบปิดแล้วจะพบว่า มีขนาดเล็กกว่าทำให้ประหยัดเนื้อที่ การซ่อมบำรุงจะมีผู้รับเหมาที่เชี่ยวชาญในการบำรุงรักษาอยู่โดยทั่วไปในท้องตลาด การควบคุมการทำงานไม่ว่าจะเป็นการต้องการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนให้กับสารทำความเย็นหรือในสภาวะปกติสามารถทำได้โดยง่าย ทั้งการควบคุมปริมาณน้ำหล่อเย็นที่พ่นลงมาและความเร็วลมที่ต้องการใช้ในสภาวะนั้นๆ

8.3 ปัญหาและข้อสังเกตที่สำคัญ

การบันทึกข้อมูลสำหรับการทำวิจัยนี้ได้ทำการบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลาเกือบ 5 เดือน ในโรงงานน้ำแข็งที่ผลิตน้ำแข็งเพื่อการจำหน่ายจริง ในการวัดค่าต่างๆ และบันทึกข้อมูลนั้นได้ประสบปัญหาเกี่ยวกับการวัดค่าอีกทั้งยังมีข้อสังเกตที่สำคัญหลายประการอันอาจเกิดประโยชน์ต่อผู้ทำวิจัยรุ่นหลัง ดังต่อไปนี้

1. ในช่วงเวลาที่มีปริมาณการขายน้ำแข็งสูงมากๆ นั่นคือจะมีอัตราการเติมน้ำเพื่อผลิตน้ำแข็งเข้าสู่บ่อน้ำเกลือสูงมาก ลักษณะเช่นนี้ส่วนมากจะเกิดขึ้นในช่วงเช้าของวันเสาร์-อาทิตย์ จากการสังเกตพบว่าน้ำแข็งที่ปกคลุมบริเวณวาล์วลดความดันและถัง Accumulator จะละลายไปจนหมด เมื่อทำการวัดค่าจะพบว่าค่าที่วัดมาได้นั้นไม่สามารถนำมาใช้งานได้เนื่องจากค่าอุณหภูมิและความดันของสารทำความเย็นจะอยู่ในสภาพที่เป็นไอร้อนยิ่งยวดทั้งกระบวนการซึ่งเป็นไปไม่ได้สำหรับวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ ดังนั้นหากเกิดสภาวะเช่นนี้ขึ้นจึงควรทิ้งระยะการวัดไว้จนกระทั่งเริ่มมีน้ำแข็งเกาะที่ผิวท่อที่บริเวณวาล์วลดความดันและถัง Accumulator อีกครั้ง

2. ค่าของอุณหภูมิที่วัดได้จากตำแหน่งด้านนอกจากเครื่องระเหยจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิด้านเข้าสู่เครื่องระเหยโดยตลอดการบันทึกข้อมูลซึ่งเป็นไปไม่ได้เนื่องจากในการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยสารทำความเย็นไหลเข้าไปรับความร้อนจากน้ำเกลือในเครื่องระเหยนั้นจะทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงไม่ได้ แต่เมื่อพิจารณาประกอบกันกับความดันแล้วจะพบว่าที่ด้านเข้าเครื่องระเหยคุณสมบัติของสารทำความเย็นเป็นของเหลวอิ่มตัวและที่ด้านออกจากเครื่องระเหยคุณสมบัติของสารทำความเย็นเป็นไอร้อนยิ่งยวด โดยที่เหตุการณ์นี้เกิดจากความดันด้านออกของเครื่องระเหยมีค่าต่ำกว่าความดันด้านเข้าเครื่องระเหยจึงมีผลทำให้การวัดค่าอุณหภูมิด้านออกต่ำกว่าด้านเข้าเครื่องควบแน่น

3. ในการบันทึกข้อมูลในช่วงที่มีฝนตกจะพบว่าอุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างขาเข้าและขาออกของน้ำระบายความร้อนเครื่องควบแน่นแทบจะไม่แตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณน้ำที่เข้าไปรับความร้อนจากเครื่องควบแน่นมีปริมาณที่มากเกินไปมาก ดังนั้นจึงควรเว้นระยะการวัดหลังจากมีฝนตกจนกระทั่งมีความแตกต่างของอุณหภูมิขาเข้าและขาออกของน้ำระบายความร้อนเครื่องควบแน่นโดยดูจากค่าความแตกต่างของอุณหภูมิในครั้งที่ผ่านมาเป็นเกณฑ์

4. อุณหภูมิของน้ำเกลือที่อยู่ในบ่อน้ำแข็งมีอุณหภูมิไม่เท่ากันทุกตำแหน่งอันเนื่องมาจากขนาดของบ่อน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ จากการทำการสุ่มวัดค่าพบว่ามีความแตกต่างกันของอุณหภูมิน้ำเกลือในบางตำแหน่งเช่นตำแหน่งที่อยู่ในแนวขดท่อแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยกับบริเวณมุมของบ่อน้ำเกลือมีอุณหภูมิแตกต่างกันถึง 2°C โดยประมาณซึ่งขึ้นอยู่กับ

สภาพอากาศและปริมาณการผลิตในวันนั้นๆ ดังนั้นในการทำการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำเกลือที่ทำการวัดมานี้ใช้อุณหภูมิน้ำเกลือที่บริเวณแนวขดท่อแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องระเหยมาแสดงไว้ในวิทยานิพนธ์

8.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยต่อไป

1. ทำการศึกษาและทดลองวิธีการในการบำบัดน้ำที่จะใช้พ่นพรมกลุ่มท่อเครื่องควบแน่นเพื่อลดอัตราการเจริญเติบโตของเฟอ์ลิง เนื่องจากในปัจจุบันน้ำที่ใช้พ่นกลุ่มท่อเป็นน้ำที่มาจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติซึ่งเป็นแหล่งรวมของน้ำเสียในชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงด้วย แต่ข้อควรระวังในการทดลองคือสารทำความเย็นที่อยู่ในท่อเป็นแอมโมเนียจึงควรระวังเรื่องการรั่วซึมออกจากกลุ่มท่อที่เกิดการผุกร่อนซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้
2. ทำการศึกษาลักษณะของเฟอ์ลิงทางชีวภาพนี้ให้ยาวนานยิ่งขึ้น เพื่อดูพฤติกรรมการเจริญเติบโตในช่วงเวลาที่ยาวนานขึ้น
3. ทำการศึกษาลักษณะของอุณหภูมิและความชื้นของสภาวะอากาศที่มีผลต่อประสิทธิภาพโดยตรงจะสามารถทำให้การพิจารณาข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการทำงานมีแนวทางที่หลากหลายยิ่งขึ้น
4. การทดลองเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการลดจำนวนรอบของเครื่องอัดไอ เนื่องจากในการผลิตน้ำแข็งของโรงงานในปัจจุบันนั้นทำการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง/วัน 365 วัน/ปี และเดินเครื่องผลิตน้ำแข็งแบบเต็มความสามารถตลอดเวลา โดยที่ในความเป็นจริงแล้วความต้องการในการขายน้ำแข็งไม่ได้มีสม่ำเสมอตลอด ดังนั้นการลดจำนวนรอบของเครื่องอัดไอซึ่งก็คือการลดอัตราการไหลและปริมาณของสารทำความเย็นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งานจริงสูงและมีความคุ้มค่าในการลงทุน
5. ในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพรวมของระบบทำความเย็นโดยเฉพาะระบบที่ใช้เครื่องควบแน่นแบบระเหยจะต้องคำนึงถึงผลกระทบของอุณหภูมิและความชื้นของสภาพอากาศในแต่ละช่วงเวลา และปริมาณการผลิตในช่วงเวลานั้นๆ ซึ่งทั้งสองปัจจัยนี้มีผลโดยตรงต่อการทำงานของระบบการทำความเย็นทั้งระบบ
6. ทำการศึกษาลักษณะของปริมาณการผลิตต่อการใช้พลังงานและประสิทธิภาพของระบบการทำความเย็น รวมถึงข้อจำกัดในการใช้วิธีการทางเทอร์โมไดนามิกส์ในการหาประสิทธิภาพของระบบการทำความเย็น

รายการอ้างอิง

1. M.A.S. Jeronimo, L.F. Melo, A. Sousa Braga, P.J.B.F. Ferreira, C. Martins. Monitoring the Thermal Efficiency of Fouled Heat Exchangers : A Simplified Method. Experimental Thermal and Fluid Science 14 (1997) : 455-463.
2. M. Necati Ozisik. Heat Transfer A Basic Approach. New York, U.S.A. : McGraw-Hill, 1985.
3. I. Owen, E. Buyruk and H. Barrow. Theoretical Analysis of The Thermal Resistance of Non-Uniform Fouling on Cross-Flow Heat Exchanger Tubes. Applied Thermal Engineering 16 (1996) : 43-50.
4. Vincent F. Hock and Robert Hess. Demonstration of Ozone Treatment For Cooling Towers at Thayer Hall, U.S. Military Academy.
5. Joe Quarini. Ice-pigging to Reduce and Remove Fouling and to Achieve Clean-In-Place. Applied Thermal Engineering 22 (2002) : 747-753.
6. Wei Li, Ralph L. Webb. Fouling in Enhanced Tubes Using Cooling Tower Water Part I : Long-Term Fouling Data. International Journal of Heat and Mass Transfer 43 (2000) : 3567-3578.
7. Wei Li, Ralph L. Webb. Fouling in Enhanced Tubes Using Cooling Tower Water Part II : Combined Particulate and Precipitation Fouling. International Journal of Heat and Mass Transfer 43 (2000) : 3579-3588.
8. Luis Fernando Socorro de Almeida, Vitorino de Matos Bezeza and Isabel Maria Bras Pereira. Contribution of Air Pollution to the Fouling of Heat Exchangers in Cooling Water Circuits. Experimental Thermal and Fluid Science 14 (1997) : 438-441.
9. G.Walker. Industrial Heat Exchangers A Basic Guide. New York, U.S.A. : McGraw-Hill, 1982.
10. S. Kakac, A.E.Bergles, F.Mayingier. Heat Exchangers Thermal-Hydraulic Fundamentals and Design. New York, U.S.A. : McGraw-Hill, 1981.
11. D.Poulikakos. Conduction Heat Transfer. New Jersey, USA. : Prentice-Hall International , 1994.

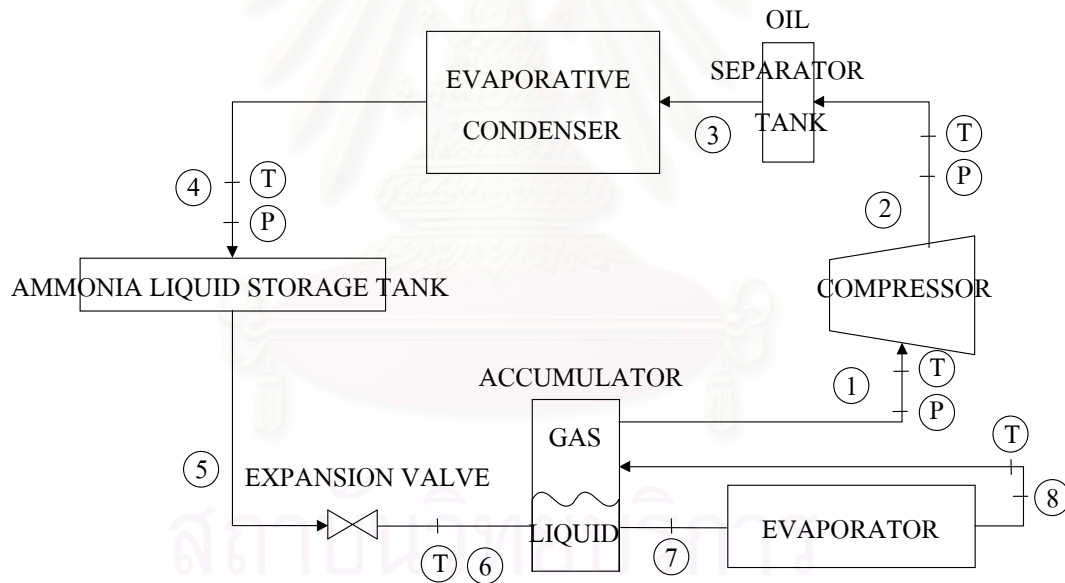
12. Yunus A. Cengel, Micheal A. Boles. Thermodynamic An Engineering Approach. New York, U.S.A. : McGraw-Hill ,2002.
13. Sadik Kakac, Ramesh K. Shah and Win Aung. Handbook of Single-phase Convective Heat Transfer. New York, U.S.A. : John Wiley, 1987.
14. Wilbert F. Stoecker. Industrial Refrigeration Handbook. New York, U.S.A. : Mcgraw-Hill , 1998.
15. Wilbert F. Stoecker, Jerold W. Jones. Refrigeration & Air Conditioning. New York, U.S.A. : Mcgraw-Hill , 1982.
16. พงษ์ธร จรรย์ญากรณ์ (ผู้แปล). อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : M&E Company Limited , 2542.
17. วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในอุตสาหกรรม. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น. กทม.: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2526.
18. สมศรี จรุงเรือง. ระเบียบวิธีวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
19. กรมโรงงานอุตสาหกรรม. โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการทำน้ำแข็ง หรือ ตัด ซอย บด หรือ ย่อยน้ำแข็ง <http://www.diw.go.th>. กรุงเทพมหานคร : กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546.

ภาคผนวก ก

ตารางการเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิ , ความดัน , ความชื้น และ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงาน
น้ำแข็ง โดยแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 ช่วง คือ

- ฤดูหนาว เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 23 พ.ย. 2546 ถึง วันที่ 18 ธ.ค. 2546
- ฤดูร้อน เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 18 เม.ย. 2547 ถึง วันที่ 14 พ.ค. 2547
- ฤดูฝน เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 10 ก.ค. 2547 ถึง วันที่ 4 ส.ค. 2547



รูป ก1 แสดงตำแหน่งอ้างอิงสำหรับภาคผนวก ก

ตารางที่ ก1 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูหนาว

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถังแอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6	ตำแหน่งที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจากล้าง เครื่อง ความเย็น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressurekg /cm ²	Temp. Deg. Celsius	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²				Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius		High pressureside	Low pressureside	
1	13-Nov-03	9.00	1.95	-9.40	13.90	127.50	35.80	13.90	-9.70	-9.80	-8.50	36.00	29.20	54.60	31.20	34.30	0
2	13-Nov-03	14.00	1.90	-4.00	13.30	129.00	35.50	13.00	-7.00	-10.00	-8.60	33.00	29.00	54.20	31.00	34.90	0
3	23-Nov-03	9.00	2.05	-5.10	14.00	129.50	36.80	13.90	-7.70	-8.60	-7.80	32.40	26.50	54.40	30.30	34.30	0
4	23-Nov-03	14.00	1.60	-11.60	13.70	131.30	33.20	13.60	-10.90	-12.50	-8.20	36.60	31.20	54.20	31.10	33.10	0
5	24-Nov-03	9.00	2.10	-7.10	13.70	123.40	35.20	13.60	-8.10	-8.40	-8.10	26.90	25.10	54.40	30.60	34.10	1
6	24-Nov-03	14.00	1.60	-11.60	13.80	131.30	33.50	13.60	-10.50	-12.60	-8.10	37.20	31.40	54.20	30.20	32.80	1
7	25-Nov-03	9.00	1.95	-9.40	13.90	127.50	35.80	13.90	-9.70	-9.80	-8.10	36.00	29.20	54.60	32.10	34.10	2
8	25-Nov-03	14.00	1.80	-7.90	14.20	133.60	36.50	14.00	-8.80	-10.30	-8.00	32.10	30.10	49.10	32.20	34.30	2
9	26-Nov-03	9.00	2.00	-6.70	14.20	133.60	36.20	14.00	-7.70	-8.70	-7.60	30.10	29.10	49.30	31.00	34.20	3
10	26-Nov-03	14.00	1.30	-13.60	13.10	133.10	31.80	13.10	-12.60	-14.30	-7.80	29.50	25.80	52.30	30.60	31.30	3
11	29-Nov-03	9.00	1.80	-7.80	12.70	124.50	33.80	12.60	-8.20	-10.60	-8.20	26.90	25.40	48.90	30.40	31.60	6
12	29-Nov-03	14.00	1.90	-10.20	13.80	127.70	34.80	13.80	-8.50	-10.20	-8.00	35.00	31.60	48.80	30.10	31.90	6
13	30-Nov-03	9.00	1.80	-10.80	13.80	129.20	33.70	13.80	-9.30	-11.00	-8.10	35.20	29.40	48.40	30.70	31.70	7
14	30-Nov-03	14.00	1.80	-7.40	13.10	127.40	34.70	13.00	-8.70	-10.80	-8.70	31.40	28.60	52.30	30.40	32.40	7
15	1-Dec-03	9.00	1.80	-7.90	13.10	125.90	34.20	13.00	-8.70	-11.10	-8.10	29.90	27.80	54.40	30.10	31.60	8
16	1-Dec-03	14.00	1.60	-11.60	13.70	131.30	33.20	13.60	-10.90	-12.50	-8.40	36.60	31.20	54.20	30.10	31.20	8
17	2-Dec-03	9.00	1.90	-7.60	12.85	123.10	33.80	12.80	-8.80	-9.60	-8.30	29.60	27.50	54.40	30.30	30.90	9
18	2-Dec-03	14.00	1.60	-11.60	13.70	131.30	33.20	13.60	-10.90	-12.40	-8.00	36.60	31.20	54.30	30.10	30.30	9
19	3-Dec-03	9.00	2.10	-5.80	14.40	126.70	35.30	14.30	-7.50	-7.30	-8.00	35.90	28.70	54.60	30.20	31.90	10
20	3-Dec-03	14.00	2.20	-3.40	13.40	120.80	36.10	13.20	-6.50	-7.40	-8.20	30.20	28.90	55.50	30.30	32.60	10
21	4-Dec-03	9.00	1.50	-12.90	13.20	133.30	32.10	13.20	-10.90	-13.30	-8.10	32.30	26.30	56.40	29.30	29.60	11
22	4-Dec-03	14.00	1.60	-8.70	12.90	131.10	35.10	12.80	-11.20	-12.30	-7.90	30.60	28.50	51.10	30.80	32.50	11
23	5-Dec-03	9.00	1.90	-7.20	13.05	124.20	35.50	13.00	-7.30	-9.70	-6.50	31.20	30.90	49.20	31.80	33.20	0
24	5-Dec-03	14.00	1.95	-9.70	14.20	122.50	34.90	14.00	-7.10	-9.70	-6.60	34.90	30.80	48.60	31.20	33.30	0
25	6-Dec-03	9.00	2.05	-7.20	13.60	122.10	36.00	13.50	-7.50	-8.10	-8.10	30.20	28.70	50.90	31.60	34.80	1

ตารางที่ ก1 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูหนาว

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถังแอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6	ตำแหน่งที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressurekg, /cm ²	Temp. Deg. Celsius	Temp. Deg. celsius	Pressurekg/ cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius		High pressureside	Low pressureside		Inlet	Outlet	
26	6-Dec-03	14.00	1.90	-9.60	13.50	127.20	33.30	13.40	-7.90	-9.70	-8.20	30.10	23.80	50.20	30.70	31.50	1
27	8-Dec-03	9.00	2.00	-6.90	13.60	126.00	35.80	13.50	-7.70	-9.20	-8.00	29.90	28.70	72.90	31.30	32.10	3
28	8-Dec-03	14.00	1.85	-10.50	13.80	126.90	33.80	13.70	-7.50	-10.10	-8.20	30.20	26.20	62.80	30.80	31.60	3
29	10-Dec-03	9.00	2.00	-6.80	12.80	118.90	34.20	12.80	-7.90	-9.10	-8.70	29.40	25.20	45.10	30.90	31.60	5
30	10-Dec-03	14.00	1.90	-9.80	13.70	124.70	34.50	13.70	-8.10	-9.20	-8.30	28.20	25.50	65.00	30.60	31.40	5
31	12-Dec-03	9.00	2.00	-6.60	12.70	117.20	33.60	12.70	-7.70	-8.10	-8.10	26.90	24.40	56.30	29.60	30.30	7
32	12-Dec-03	14.00	1.80	-10.00	13.80	125.60	34.30	13.80	-7.70	-11.10	-8.00	31.00	29.20	52.50	30.70	31.40	7
33	14-Dec-03	9.00	1.90	-9.60	13.90	128.10	35.20	13.90	-10.60	-10.10	-7.90	37.10	31.40	52.00	31.10	30.60	9
34	14-Dec-03	14.00	2.00	-6.20	13.05	121.90	34.60	13.05	-7.70	-9.10	-8.40	28.00	26.40	52.30	29.50	30.50	9
35	15-Dec-03	9.00	1.60	-9.60	12.10	122.10	32.20	12.05	-11.00	-12.20	-8.20	27.00	24.30	56.50	28.40	29.40	10
36	15-Dec-03	14.00	1.80	-9.80	13.70	124.70	34.50	13.70	-8.10	-10.10	-8.60	28.20	25.50	65.00	31.60	32.40	10
37	16-Dec-03	9.00	1.60	-9.70	11.90	118.30	31.30	11.90	-11.10	-12.20	-8.30	23.90	22.10	55.80	27.90	28.10	11
38	16-Dec-03	14.00	2.00	-9.30	13.90	127.20	33.80	13.80	-8.20	-9.30	-8.50	30.40	27.70	56.00	31.30	31.60	11
39	17-Dec-03	9.00	1.90	-10.10	13.90	133.60	34.60	13.80	-10.40	-10.20	-8.50	34.60	28.70	52.20	31.80	32.40	12
40	17-Dec-03	14.00	2.00	-7.60	12.10	115.20	32.40	12.10	-8.40	-9.30	-8.40	26.70	24.50	49.20	27.20	29.30	12
41	18-Dec-03	9.00	1.90	-7.80	12.90	119.50	33.60	12.90	-8.70	-9.70	-8.30	26.70	24.40	57.10	28.50	33.20	0
42	18-Dec-03	14.00	1.90	-10.00	13.70	125.60	34.20	13.70	-9.40	-9.50	-8.00	29.60	25.70	61.40	31.40	33.00	0

หมายเหตุ "ตำแหน่ง" ตามรูปที่ ก1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก2 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูหนาว

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 2 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
				rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	
1	13-Nov-03	9.00	737.10	418.00	246.00	193.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	0
2	13-Nov-03	14.00	740.60	421.00	244.00	196.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	0
3	23-Nov-03	9.00	737.10	422.00	245.00	194.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	0
4	23-Nov-03	14.00	740.60	422.00	222.00	196.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	0
5	24-Nov-03	9.00	737.10	423.00	225.00	193.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	1
6	24-Nov-03	14.00	740.30	418.00	241.00	195.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	1
7	25-Nov-03	9.00	737.10	420.00	244.00	193.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	2
8	25-Nov-03	14.00	741.10	414.00	261.00	191.00	0.99	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	2
9	26-Nov-03	9.00	740.40	414.00	263.00	190.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.75	421.00	12.50	5.90	0.69	420.00	12.50	6.33	0.75	3
10	26-Nov-03	14.00	740.40	415.36	254.78	192.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.75	421.00	12.50	5.90	0.69	420.00	12.50	6.33	0.75	3
11	29-Nov-03	9.00	741.10	414.61	257.04	191.00	0.99	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	6
12	29-Nov-03	14.00	737.90	413.86	259.31	197.00	0.99	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	6
13	30-Nov-03	9.00	739.50	413.11	261.58	190.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	7
14	30-Nov-03	14.00	740.40	412.36	263.84	194.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	7
15	1-Dec-03	9.00	737.10	411.61	266.11	194.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	8
16	1-Dec-03	14.00	740.60	410.86	268.38	197.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	8
17	2-Dec-03	9.00	737.10	410.11	270.64	190.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	9
18	2-Dec-03	14.00	740.60	409.36	272.91	191.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	9
19	3-Dec-03	9.00	737.10	408.61	275.18	193.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	10
20	3-Dec-03	14.00	740.40	407.86	277.44	195.00	0.99	416.00	22.50	13.00	0.80	390.00	18.00	8.92	0.73	418.00	12.60	6.40	0.72	419.00	10.90	6.10	0.75	10
21	4-Dec-03	9.00	740.20	407.11	279.71	193.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.81	417.00	18.60	9.84	0.77	420.00	12.50	5.90	0.69	421.00	12.70	6.50	0.79	11

ตารางที่ ก2 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูหนาว

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 2 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
				rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	
22	4-Dec-03	14.00	740.20	406.36	281.98	193.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.81	417.00	18.60	9.84	0.77	420.00	12.50	5.90	0.69	421.00	12.70	6.50	0.79	11
23	5-Dec-03	9.00	741.10	405.61	284.24	188.00	0.99	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	0
24	5-Dec-03	14.00	738.50	404.86	286.51	194.00	0.99	416.00	22.60	13.10	0.80	390.00	18.40	8.99	0.76	418.00	12.40	6.19	0.69	419.00	11.10	6.30	0.77	0
25	6-Dec-03	9.00	739.50	404.11	288.78	194.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	1
26	6-Dec-03	14.00	739.40	403.36	291.04	197.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	1
27	8-Dec-03	9.00	740.10	402.61	293.31	190.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	3
28	8-Dec-03	14.00	740.30	401.86	295.58	194.00	0.99	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	3
29	10-Dec-03	9.00	739.80	401.11	297.84	194.00	0.99	413.00	22.20	13.40	0.84	411.00	17.90	9.48	0.73	412.00	11.70	5.71	0.69	412.00	11.10	6.40	0.78	5
30	10-Dec-03	14.00	740.10	400.36	300.11	197.00	0.99	413.00	22.00	13.00	0.80	413.00	17.50	9.30	0.72	413.00	11.50	5.60	0.67	412.00	10.90	6.29	0.75	5
31	12-Dec-03	9.00	740.00	414.00	261.00	190.00	0.99	411.00	21.60	12.40	0.78	411.00	17.90	9.75	0.78	415.00	12.00	5.82	0.67	415.00	11.30	6.25	0.77	7
32	12-Dec-03	14.00	740.40	410.37	271.54	194.00	0.99	413.00	21.70	13.40	0.80	412.00	17.80	9.30	0.77	412.00	11.40	5.61	0.68	412.00	10.80	6.34	0.74	7
33	14-Dec-03	9.00	741.10	412.50	265.53	194.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	9
34	14-Dec-03	14.00	740.40	414.63	259.52	197.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	9
35	15-Dec-03	9.00	740.00	416.76	253.52	190.00	0.99	411.00	21.60	12.40	0.78	411.00	17.90	9.75	0.78	415.00	12.00	5.82	0.67	415.00	11.30	6.25	0.77	10
36	15-Dec-03	14.00	740.10	418.88	247.51	194.00	0.99	413.00	22.00	13.00	0.80	413.00	17.50	9.30	0.72	413.00	11.50	5.60	0.67	412.00	10.90	6.29	0.75	10
37	16-Dec-03	9.00	739.80	416.00	277.00	196.00	0.98	418.00	22.70	13.20	0.78	418.00	18.60	9.46	0.72	418.00	12.00	5.78	0.65	419.00	11.60	6.75	0.78	11
38	16-Dec-03	14.00	740.10	418.00	277.00	197.00	0.99	418.00	23.00	13.00	0.80	419.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	11.50	6.33	0.75	11
39	17-Dec-03	9.00	740.60	415.00	257.00	190.00	0.98	418.00	23.30	13.60	0.81	418.00	18.10	9.31	0.75	420.00	12.30	5.80	0.63	420.00	11.40	6.57	0.75	12
40	17-Dec-03	14.00	739.80	417.00	265.00	194.00	0.99	418.00	23.10	13.70	0.82	418.00	17.80	9.44	0.76	417.00	12.10	5.75	0.64	418.00	11.40	6.51	0.74	12
41	18-Dec-03	9.00	740.90	418.00	256.00	191.00	0.99	419.00	23.20	13.40	0.79	418.00	18.50	9.46	0.71	417.00	12.30	5.90	0.66	417.00	11.40	6.34	0.77	0
42	18-Dec-03	14.00	740.30	417.00	261.00	191.00	0.99	418.00	23.30	13.60	0.81	418.00	18.10	9.31	0.75	420.00	12.30	5.80	0.63	420.00	11.40	6.57	0.75	0

ตารางที่ ก3 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูร้อน

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถัง แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่ง ที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius			High pressure side	Low pressure side		Inlet	Outlet	
1	18-เม.ย.-04	9.00	2.40	-4.60	14.40	130.40	37.80	14.20	-7.20	-6.50	-6.30	-4.30	37.50	33.30	65.70	33.20	36.20	0
2	18-เม.ย.-04	10.00	2.10	-4.50	14.50	130.30	38.00	14.30	-8.30	-7.60	-8.60	-4.40	38.10	33.20	64.40	33.30	36.30	0
3	18-เม.ย.-04	13.00	1.90	-8.60	14.10	134.30	36.50	13.90	-7.50	-6.60	-10.20	-4.30	40.20	34.40	64.50	33.50	35.20	0
4	18-เม.ย.-04	14.00	1.90	-8.60	14.00	134.30	36.20	13.90	-7.90	-6.80	-10.00	-4.10	39.60	34.20	64.50	33.60	35.40	0
5	19-เม.ย.-04	9.00	2.05	-5.10	14.00	129.50	37.80	14.00	-7.70	-6.90	-8.90	-5.30	36.10	31.20	64.90	33.40	35.40	1
6	19-เม.ย.-04	10.00	2.10	-1.70	14.50	130.30	38.00	14.30	-4.20	-3.50	-1.30	-5.20	36.30	32.00	59.60	33.60	35.60	1
7	19-เม.ย.-04	13.00	1.90	-8.60	14.10	134.30	36.50	13.90	-7.50	-6.60	-10.20	-5.10	40.20	34.40	64.50	33.10	35.20	1
8	19-เม.ย.-04	14.00	1.90	-8.60	14.00	134.30	36.20	13.90	-7.90	-6.80	-10.00	-5.20	39.60	34.20	64.50	33.60	35.40	1
9	20-เม.ย.-04	9.00	2.05	-8.00	14.00	129.50	37.80	14.00	-7.70	-6.90	-8.70	-4.40	36.10	31.20	64.90	33.40	35.20	2
10	20-เม.ย.-04	10.00	2.10	-8.40	14.50	130.30	38.00	14.30	-7.50	-6.50	-8.60	-4.50	36.30	32.00	65.20	33.50	35.60	2
11	20-เม.ย.-04	13.00	1.90	-8.60	14.00	134.30	36.20	13.90	-7.90	-6.80	-9.70	-4.70	39.60	34.20	65.30	33.10	34.20	2
12	20-เม.ย.-04	14.00	1.90	-8.60	14.10	134.30	36.50	13.90	-7.50	-6.60	-10.10	-4.70	40.20	34.40	64.50	33.40	34.60	2
13	21-เม.ย.-04	9.00	2.30	-3.30	14.60	129.20	37.80	14.50	-5.00	-4.30	-2.80	-5.30	36.10	31.20	64.90	33.20	34.90	3
14	21-เม.ย.-04	10.00	2.05	-8.00	14.00	129.50	37.80	14.00	-7.70	-6.90	-8.90	-5.20	36.10	31.20	64.90	33.40	34.80	3
15	21-เม.ย.-04	13.00	2.00	-9.00	14.00	130.10	35.40	14.00	-8.60	-7.80	-9.40	-5.40	37.20	33.40	57.40	33.50	34.40	3
16	21-เม.ย.-04	14.00	2.10	-8.50	14.10	127.30	36.90	14.00	-5.40	-4.30	-7.70	-5.40	37.20	33.80	56.80	33.40	34.50	3
17	22-เม.ย.-04	9.00	1.90	-8.60	14.10	134.30	36.50	13.90	-7.50	-6.60	-9.80	-5.20	40.20	34.40	64.50	33.10	34.20	4
18	22-เม.ย.-04	10.00	1.90	-8.60	14.00	134.30	36.20	13.90	-7.90	-6.80	-10.10	-5.20	39.60	34.20	64.50	33.20	34.10	4
19	22-เม.ย.-04	13.00	1.70	-10.40	13.40	135.80	34.60	13.40	-8.40	-7.70	-11.60	-5.40	32.50	28.80	64.50	33.10	33.80	4
20	22-เม.ย.-04	14.00	1.60	-10.60	13.40	136.10	34.80	13.40	-9.60	-8.60	-12.60	-5.60	32.50	28.80	67.60	33.10	33.40	4
21	23-เม.ย.-04	9.00	2.00	-9.00	14.00	130.10	35.40	14.00	-8.60	-7.80	-9.40	-5.00	35.40	33.40	57.40	33.50	33.90	5
22	23-เม.ย.-04	10.00	2.10	-8.60	14.10	127.30	36.90	14.00	-5.40	-4.30	-7.70	-5.20	37.20	33.80	56.80	33.80	34.60	5
23	23-เม.ย.-04	13.00	2.10	-8.40	14.00	130.20	37.30	14.00	-6.00	-5.30	-6.70	-5.00	37.50	34.10	56.80	33.60	33.90	5
24	23-เม.ย.-04	14.00	2.25	-7.40	14.50	125.50	37.90	14.30	-4.10	-2.90	-7.00	-4.80	37.90	33.80	58.40	32.70	33.70	5
25	24-เม.ย.-04	9.00	2.00	-9.10	14.00	131.70	36.20	14.00	-6.80	-5.30	-6.80	-5.20	35.40	31.90	63.90	32.50	33.50	6
26	24-เม.ย.-04	10.00	2.00	-8.90	14.00	131.10	36.40	14.00	-6.30	-4.70	-8.90	-5.40	36.60	32.30	64.80	32.70	33.50	6

ตารางที่ ก3 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถัง แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่ง ที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius			High pressure side	Low pressure side		Inlet	Outlet	
27	24-เม.ย.-04	13.00	1.90	-9.60	13.80	132.00	37.10	13.80	-9.60	-8.60	-10.10	-5.20	36.50	33.10	67.60	32.50	33.60	6
28	24-เม.ย.-04	14.00	2.00	-9.00	14.00	130.10	37.20	14.00	-8.60	-7.80	-9.30	-5.30	37.20	33.40	67.30	32.40	33.40	6
29	25-เม.ย.-04	9.00	2.30	-3.30	14.60	129.20	37.80	14.50	-5.00	-4.30	-2.80	-4.70	36.10	31.20	64.90	32.40	33.40	7
30	25-เม.ย.-04	10.00	2.10	-1.70	14.50	130.30	38.00	14.30	-4.20	-3.50	-1.30	-4.70	36.30	32.00	59.60	32.70	34.80	7
31	25-เม.ย.-04	13.00	1.90	-8.60	14.10	134.30	36.50	13.90	-7.50	-6.60	-10.20	-4.70	40.20	34.40	64.50	32.50	34.40	7
32	25-เม.ย.-04	14.00	1.90	-8.60	14.00	134.30	36.20	13.90	-7.90	-6.80	-10.00	-4.20	39.60	34.20	64.50	32.60	34.90	7
33	26-เม.ย.-04	9.00	2.05	-5.10	14.00	129.50	37.80	14.00	-7.70	-6.90	-8.80	-5.40	36.10	31.20	64.90	32.40	34.90	8
34	26-เม.ย.-04	10.00	2.10	-1.70	14.50	130.30	38.00	14.30	-4.20	-3.50	-1.30	-5.70	36.30	32.00	59.60	32.20	34.50	8
35	26-เม.ย.-04	13.00	1.90	-8.60	14.10	134.30	36.50	13.90	-7.50	-6.60	-9.80	-5.20	40.20	34.40	64.50	32.10	34.40	8
36	26-เม.ย.-04	14.00	1.90	-8.60	14.00	134.30	36.20	13.90	-7.90	-6.80	-10.10	-5.60	39.60	34.20	64.50	33.20	34.10	8
37	28-เม.ย.-04	9.00	2.30	-3.30	14.60	129.20	37.80	14.50	-5.00	-4.30	-2.80	-4.60	36.10	31.20	64.90	32.60	34.30	9
38	28-เม.ย.-04	10.00	2.05	-8.00	14.00	129.50	37.80	14.00	-7.70	-6.90	-9.00	-4.60	36.10	31.20	64.90	33.40	34.00	9
39	28-เม.ย.-04	13.00	2.00	-9.00	14.00	130.10	35.40	14.00	-8.60	-7.80	-9.20	-5.20	37.20	33.40	65.40	32.10	33.50	9
40	28-เม.ย.-04	14.00	2.10	-8.50	14.10	127.30	36.90	14.00	-5.40	-4.30	-7.70	-5.10	37.20	33.80	64.70	32.10	33.40	9
41	29-เม.ย.-04	9.00	1.70	-10.40	13.40	135.80	34.60	13.40	-8.40	-7.70	-11.70	-5.50	32.50	28.80	64.50	31.50	32.60	10
42	29-เม.ย.-04	10.00	1.60	-10.60	13.40	136.10	34.80	13.40	-9.60	-8.60	-12.80	-5.30	32.50	28.80	67.60	31.80	32.40	10
43	29-เม.ย.-04	13.00	1.70	-10.40	13.40	135.80	34.60	13.40	-8.40	-7.70	-11.60	-5.90	32.50	28.80	64.50	31.00	31.90	10
44	29-เม.ย.-04	14.00	1.60	-10.60	13.40	136.10	34.80	13.40	-9.60	-8.60	-12.60	-5.80	32.50	28.80	67.60	31.20	32.40	10
45	30-เม.ย.-04	9.00	2.00	-9.00	14.00	130.10	35.40	14.00	-8.60	-7.80	-9.40	-5.30	37.20	33.40	67.30	32.60	33.30	11
46	30-เม.ย.-04	10.00	2.10	-8.60	14.10	127.30	36.90	14.00	-5.40	-4.30	-7.70	-5.60	37.20	33.80	63.10	32.00	32.40	11
47	30-เม.ย.-04	13.00	2.10	-8.50	14.00	130.20	37.30	14.00	-6.00	-5.30	-6.70	-5.40	37.50	34.10	63.50	32.40	32.80	11
48	30-เม.ย.-04	14.00	2.25	-7.30	14.50	125.50	37.90	14.30	-4.10	-2.90	-7.00	-5.50	37.90	33.80	64.10	32.80	33.10	11
49	1-พ.ค.-04	9.00	2.00	-9.10	14.00	131.70	36.20	14.00	-6.80	-5.30	-6.80	-5.10	35.40	31.90	63.90	33.50	34.60	0
50	1-พ.ค.-04	10.00	2.00	-8.90	14.00	131.10	36.40	14.00	-6.30	-4.70	-8.90	-5.30	36.60	32.30	65.80	33.60	34.80	0
51	1-พ.ค.-04	13.00	1.90	-9.60	13.80	132.00	37.10	13.80	-9.60	-8.60	-10.10	-4.80	36.50	33.10	64.30	33.60	34.90	0

ตารางที่ ก3 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถัง แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่ง ที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius			Temp. Deg. celsius	High pressure side		Low pressure side	Inlet	
52	1-พ.ค.-04	14.00	2.00	-9.00	14.00	130.10	37.20	14.00	-8.60	-7.80	-9.40	-4.90	37.20	33.40	67.30	33.80	34.80	0
53	2-พ.ค.-04	9.00	2.05	-8.70	14.20	133.40	36.00	14.00	-6.60	-5.60	-8.90	-5.20	33.20	28.20	64.40	33.50	35.60	1
54	2-พ.ค.-04	10.00	2.10	-8.40	14.20	132.80	36.50	14.00	-8.40	-7.60	-8.60	-5.30	29.30	27.10	68.20	33.80	35.90	1
55	2-พ.ค.-04	13.00	2.05	-8.50	14.00	129.40	36.30	13.90	-5.00	-3.60	-8.80	-5.50	32.70	28.70	68.10	33.10	35.10	1
56	2-พ.ค.-04	14.00	2.00	-8.50	13.90	127.90	36.30	13.90	-5.10	-3.90	-8.70	-5.50	33.50	27.40	66.70	33.20	35.60	1
57	3-พ.ค.-04	9.00	2.30	-7.00	14.50	126.90	37.10	14.30	-4.20	-2.70	-6.80	-4.40	36.20	31.70	60.60	32.90	35.50	2
58	3-พ.ค.-04	10.00	2.25	-7.40	14.50	130.70	37.40	14.30	-6.80	-5.60	-7.30	-4.80	37.10	33.50	64.50	32.80	35.80	2
59	3-พ.ค.-04	13.00	2.20	-5.40	14.00	125.70	37.40	14.00	-4.30	-3.70	-6.30	-4.60	29.90	28.50	63.40	33.40	35.70	2
60	3-พ.ค.-04	14.00	2.20	-6.80	14.00	127.70	37.50	14.00	-5.10	-4.30	-7.00	-4.30	31.20	28.50	60.30	32.60	35.90	2
61	4-พ.ค.-04	9.00	2.00	-8.30	13.80	129.30	35.90	13.70	-6.00	-5.70	-7.50	-5.70	33.20	28.90	61.80	32.20	35.60	3
62	4-พ.ค.-04	10.00	2.00	-8.10	13.90	131.50	36.40	13.70	-6.30	-5.70	-7.70	-5.60	31.30	29.60	64.40	32.30	35.10	3
63	4-พ.ค.-04	13.00	2.00	-7.50	14.00	128.10	36.80	14.00	-5.20	-4.50	-6.00	-5.20	33.50	31.70	67.80	32.60	35.50	3
64	4-พ.ค.-04	14.00	2.00	-7.70	14.00	130.10	36.70	13.90	-5.40	-4.40	-6.30	-5.60	34.60	31.80	67.10	33.00	35.20	3
65	5-พ.ค.-04	9.00	1.90	-9.60	13.80	132.00	37.10	13.80	-9.60	-8.60	-10.10	-4.70	35.50	33.10	61.20	32.80	33.90	4
66	5-พ.ค.-04	10.00	2.00	-9.00	14.00	130.10	37.20	14.00	-8.60	-7.80	-8.40	-4.70	37.20	33.40	62.30	32.70	34.10	4
67	5-พ.ค.-04	13.00	1.90	-9.60	13.80	132.00	37.10	13.80	-9.60	-8.60	-10.10	-5.10	36.50	33.10	67.60	32.60	34.90	4
68	5-พ.ค.-04	14.00	2.00	-9.00	14.00	130.10	37.20	14.00	-8.60	-7.80	-8.20	-5.10	37.20	33.40	67.30	32.80	34.70	4
69	6-พ.ค.-04	9.00	2.05	-8.50	14.00	129.40	36.30	13.90	-5.00	-3.60	-8.80	-5.40	32.70	28.70	68.30	32.60	34.90	5
70	6-พ.ค.-04	10.00	2.00	-8.30	13.80	129.30	35.90	13.70	-6.00	-5.70	-7.50	-5.60	33.20	28.90	61.80	32.40	34.70	5
71	6-พ.ค.-04	13.00	2.00	-8.50	13.90	127.90	36.30	13.90	-5.10	-3.90	-8.70	-5.70	33.50	27.40	66.70	32.40	34.80	5
72	6-พ.ค.-04	14.00	2.10	-6.80	14.00	127.70	37.50	14.00	-5.10	-4.30	-7.00	-5.60	31.20	28.50	60.30	32.60	34.90	5
73	7-พ.ค.-04	9.00	2.10	-7.30	14.10	125.80	36.60	14.00	-4.50	-3.90	-2.20	-5.60	31.60	27.60	63.10	32.50	34.70	6
74	7-พ.ค.-04	10.00	2.20	-6.60	14.10	125.80	37.20	14.00	-4.20	-3.30	-6.30	-5.60	31.70	28.40	61.10	32.40	34.50	6
75	7-พ.ค.-04	13.00	2.30	-6.40	14.20	125.40	37.30	14.10	-4.80	-3.60	-5.20	-5.20	31.90	30.10	60.40	33.10	34.20	6
76	7-พ.ค.-04	14.00	2.30	-7.00	14.20	130.20	36.80	14.10	-5.20	-4.40	-6.80	-5.70	33.40	30.70	61.30	33.20	34.20	6

ตารางที่ ก3 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถัง แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่ง ที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius			High pressure side	Low pressure side		Inlet	Outlet	
77	8-พ.ค.-04	9.00	2.10	-7.60	14.10	136.10	37.10	14.00	-7.90	-6.90	-8.60	-5.00	32.40	31.20	67.70	33.10	34.60	7
78	8-พ.ค.-04	10.00	2.00	-7.10	14.00	130.20	36.40	14.00	-6.40	-5.60	-7.70	-5.10	32.40	29.70	64.50	33.20	34.50	7
79	8-พ.ค.-04	13.00	1.95	-9.20	13.50	130.90	34.40	13.00	-7.20	-6.30	-8.80	-5.10	36.70	31.50	65.50	32.60	33.60	7
80	8-พ.ค.-04	14.00	2.00	-8.50	14.00	131.90	36.60	13.70	-6.00	-5.20	-8.50	-4.90	37.50	32.10	63.70	32.10	33.20	7
81	9-พ.ค.-04	9.00	2.20	-6.50	14.10	130.70	36.70	14.00	-6.80	-5.90	-7.80	-5.00	32.40	29.40	65.30	32.10	33.60	8
82	9-พ.ค.-04	10.00	2.20	-7.50	14.00	128.60	37.20	14.00	-6.40	-5.40	-7.80	-5.50	32.60	28.70	66.70	32.60	33.20	8
83	9-พ.ค.-04	13.00	2.00	-7.60	13.40	125.50	35.70	13.20	-6.00	-5.00	-9.10	-5.40	33.80	28.50	64.50	32.20	33.10	8
84	9-พ.ค.-04	14.00	2.00	-7.90	13.50	128.40	35.50	13.20	-6.40	-5.60	-9.20	-5.30	30.30	26.90	62.40	32.20	33.10	8
85	10-พ.ค.-04	9.00	2.05	-8.00	14.00	129.50	37.80	14.00	-7.70	-6.90	-9.00	-4.70	36.10	31.20	64.90	32.40	32.90	9
86	10-พ.ค.-04	10.00	2.10	-8.40	14.50	130.30	38.00	14.30	-7.50	-6.50	-8.60	-4.80	36.30	32.00	65.20	32.60	33.00	9
87	10-พ.ค.-04	13.00	1.90	-8.60	14.00	134.30	36.20	13.90	-7.90	-6.80	-9.70	-4.40	39.60	34.20	65.30	32.50	33.50	9
88	10-พ.ค.-04	14.00	1.90	-8.60	14.10	134.30	36.50	13.90	-7.50	-6.60	-9.10	-4.50	40.20	34.40	64.50	32.60	32.50	9
89	11-พ.ค.-04	9.00	2.00	-8.20	13.90	125.40	34.80	13.80	-4.70	-4.00	-6.50	-5.60	34.10	28.20	67.60	32.10	33.40	10
90	11-พ.ค.-04	10.00	2.20	-7.60	13.80	121.80	35.20	13.60	-4.10	-3.60	-7.30	-5.40	34.40	29.40	66.40	31.80	32.70	10
91	11-พ.ค.-04	13.00	2.00	-9.40	14.20	130.30	36.70	14.00	-7.20	-6.40	-9.30	-5.50	36.40	31.20	64.50	32.10	32.80	10
92	11-พ.ค.-04	14.00	2.00	-9.40	14.00	128.80	36.70	14.00	-6.90	-6.10	-8.80	-5.60	35.60	30.70	65.20	32.20	32.70	10
93	12-พ.ค.-04	9.00	2.10	-6.60	14.20	127.30	35.40	14.10	-4.30	-4.00	-7.70	-4.50	33.60	30.40	67.80	32.20	32.90	11
94	12-พ.ค.-04	10.00	2.10	-7.20	14.10	129.10	36.50	14.00	-5.20	-4.80	-7.90	-4.90	32.80	32.00	68.10	32.10	32.70	11
95	12-พ.ค.-04	13.00	2.00	-9.30	14.00	133.30	37.40	13.90	-7.60	-6.50	-9.40	-5.00	36.70	32.10	66.50	32.10	32.90	11
96	12-พ.ค.-04	14.00	2.00	-9.40	14.00	130.20	37.10	13.95	-7.80	-6.90	-9.40	-4.90	36.60	31.80	67.60	32.40	33.10	11
97	13-พ.ค.-04	9.00	2.00	-8.30	13.40	129.30	34.90	13.20	-7.30	-6.30	-9.10	-5.70	33.20	28.90	65.60	31.50	32.40	12
98	13-พ.ค.-04	10.00	2.00	-7.40	13.50	129.70	36.10	13.30	-6.50	-5.40	-9.40	-5.60	32.20	31.40	60.50	31.20	31.50	12
99	13-พ.ค.-04	13.00	2.00	-7.20	13.60	130.20	36.20	13.40	-6.70	-5.50	-8.70	-5.50	35.80	32.40	66.70	31.70	31.90	12
100	13-พ.ค.-04	14.00	2.00	-7.40	13.50	130.30	35.70	13.30	-6.60	-5.40	-8.90	-5.80	35.40	32.70	64.80	31.30	31.60	12
101	14-พ.ค.-04	9.00	2.00	-9.20	13.50	125.90	34.10	13.40	-7.20	-6.30	-8.70	-5.50	34.40	29.20	65.20	31.20	33.20	0
102	14-พ.ค.-04	10.00	2.00	-8.20	13.50	129.90	35.00	13.40	-6.90	-5.80	-9.10	-5.40	35.70	30.80	64.50	31.80	34.20	0
103	14-พ.ค.-04	13.00	2.00	-8.50	13.60	128.40	34.80	13.40	-6.20	-5.20	-9.00	-5.50	35.50	32.80	57.40	32.30	33.40	0
104	14-พ.ค.-04	14.00	2.00	-8.50	14.00	131.90	36.60	13.70	-6.00	-5.20	-8.70	-5.70	37.50	32.10	67.00	33.00	35.60	0

หมายเหตุ "ตำแหน่ง" ตามรูปที่ ก1

ตารางที่ ก4 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูร้อน

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 3 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	
1	18-Apr-04	9.00	738.60	411.00	310.00	205.00	0.91	413.00	22.00	17.59	0.80	413.00	17.50	14.01	0.72	413.00	11.50	10.51	0.67	412.00	10.90	10.83	0.75	0
2	18-Apr-04	10.00	739.40	414.00	261.00	189.00	0.99	411.00	21.60	16.99	0.78	411.00	17.90	14.94	0.78	415.00	12.00	10.78	0.67	415.00	11.30	11.25	0.77	0
3	18-Apr-04	13.00	740.30	412.00	312.00	204.00	0.90	412.00	22.10	18.09	0.83	411.00	17.80	14.50	0.75	412.00	11.70	10.84	0.70	413.00	11.40	11.44	0.79	0
4	18-Apr-04	14.00	740.60	411.00	300.00	196.00	0.90	412.00	21.80	17.29	0.79	413.00	17.60	14.06	0.72	413.00	11.40	10.38	0.66	413.00	11.00	10.90	0.75	0
5	19-Apr-04	9.00	737.10	411.00	301.00	199.00	0.91	412.00	22.10	15.27	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	1
6	19-Apr-04	10.00	739.40	413.00	312.00	207.00	0.91	413.00	22.20	18.34	0.84	411.00	17.90	14.30	0.73	412.00	11.70	10.76	0.69	412.00	11.10	11.18	0.78	1
7	19-Apr-04	13.00	740.30	414.00	263.00	191.00	0.99	413.00	21.90	17.53	0.80	413.00	17.50	14.89	0.79	415.00	11.80	10.94	0.70	415.00	11.20	11.20	0.77	1
8	19-Apr-04	14.00	740.60	412.00	283.00	194.00	0.94	413.00	21.70	17.42	0.80	412.00	17.80	14.78	0.77	412.00	11.40	10.53	0.68	412.00	10.80	10.70	0.74	1
9	20-Apr-04	9.00	737.10	413.00	293.00	195.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	2
10	20-Apr-04	10.00	739.40	411.00	292.00	193.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	2
11	20-Apr-04	13.00	740.60	413.00	294.00	193.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	2
12	20-Apr-04	14.00	740.30	411.00	295.00	195.00	0.91	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	2
13	21-Apr-04	9.00	737.10	413.00	293.00	195.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	3
14	21-Apr-04	10.00	737.10	411.00	292.00	193.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	3
15	21-Apr-04	13.00	741.10	413.00	294.00	193.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	3
16	21-Apr-04	14.00	740.40	411.00	295.00	195.00	0.91	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	3
17	22-Apr-04	9.00	740.20	411.00	297.00	196.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	4
18	22-Apr-04	10.00	740.40	411.00	299.00	198.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	4
19	22-Apr-04	13.00	740.20	411.00	300.00	196.00	0.90	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	4
20	22-Apr-04	14.00	740.40	411.00	301.00	199.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	4
21	23-Apr-04	9.00	741.10	413.00	312.00	207.00	0.91	413.00	22.20	18.34	0.84	411.00	17.90	14.30	0.73	412.00	11.70	10.76	0.69	412.00	11.10	11.18	0.78	5
22	23-Apr-04	10.00	740.40	412.00	312.00	204.00	0.90	412.00	22.10	18.09	0.83	411.00	17.80	14.50	0.75	412.00	11.70	10.84	0.70	413.00	11.40	11.44	0.79	5

ตารางที่ ก4 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 3 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	
23	23-Apr-04	13.00	737.90	411.00	300.00	196.00	0.90	412.00	21.80	17.29	0.79	413.00	17.60	14.06	0.72	413.00	11.40	10.38	0.66	413.00	11.00	10.90	0.75	5
24	23-Apr-04	14.00	738.50	411.00	310.00	205.00	0.91	413.00	22.00	17.59	0.80	413.00	17.50	14.01	0.72	413.00	11.50	10.51	0.67	412.00	10.90	10.83	0.75	5
25	24-Apr-04	9.00	739.50	414.00	261.00	189.00	0.99	411.00	21.60	16.99	0.78	411.00	17.90	14.94	0.78	415.00	12.00	10.78	0.67	415.00	11.30	11.25	0.77	6
26	24-Apr-04	10.00	739.40	414.00	263.00	191.00	0.99	413.00	21.90	17.53	0.80	413.00	17.50	14.89	0.79	415.00	11.80	10.94	0.70	415.00	11.20	11.20	0.77	6
27	24-Apr-04	13.00	740.40	412.00	283.00	194.00	0.94	413.00	21.70	17.42	0.80	412.00	17.80	14.78	0.77	412.00	11.40	10.53	0.68	412.00	10.80	10.70	0.74	6
28	24-Apr-04	14.00	741.10	412.00	286.00	194.00	0.93	411.00	21.80	17.26	0.79	411.00	17.80	14.76	0.77	412.00	11.60	10.71	0.69	412.00	11.10	11.02	0.76	6
29	25-Apr-04	9.00	737.10	413.00	294.00	193.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	7
30	25-Apr-04	10.00	739.40	411.00	295.00	195.00	0.91	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	7
31	25-Apr-04	13.00	740.30	413.00	294.00	193.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	7
32	25-Apr-04	14.00	740.60	411.00	295.00	195.00	0.91	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	7
33	26-Apr-04	9.00	737.10	411.00	300.00	196.00	0.90	412.00	22.10	15.27	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	8
34	26-Apr-04	10.00	739.40	414.00	261.00	189.00	0.99	411.00	21.60	16.99	0.78	411.00	17.90	14.94	0.78	415.00	12.00	10.78	0.67	415.00	11.30	11.25	0.77	8
35	26-Apr-04	13.00	740.30	411.00	301.00	199.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	8
36	26-Apr-04	14.00	740.60	411.00	310.00	205.00	0.91	413.00	22.00	17.59	0.80	413.00	17.50	14.01	0.72	413.00	11.50	10.51	0.67	412.00	10.90	10.83	0.75	8
37	28-Apr-04	9.00	737.10	417.00	275.00	201.00	0.99	419.00	23.20	18.30	0.79	418.00	18.50	14.51	0.71	417.00	12.30	10.86	0.66	417.00	11.40	11.34	0.77	9
38	28-Apr-04	10.00	737.10	416.00	277.00	200.00	0.98	418.00	22.70	17.82	0.78	418.00	18.60	14.70	0.72	418.00	12.00	10.65	0.65	419.00	11.60	11.57	0.78	9
39	28-Apr-04	13.00	741.10	419.00	280.00	203.00	0.98	419.00	23.10	18.24	0.79	418.00	18.50	14.78	0.73	418.00	12.20	10.92	0.67	418.00	11.60	11.72	0.80	9
40	28-Apr-04	14.00	740.40	418.00	277.00	203.00	0.99	418.00	23.00	18.32	0.80	419.00	18.50	14.80	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	11.50	11.27	0.75	9
41	29-Apr-04	9.00	740.20	415.00	257.00	185.00	0.98	418.00	23.30	18.66	0.81	418.00	18.10	14.83	0.75	420.00	12.30	10.64	0.63	420.00	11.40	11.22	0.75	10
42	29-Apr-04	10.00	740.40	417.00	265.00	193.00	0.99	418.00	23.10	18.71	0.82	418.00	17.80	14.79	0.76	417.00	12.10	10.59	0.64	418.00	11.40	11.11	0.74	10
43	29-Apr-04	13.00	740.20	421.00	259.00	191.00	0.99	419.00	23.60	18.70	0.80	419.00	18.20	14.91	0.75	420.00	12.50	11.09	0.67	421.00	11.30	10.85	0.71	10

ตารางที่ ก4 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 3 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
				rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	
44	29-Apr-04	14.00	740.40	417.00	260.00	190.00	0.99	418.00	23.40	18.89	0.82	418.00	17.60	14.94	0.78	416.00	12.20	10.98	0.68	416.00	11.30	11.35	0.78	10
45	30-Apr-04	9.00	741.10	416.00	258.00	188.00	0.99	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	15.56	0.79	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	11.50	11.27	0.75	11
46	30-Apr-04	10.00	740.40	417.00	272.00	181.00	0.90	416.00	21.70	17.66	0.81	417.00	18.60	15.34	0.77	420.00	12.50	11.27	0.69	421.00	12.70	12.32	0.79	11
47	30-Apr-04	13.00	737.90	416.00	272.00	178.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	15.02	0.75	421.00	12.50	11.29	0.69	420.00	12.50	11.82	0.75	11
48	30-Apr-04	14.00	738.50	418.00	256.00	187.00	0.99	419.00	23.20	18.30	0.79	418.00	18.50	14.51	0.71	417.00	12.30	10.86	0.66	417.00	11.40	11.34	0.77	11
49	1-May-04	9.00	739.50	418.00	257.00	186.00	0.98	419.00	23.10	18.24	0.79	418.00	18.50	14.78	0.73	418.00	12.20	10.92	0.67	418.00	11.60	11.72	0.80	0
50	1-May-04	10.00	739.40	417.00	261.00	191.00	0.99	418.00	23.30	18.66	0.81	418.00	18.10	14.83	0.75	420.00	12.30	10.64	0.63	420.00	11.40	11.22	0.75	0
51	1-May-04	13.00	740.40	417.00	306.00	205.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	0
52	1-May-04	14.00	741.10	417.00	306.00	205.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	0
53	2-May-04	9.00	739.50	417.00	267.00	178.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	1
54	2-May-04	10.00	740.10	416.00	310.00	207.00	0.91	416.00	21.90	17.31	0.78	390.00	18.60	14.42	0.75	418.00	12.40	11.28	0.70	419.00	11.10	11.20	0.77	1
55	2-May-04	13.00	740.30	416.00	294.00	193.00	0.89	416.00	22.50	17.97	0.80	390.00	18.00	13.88	0.73	418.00	12.60	11.57	0.72	419.00	10.90	10.93	0.75	1
56	2-May-04	14.00	739.80	416.00	272.00	178.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	1
57	3-May-04	9.00	739.80	417.00	276.00	189.00	0.93	417.00	22.20	17.67	0.79	417.00	17.90	14.70	0.75	418.00	12.40	10.93	0.66	418.00	12.10	11.40	0.73	2
58	3-May-04	10.00	739.70	417.00	270.00	181.00	0.91	418.00	22.40	17.49	0.77	418.00	17.50	14.12	0.72	418.00	12.20	10.83	0.66	418.00	11.40	11.03	0.73	2
59	3-May-04	13.00	737.90	418.00	265.00	182.00	0.93	416.00	22.60	18.03	0.80	416.00	17.90	14.80	0.76	416.00	12.10	10.93	0.68	417.00	12.40	11.63	0.74	2
60	3-May-04	14.00	740.10	418.00	273.00	188.00	0.93	416.00	23.10	17.65	0.76	416.00	17.50	14.20	0.73	417.00	12.20	10.99	0.68	417.00	11.90	11.45	0.75	2
61	4-May-04	9.00	740.00	417.00	306.00	205.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	3
62	4-May-04	10.00	739.50	416.00	310.00	207.00	0.91	416.00	21.90	17.31	0.78	390.00	18.60	14.42	0.75	418.00	12.40	11.28	0.70	419.00	11.10	11.20	0.77	3
63	4-May-04	13.00	740.40	417.00	272.00	181.00	0.90	416.00	21.70	17.66	0.81	417.00	18.60	15.34	0.77	420.00	12.50	11.27	0.69	421.00	12.70	12.32	0.79	3
64	4-May-04	14.00	739.80	416.00	272.00	178.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	15.02	0.75	421.00	12.50	11.29	0.69	420.00	12.50	11.82	0.75	3

ตารางที่ ก4 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 3 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
				rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	
65	5-May-04	9.00	740.40	417.00	306.00	205.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	4
66	5-May-04	10.00	741.10	417.00	306.00	205.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	4
67	5-May-04	13.00	740.40	417.00	306.00	205.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	4
68	5-May-04	14.00	740.40	417.00	306.00	205.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	4
69	6-May-04	9.00	740.30	416.00	298.00	195.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	5
70	6-May-04	10.00	740.00	417.00	296.00	196.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	5
71	6-May-04	13.00	739.80	417.00	306.00	205.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	5
72	6-May-04	14.00	740.10	417.00	306.00	205.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	5
73	7-May-04	9.00	739.80	416.00	310.00	207.00	0.91	416.00	21.90	17.31	0.78	390.00	18.60	14.42	0.75	418.00	12.40	11.28	0.70	419.00	11.10	11.20	0.77	6
74	7-May-04	10.00	739.80	416.00	313.00	208.00	0.90	416.00	22.60	18.03	0.80	390.00	18.40	14.45	0.76	418.00	12.40	11.19	0.69	419.00	11.10	11.20	0.77	6
75	7-May-04	13.00	739.50	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	6
76	7-May-04	14.00	740.10	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	6
77	8-May-04	9.00	740.60	416.00	310.00	208.00	0.91	416.00	21.90	17.31	0.78	390.00	18.60	14.42	0.75	418.00	12.40	11.28	0.70	419.00	11.10	11.20	0.77	7
78	8-May-04	10.00	739.80	416.00	294.00	194.00	0.89	416.00	22.50	17.97	0.80	390.00	18.00	13.88	0.73	418.00	12.60	11.57	0.72	419.00	10.90	10.93	0.75	7
79	8-May-04	13.00	740.50	416.00	303.00	199.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	7
80	8-May-04	14.00	739.30	417.00	303.00	202.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	7
81	9-May-04	9.00	740.10	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	8
82	9-May-04	10.00	740.30	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	8
83	9-May-04	13.00	739.40	417.00	303.00	202.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	8
84	9-May-04	14.00	740.90	416.00	303.00	199.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	8
85	10-May-04	9.00	737.10	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	9

ตารางที่ ก4 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 3 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	
86	10-May-04	10.00	739.40	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	9
87	10-May-04	13.00	740.60	416.00	310.00	208.00	0.91	416.00	21.90	17.31	0.78	390.00	18.60	14.42	0.75	418.00	12.40	11.28	0.70	419.00	11.10	11.20	0.77	9
88	10-May-04	14.00	740.30	416.00	294.00	194.00	0.89	416.00	22.50	17.97	0.80	390.00	18.00	13.88	0.73	418.00	12.60	11.57	0.72	419.00	10.90	10.93	0.75	9
89	11-May-04	9.00	740.10	416.00	303.00	199.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	10
90	11-May-04	10.00	738.70	417.00	303.00	202.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	10
91	11-May-04	13.00	739.80	416.00	310.00	208.00	0.91	416.00	21.90	17.31	0.78	390.00	18.60	14.42	0.75	418.00	12.40	11.28	0.70	419.00	11.10	11.20	0.77	10
92	11-May-04	14.00	738.90	416.00	294.00	194.00	0.89	416.00	22.50	17.97	0.80	390.00	18.00	13.88	0.73	418.00	12.60	11.57	0.72	419.00	10.90	10.93	0.75	10
93	12-May-04	9.00	740.00	416.00	310.00	208.00	0.91	416.00	21.90	17.31	0.78	390.00	18.60	14.42	0.75	418.00	12.40	11.28	0.70	419.00	11.10	11.20	0.77	11
94	12-May-04	10.00	739.80	416.00	313.00	208.00	0.90	416.00	22.60	18.03	0.80	390.00	18.40	14.45	0.76	418.00	12.40	11.19	0.69	419.00	11.10	11.20	0.77	11
95	12-May-04	13.00	738.90	417.00	298.00	199.00	0.90	416.00	21.70	17.66	0.81	417.00	18.60	15.34	0.77	420.00	12.50	11.27	0.69	421.00	12.70	12.32	0.79	11
96	12-May-04	14.00	740.20	416.00	299.00	197.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	15.02	0.75	421.00	12.50	11.29	0.69	420.00	12.50	11.82	0.75	11
97	13-May-04	9.00	740.20	416.00	303.00	199.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	12
98	13-May-04	10.00	739.50	417.00	303.00	202.00	0.90	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	14.75	0.73	421.00	12.50	10.92	0.65	420.00	12.50	11.82	0.75	12
99	13-May-04	13.00	739.70	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	12
100	13-May-04	14.00	740.10	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	12
101	14-May-04	9.00	740.30	417.00	272.00	182.00	0.90	416.00	21.70	17.66	0.81	417.00	18.60	15.34	0.77	420.00	12.50	11.27	0.69	421.00	12.70	12.32	0.79	0
102	14-May-04	10.00	740.60	416.00	272.00	179.00	0.89	416.00	21.70	17.51	0.80	417.00	18.50	15.02	0.75	421.00	12.50	11.29	0.69	420.00	12.50	11.82	0.75	0
103	14-May-04	13.00	740.10	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	0
104	14-May-04	14.00	739.30	417.00	306.00	206.00	0.91	412.00	22.10	15.72	0.68	416.00	17.80	14.62	0.75	418.00	11.50	10.74	0.69	418.00	10.90	11.23	0.79	0

ตารางที่ ก5 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูฝน

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถัง แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่งที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. Celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius			Temp. Deg. celsius	High pressure side		Low pressure side	Inlet	
1	10-Jul-04	9.00	2.20	-7.10	14.20	127.90	35.60	14.00	-9.70	-9.00	-7.80	-6.10	37.30	30.80	65.60	33.10	34.10	0
2	10-Jul-04	10.00	2.00	-6.50	14.40	128.30	37.60	14.20	-10.30	-9.60	-8.60	-6.40	38.00	31.20	69.60	34.80	36.40	0
3	10-Jul-04	13.00	1.70	-11.10	13.90	131.80	35.50	13.70	-10.00	-9.10	-11.80	-6.10	37.70	31.90	64.50	32.10	34.80	0
4	10-Jul-04	14.00	1.60	-11.60	13.70	131.30	34.80	13.60	-10.90	-9.80	-12.10	-5.80	36.60	31.20	64.40	32.60	34.00	0
5	11-Jul-04	9.00	1.85	-7.60	13.80	127.00	35.80	13.80	-10.20	-9.40	-8.30	-7.40	35.90	28.70	68.90	33.20	33.90	1
6	11-Jul-04	10.00	2.00	-7.50	14.40	128.30	37.60	14.20	-6.20	-5.50	-7.90	-7.30	36.20	30.00	63.60	32.20	36.40	1
7	11-Jul-04	13.00	1.70	-11.10	13.90	131.80	35.50	13.70	-10.00	-9.10	-11.90	-7.20	37.70	31.90	66.90	32.60	34.20	1
8	11-Jul-04	14.00	1.60	-11.60	13.70	131.30	34.80	13.60	-10.90	-9.80	-12.50	-7.50	36.60	31.20	65.00	32.30	33.60	1
9	12-Jul-04	9.00	1.85	-10.50	13.80	127.00	35.80	13.80	-10.20	-9.40	-10.60	-6.30	35.90	28.70	65.10	32.30	34.10	2
10	12-Jul-04	10.00	2.00	-9.40	14.40	128.30	37.60	14.20	-9.50	-8.50	-9.40	-6.40	36.20	30.00	72.30	32.50	34.90	2
11	12-Jul-04	13.00	1.70	-11.10	13.80	131.80	35.30	13.70	-10.40	-9.30	-11.90	-6.90	37.10	31.70	73.20	32.00	35.10	2
12	12-Jul-04	14.00	1.60	-11.60	13.80	131.30	35.00	13.60	-10.50	-9.60	-12.60	-7.00	37.20	31.40	65.10	32.00	33.80	2
13	13-Jul-04	9.00	2.10	-5.80	14.40	126.70	36.90	14.30	-7.50	-6.80	-6.40	-7.40	35.90	28.70	64.50	32.40	34.20	3
14	13-Jul-04	10.00	1.95	-9.40	13.90	127.50	36.30	13.90	-9.70	-8.90	-9.80	-7.30	36.00	29.20	67.20	32.40	34.10	3
15	13-Jul-04	13.00	1.80	-11.10	13.80	127.60	34.00	13.80	-11.10	-10.30	-10.80	-7.80	34.70	30.90	67.10	32.40	32.50	3
16	13-Jul-04	14.00	1.80	-11.10	13.80	124.30	34.10	13.70	-8.40	-7.30	-11.10	-7.90	34.20	30.80	67.20	31.00	32.80	3
17	14-Jul-04	9.00	1.70	-11.10	13.90	131.80	35.30	13.70	-10.00	-9.10	-11.70	-7.90	37.70	31.90	72.40	31.20	32.80	4
18	14-Jul-04	10.00	1.60	-11.60	13.70	131.30	34.80	13.60	-10.90	-9.80	-12.40	-6.40	36.60	31.20	65.10	31.30	32.10	4
19	14-Jul-04	13.00	1.50	-12.90	13.20	133.30	33.10	13.20	-10.90	-10.20	-13.20	-7.80	30.00	26.30	63.30	30.10	31.10	4
20	14-Jul-04	14.00	1.30	-13.60	13.10	133.10	32.60	13.10	-12.60	-11.60	-14.30	-8.30	29.50	25.80	67.00	30.20	30.60	4

ตารางที่ ก5 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถึง แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่งที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. Celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius			Temp. Deg. celsius	High pressure side		Low pressure side	Inlet	
21	15-Jul-04	9.00	1.80	-10.40	13.80	127.60	34.00	13.80	-11.10	-10.30	-11.10	-6.80	37.00	30.90	69.30	30.90	31.20	5
22	15-Jul-04	10.00	2.00	-9.20	14.00	125.30	35.10	13.90	-7.40	-6.30	-9.30	-7.30	37.10	31.80	69.10	31.50	32.30	5
23	15-Jul-04	13.00	1.90	-10.20	13.80	127.70	35.00	13.80	-8.50	-7.80	-10.20	-7.00	35.00	31.60	68.40	31.60	32.10	5
24	15-Jul-04	14.00	1.95	-9.40	14.20	122.50	35.60	14.00	-7.10	-5.90	-9.70	-6.60	34.90	30.80	68.50	31.20	32.30	5
25	16-Jul-04	9.00	1.80	-10.80	13.80	129.20	34.50	13.80	-9.30	-7.80	-11.00	-7.30	35.20	29.40	71.70	30.30	31.20	6
26	16-Jul-04	10.00	1.90	-10.00	13.90	129.10	35.10	13.90	-8.30	-6.70	-10.10	-6.20	36.50	30.30	67.60	30.10	31.60	6
27	16-Jul-04	13.00	1.70	-11.60	13.60	129.50	34.90	13.60	-12.10	-11.10	-11.90	-7.30	34.00	30.60	67.80	30.20	31.50	6
28	16-Jul-04	14.00	1.70	-11.60	13.70	127.10	34.40	13.70	-11.60	-10.80	-11.60	-7.80	34.20	30.40	72.20	30.30	31.60	6
29	17-Jul-04	9.00	2.10	-5.80	14.40	126.70	36.00	14.30	-7.50	-6.80	-6.80	-6.30	35.90	28.70	69.60	31.50	31.10	7
30	17-Jul-04	10.00	2.00	-3.70	14.40	128.30	36.60	14.20	-6.20	-5.50	-8.90	-6.20	36.20	30.00	69.60	32.10	33.60	7
31	17-Jul-04	13.00	1.70	-11.10	13.90	131.80	35.30	13.70	-10.00	-9.10	-11.60	-6.10	37.70	31.90	64.70	31.90	33.40	7
32	17-Jul-04	14.00	1.60	-11.60	13.70	131.30	34.80	13.60	-10.90	-9.80	-12.50	-5.80	36.60	31.20	69.40	31.10	33.10	7
33	18-Jul-04	9.00	1.85	-7.60	13.80	127.00	35.50	13.80	-10.20	-9.40	-8.70	-8.20	35.90	28.70	64.30	31.20	33.20	8
34	18-Jul-04	10.00	2.00	-6.70	14.40	128.30	36.70	14.20	-6.20	-5.50	-7.60	-7.90	36.20	30.00	66.70	31.80	33.20	8
35	18-Jul-04	13.00	1.70	-11.10	13.90	131.80	35.30	13.70	-10.00	-9.10	-11.70	-6.20	37.70	31.90	72.40	31.80	33.50	8
36	18-Jul-04	14.00	1.60	-11.60	13.70	131.30	34.80	13.60	-10.90	-9.80	-12.40	-7.50	36.60	31.20	65.10	32.10	34.10	8
37	19-Jul-04	9.00	2.10	-5.80	14.40	126.70	35.90	14.30	-7.50	-6.80	-7.30	-6.40	35.90	28.70	65.40	32.10	33.80	9
38	19-Jul-04	10.00	1.95	-9.10	13.90	127.50	35.20	13.90	-9.70	-8.90	-9.30	-6.70	36.00	29.20	67.20	32.40	33.50	9
39	19-Jul-04	13.00	1.80	-10.40	13.80	127.60	34.00	13.80	-11.10	-10.30	-10.90	-6.80	34.70	30.90	64.10	30.30	30.90	9

ตารางที่ ก5 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งที่ 3 แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่งที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius			Temp. Deg. celsius	High pressure side		Low pressure side	Inlet	
40	19-Jul-04	14.00	1.80	-10.60	13.80	124.30	34.10	13.70	-8.40	-7.30	-10.80	-6.90	34.20	30.80	67.20	30.10	31.20	9
41	20-Jul-04	9.00	1.50	-12.90	13.20	133.30	33.10	13.20	-10.90	-10.20	-13.30	-8.20	32.30	26.30	72.00	30.50	31.50	10
42	20-Jul-04	10.00	1.50	-12.60	13.30	134.10	33.60	13.30	-11.60	-10.60	-13.00	-8.00	32.40	26.80	78.40	30.20	31.40	10
43	20-Jul-04	13.00	1.50	-12.90	13.20	133.30	33.10	13.20	-10.90	-10.20	-13.40	-8.30	30.00	26.30	63.30	30.10	30.90	10
44	20-Jul-04	14.00	1.30	-13.60	13.10	133.10	32.60	13.10	-12.60	-11.60	-14.10	-6.20	29.50	25.80	68.50	30.20	30.60	10
45	21-Jul-04	9.00	1.80	-10.40	13.80	127.60	34.00	13.80	-11.10	-10.30	-11.10	-7.50	37.00	30.90	68.40	30.40	30.60	11
46	21-Jul-04	10.00	2.00	-9.20	14.00	125.30	35.10	13.90	-7.40	-6.30	-9.30	-8.00	37.10	31.80	64.90	30.60	31.60	11
47	21-Jul-04	13.00	1.90	-9.90	13.80	127.70	35.00	13.80	-8.50	-7.80	-10.00	-7.90	35.00	31.60	69.80	30.20	31.80	11
48	21-Jul-04	14.00	1.95	-9.70	14.20	122.50	35.60	14.00	-7.10	-5.90	-9.70	-8.00	34.90	30.80	64.00	30.90	32.10	11
49	22-Jul-04	9.00	1.80	-10.50	13.50	129.70	33.90	13.40	-7.80	-7.20	-10.90	-6.90	29.60	22.70	71.20	30.80	32.40	0
50	22-Jul-04	10.00	1.90	-9.60	13.50	127.20	33.20	13.40	-7.90	-5.90	-9.70	-7.40	30.10	23.80	63.20	31.10	32.20	0
51	22-Jul-04	13.00	1.70	-11.40	13.70	130.50	33.80	13.60	-7.90	-6.00	-11.80	-7.00	25.30	22.20	67.80	31.60	32.50	0
52	22-Jul-04	14.00	1.60	-12.70	13.60	130.30	33.50	13.50	-9.20	-8.30	-12.70	-6.50	24.00	21.70	67.50	31.20	32.30	0
53	23-Jul-04	9.00	1.85	-10.60	14.00	130.90	33.80	13.80	-9.10	-8.10	-10.60	-6.20	33.00	25.70	67.80	31.50	32.10	1
54	23-Jul-04	10.00	2.00	-9.10	14.10	130.80	35.10	13.90	-10.40	-9.60	-9.40	-7.30	29.20	25.10	81.00	31.40	32.20	1
55	23-Jul-04	13.00	1.85	-10.50	13.80	126.90	34.50	13.70	-7.50	-6.10	10.90	-7.80	30.20	26.20	68.20	31.70	32.90	1
56	23-Jul-04	14.00	1.70	-11.50	13.60	124.90	34.20	13.60	-8.10	-6.90	-11.70	-7.90	30.50	24.40	69.60	31.20	33.10	1
57	24-Jul-04	9.00	2.10	-8.40	14.30	124.40	35.10	14.10	-6.70	-5.20	-8.60	-6.00	36.00	29.20	75.50	31.10	33.10	2
58	24-Jul-04	10.00	2.15	-8.10	14.40	128.70	35.80	14.20	-8.80	-7.60	-8.20	-6.30	37.00	31.50	77.00	31.50	33.30	2

ตารางที่ ก5 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งที่ 3 แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่งที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius		High pressure side	Low pressure side		Inlet	Outlet	
59	24-Jul-04	13.00	2.00	-7.90	13.80	123.20	35.20	13.80	-6.80	-6.20	-8.80	-6.20	27.40	26.00	88.40	31.40	33.10	2
60	24-Jul-04	14.00	1.90	-9.80	13.70	124.70	34.80	13.70	-8.10	-7.30	-10.00	-5.80	28.20	25.50	81.70	31.60	33.60	2
61	25-Jul-04	9.00	1.80	-10.80	13.60	126.80	34.30	13.50	-8.50	-8.20	-11.10	-8.10	33.00	26.40	72.10	31.60	33.40	3
62	25-Jul-04	10.00	1.90	-10.10	13.80	129.50	34.70	13.60	-8.30	-7.70	-10.20	-6.20	31.20	27.60	68.30	31.90	33.40	3
63	25-Jul-04	13.00	1.80	-10.00	13.80	125.60	34.40	13.80	-7.70	-7.00	-11.10	-7.30	31.00	29.20	67.90	31.80	33.20	3
64	25-Jul-04	14.00	1.70	-10.70	13.70	127.10	33.80	13.60	-8.40	-7.40	-11.80	-8.00	31.60	28.80	66.50	31.40	33.00	3
65	26-Jul-04	9.00	1.70	-11.40	13.60	129.50	34.90	13.60	-12.10	-11.10	-11.90	-6.50	36.30	30.60	63.20	31.10	33.10	4
66	26-Jul-04	10.00	1.90	-9.60	13.90	128.10	35.40	13.90	-10.60	-9.80	-10.10	-6.40	37.10	31.40	67.90	32.60	32.70	4
67	26-Jul-04	13.00	1.70	-11.60	13.60	129.50	34.90	13.60	-12.10	-11.10	-11.80	-6.90	34.00	30.60	65.20	32.00	32.30	4
68	26-Jul-04	14.00	1.70	-11.80	13.70	127.10	34.40	13.70	-11.60	-10.80	-11.90	-7.00	34.20	30.40	66.20	31.60	32.00	4
69	27-Jul-04	9.00	1.85	-10.10	13.80	126.90	34.50	13.70	-7.50	-6.10	-10.60	-8.20	32.50	26.20	83.50	31.10	31.50	5
70	27-Jul-04	10.00	1.90	-9.30	13.70	127.30	34.80	13.60	-8.00	-7.70	-9.50	-7.90	33.10	26.90	81.70	31.30	31.60	5
71	27-Jul-04	13.00	1.80	-11.00	13.70	125.40	34.70	13.70	-7.60	-6.40	-11.00	-6.20	31.00	24.90	78.30	31.50	31.70	5
72	27-Jul-04	14.00	1.80	-9.80	13.70	124.70	34.80	13.70	-8.10	-7.30	-10.00	-7.90	28.20	25.50	83.90	31.60	31.80	5
73	28-Jul-04	9.00	1.90	-9.80	13.90	123.30	34.20	13.80	-7.00	-6.40	-6.70	-8.00	31.40	25.10	78.80	30.80	31.20	6
74	28-Jul-04	10.00	2.10	-8.60	14.00	123.80	35.50	13.90	-6.20	-5.30	-8.30	-8.10	31.60	26.40	76.90	30.20	32.20	6
75	28-Jul-04	13.00	2.10	-8.40	14.00	122.90	35.50	13.90	-7.30	-6.10	-7.70	-7.60	29.40	27.60	74.20	30.60	32.10	6
76	28-Jul-04	14.00	2.00	-9.30	13.90	127.20	34.80	13.80	-8.20	-7.40	-9.30	-8.10	30.40	27.70	71.50	30.40	31.60	6
77	29-Jul-04	9.00	1.90	-10.10	13.90	133.60	34.90	13.80	-10.40	-9.40	-10.10	-7.00	34.60	28.70	70.60	30.40	32.10	7

ตารางที่ ก5 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถึง แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่งที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius			Temp. Deg. celsius	High pressure side		Low pressure side	Inlet	
78	29-Jul-04	10.00	1.90	-9.10	13.90	128.20	34.90	13.90	-8.40	-7.60	-10.10	-7.40	32.30	27.70	72.30	30.70	32.40	7
79	29-Jul-04	13.00	1.75	-11.20	13.30	128.40	32.80	12.80	-9.70	-8.80	-11.50	-6.90	34.20	29.00	73.10	30.20	31.20	7
80	29-Jul-04	14.00	1.70	-11.50	13.70	128.90	34.00	13.40	-9.00	-8.20	-11.50	-6.20	34.50	29.10	71.40	30.50	31.90	7
81	30-Jul-04	9.00	1.80	-10.10	13.20	123.00	33.20	13.00	-8.50	-7.50	-10.80	-6.90	33.60	26.00	84.50	31.20	32.60	8
82	30-Jul-04	10.00	1.90	-9.90	13.40	126.40	33.50	13.10	-8.40	-7.60	-10.20	-7.80	30.20	24.90	83.80	31.50	32.50	8
83	30-Jul-04	13.00	2.00	-9.00	13.90	128.20	34.30	13.80	-9.30	-8.40	-9.00	-7.90	29.90	26.90	75.60	31.40	32.50	8
84	30-Jul-04	14.00	1.90	-10.00	13.70	125.60	34.20	13.70	-9.40	-8.40	-10.00	-7.60	29.60	25.70	74.50	31.40	32.90	8
85	31-Jul-04	9.00	1.85	-10.50	13.80	127.00	35.40	13.80	-10.20	-9.40	-10.50	-6.10	35.90	28.70	63.60	32.10	32.50	9
86	31-Jul-04	10.00	2.00	-9.10	14.40	128.30	36.70	14.20	-9.50	-8.50	-9.30	-6.40	36.20	30.00	65.20	32.40	33.80	9
87	31-Jul-04	13.00	1.70	-11.10	13.80	131.80	35.30	13.70	-10.40	-9.30	-11.80	-6.20	37.10	31.70	67.50	31.80	32.30	9
88	31-Jul-04	14.00	1.60	-11.60	13.80	131.30	34.80	13.60	-10.50	-9.60	-12.20	-5.70	37.20	31.40	63.30	31.30	31.90	9
89	1-Aug-04	9.00	1.80	-10.70	13.70	122.90	32.40	13.60	-7.20	-6.50	-9.00	-6.20	33.90	25.70	63.80	30.20	32.60	10
90	1-Aug-04	10.00	2.10	-8.10	13.70	119.80	33.90	13.50	-6.10	-5.60	-8.30	-7.50	34.30	27.40	65.10	30.10	32.50	10
91	1-Aug-04	13.00	1.80	-11.00	14.00	127.80	34.40	13.80	-9.70	-8.90	-11.00	-7.80	33.90	28.70	64.50	30.80	32.90	10
92	1-Aug-04	14.00	1.70	-11.40	13.70	125.80	34.10	13.70	-9.90	-9.10	-11.60	-8.10	32.60	27.70	67.90	30.60	31.50	10
93	2-Aug-04	9.00	1.90	-9.10	14.00	124.80	33.60	13.90	-6.80	-6.50	-10.20	-6.20	33.90	27.90	73.60	30.70	30.20	11
94	2-Aug-04	10.00	2.00	-9.20	14.00	127.10	34.60	13.90	-7.20	-6.80	-9.20	-6.50	35.70	30.00	69.00	30.60	31.00	11
95	2-Aug-04	13.00	1.80	-10.70	13.80	130.80	35.30	13.70	-10.10	-9.00	-10.90	-7.00	34.20	29.60	67.10	31.50	31.80	11
96	2-Aug-04	14.00	1.70	-11.70	13.70	127.20	34.70	13.65	-10.80	-9.90	-11.70	-7.00	33.60	28.80	63.10	30.70	31.20	11

ตารางที่ ก5 ข้อมูลอุณหภูมิ , ความดัน และ ความชื้น ของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	ตำแหน่งที่ 1		ตำแหน่งที่ 2		ตำแหน่งถึง แอมโมเนีย		ตำแหน่งที่ 6		ตำแหน่งที่ 8	Brine Temp.	Ambient temp. (deg. celsius)		% RH	Water pond temp. (deg. celsius)		หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Temp. Deg. celsius	Temp. Deg. celsius	Pressure kg/cm ²	Upper Temp. Deg. celsius	Lower Temp. Deg. celsius			Temp. Deg. celsius	High pressure side		Low pressure side	Inlet	
97	3-Aug-04	9.00	1.80	-10.80	13.20	126.80	32.80	13.00	-9.80	-8.80	-10.80	-8.10	33.00	26.40	67.60	29.00	29.30	12
98	3-Aug-04	10.00	1.90	-9.40	13.40	127.70	34.30	13.20	-8.50	-7.40	-10.20	-6.20	32.10	29.40	67.90	30.40	30.70	12
99	3-Aug-04	13.00	1.80	-9.70	13.40	127.70	33.80	13.20	-9.20	-8.00	-10.60	-7.90	33.30	29.90	64.70	30.00	30.30	12
100	3-Aug-04	14.00	1.70	-10.40	13.20	127.30	33.10	13.00	-9.60	-8.40	-10.50	-8.40	32.40	29.70	65.70	29.50	29.70	12
101	4-Aug-04	9.00	1.80	-11.10	13.30	123.40	32.30	13.20	-9.70	-8.80	-11.10	-8.10	34.20	26.70	68.10	29.40	31.20	0
102	4-Aug-04	10.00	1.90	-10.20	13.40	127.90	33.50	13.30	-8.90	-7.80	-10.20	-7.80	35.60	28.80	62.10	30.30	32.40	0
103	4-Aug-04	13.00	1.80	-11.00	13.40	125.90	33.70	13.20	-8.70	-7.70	-11.10	-7.70	33.00	30.30	67.40	30.20	32.90	0
104	4-Aug-04	14.00	1.70	-11.50	13.70	128.90	34.00	13.40	-9.00	-8.20	-11.70	-8.20	34.50	29.10	67.00	31.60	32.80	0

หมายเหตุ “ตำแหน่ง” ตามรูปที่ ก1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูฝน

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 2 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ความดัน)
			rpm	V	A	KW	P.F.	V	A	KW	P.F.	V	A	KW	P.F.	V	A	KW	P.F.	V	A	KW	P.F.	
1	10-ก.ค.-04	9.00	738.60	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	0
2	10-ก.ค.-04	10.00	739.40	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	0
3	10-ก.ค.-04	13.00	740.30	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	0
4	10-ก.ค.-04	14.00	740.60	417.00	225.00	163.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	0
5	11-ก.ค.-04	9.00	737.10	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	1
6	11-ก.ค.-04	10.00	739.40	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	1
7	11-ก.ค.-04	13.00	740.30	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	1
8	11-ก.ค.-04	14.00	740.60	417.00	225.00	163.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	1
9	12-ก.ค.-04	9.00	737.10	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	2
10	12-ก.ค.-04	10.00	739.40	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	2
11	12-ก.ค.-04	13.00	740.60	417.00	225.00	163.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	2
12	12-ก.ค.-04	14.00	740.30	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	2
13	13-ก.ค.-04	9.00	737.10	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	3
14	13-ก.ค.-04	10.00	737.10	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	3
15	13-ก.ค.-04	13.00	741.10	416.00	310.00	200.00	0.91	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	3
16	13-ก.ค.-04	14.00	740.40	416.00	294.00	180.00	0.89	416.00	22.50	13.00	0.80	390.00	18.00	8.92	0.73	418.00	12.60	6.40	0.72	419.00	10.90	6.10	0.75	3
17	14-ก.ค.-04	9.00	740.20	417.00	272.00	179.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.81	417.00	18.60	9.84	0.77	420.00	12.50	5.90	0.69	421.00	12.70	6.50	0.79	4
18	14-ก.ค.-04	10.00	740.40	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.75	421.00	12.50	5.90	0.69	420.00	12.50	6.33	0.75	4
19	14-ก.ค.-04	13.00	740.20	417.00	272.00	179.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.81	417.00	18.60	9.84	0.77	420.00	12.50	5.90	0.69	421.00	12.70	6.50	0.79	4
20	14-ก.ค.-04	14.00	740.40	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.75	421.00	12.50	5.90	0.69	420.00	12.50	6.33	0.75	4
21	15-ก.ค.-04	9.00	741.10	416.00	310.00	200.00	0.91	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	5
22	15-ก.ค.-04	10.00	740.40	416.00	294.00	180.00	0.89	416.00	22.50	13.00	0.80	390.00	18.00	8.92	0.73	418.00	12.60	6.40	0.72	419.00	10.90	6.10	0.75	5
23	15-ก.ค.-04	13.00	737.90	416.00	310.00	200.00	0.91	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	5
24	15-ก.ค.-04	14.00	738.50	416.00	313.00	203.00	0.90	416.00	22.60	13.10	0.80	390.00	18.40	8.99	0.76	418.00	12.40	6.19	0.69	419.00	11.10	6.30	0.77	5
25	16-ก.ค.-04	9.00	739.50	413.00	293.00	190.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	6
26	16-ก.ค.-04	10.00	739.40	411.00	292.00	189.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	6

ตารางที่ 6 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 2 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	
27	16-ก.ค.-04	13.00	740.40	413.00	294.00	198.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	6
28	16-ก.ค.-04	14.00	741.10	411.00	295.00	197.00	0.91	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	6
29	17-ก.ค.-04	9.00	737.10	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	7
30	17-ก.ค.-04	10.00	739.40	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	7
31	17-ก.ค.-04	13.00	740.30	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	7
32	17-ก.ค.-04	14.00	740.60	417.00	225.00	163.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	7
33	18-ก.ค.-04	9.00	737.10	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	8
34	18-ก.ค.-04	10.00	739.40	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	8
35	18-ก.ค.-04	13.00	740.30	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	8
36	18-ก.ค.-04	14.00	740.60	417.00	225.00	163.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	8
37	19-ก.ค.-04	9.00	737.10	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	9
38	19-ก.ค.-04	10.00	737.10	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	9
39	19-ก.ค.-04	13.00	741.10	416.00	310.00	200.00	0.91	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	9
40	19-ก.ค.-04	14.00	740.40	416.00	294.00	180.00	0.89	416.00	22.50	13.00	0.80	390.00	18.00	8.92	0.73	418.00	12.60	6.40	0.72	419.00	10.90	6.10	0.75	9
41	20-ก.ค.-04	9.00	740.20	417.00	272.00	179.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.81	417.00	18.60	9.84	0.77	420.00	12.50	5.90	0.69	421.00	12.70	6.50	0.79	10
42	20-ก.ค.-04	10.00	740.40	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.75	421.00	12.50	5.90	0.69	420.00	12.50	6.33	0.75	10
43	20-ก.ค.-04	13.00	740.20	417.00	272.00	179.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.81	417.00	18.60	9.84	0.77	420.00	12.50	5.90	0.69	421.00	12.70	6.50	0.79	10
44	20-ก.ค.-04	14.00	740.40	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.75	421.00	12.50	5.90	0.69	420.00	12.50	6.33	0.75	10
45	21-ก.ค.-04	9.00	741.10	416.00	310.00	200.00	0.91	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	11
46	21-ก.ค.-04	10.00	740.40	416.00	294.00	180.00	0.89	416.00	22.50	13.00	0.80	390.00	18.00	8.92	0.73	418.00	12.60	6.40	0.72	419.00	10.90	6.10	0.75	11
47	21-ก.ค.-04	13.00	737.90	416.00	310.00	200.00	0.91	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	11
48	21-ก.ค.-04	14.00	738.50	416.00	313.00	203.00	0.90	416.00	22.60	13.10	0.80	390.00	18.40	8.99	0.76	418.00	12.40	6.19	0.69	419.00	11.10	6.30	0.77	11
49	22-ก.ค.-04	9.00	739.50	413.00	293.00	190.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	0
50	22-ก.ค.-04	10.00	739.40	411.00	292.00	189.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	0
51	22-ก.ค.-04	13.00	740.40	413.00	294.00	198.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	0

ตารางที่ 66 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 2 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	
52	22-ก.ค.-04	14.00	741.10	411.00	295.00	197.00	0.91	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	0
53	23-ก.ค.-04	9.00	739.50	411.00	297.00	199.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	1
54	23-ก.ค.-04	10.00	740.10	411.00	299.00	197.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	1
55	23-ก.ค.-04	13.00	740.30	411.00	300.00	193.00	0.90	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	1
56	23-ก.ค.-04	14.00	739.80	411.00	301.00	194.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	1
57	24-ก.ค.-04	9.00	739.80	413.00	312.00	202.00	0.91	413.00	22.20	13.40	0.84	411.00	17.90	9.48	0.73	412.00	11.70	5.71	0.69	412.00	11.10	6.40	0.78	2
58	24-ก.ค.-04	10.00	739.70	412.00	312.00	201.00	0.90	412.00	22.10	13.20	0.83	411.00	17.80	9.45	0.75	412.00	11.70	5.73	0.70	413.00	11.40	6.50	0.79	2
59	24-ก.ค.-04	13.00	737.90	411.00	300.00	195.00	0.90	412.00	21.80	12.80	0.79	413.00	17.60	9.30	0.72	413.00	11.40	5.60	0.66	413.00	11.00	6.30	0.75	2
60	24-ก.ค.-04	14.00	740.10	411.00	310.00	199.00	0.91	413.00	22.00	13.00	0.80	413.00	17.50	9.30	0.72	413.00	11.50	5.60	0.67	412.00	10.90	6.29	0.75	2
61	25-ก.ค.-04	9.00	740.00	414.00	261.00	184.00	0.99	411.00	21.60	12.40	0.78	411.00	17.90	9.75	0.78	415.00	12.00	5.82	0.67	415.00	11.30	6.25	0.77	3
62	25-ก.ค.-04	10.00	739.50	414.00	263.00	186.00	0.99	413.00	21.90	13.10	0.80	413.00	17.50	9.50	0.79	415.00	11.80	5.76	0.70	415.00	11.20	6.28	0.77	3
63	25-ก.ค.-04	13.00	740.40	412.00	283.00	197.00	0.94	413.00	21.70	13.40	0.80	412.00	17.80	9.30	0.77	412.00	11.40	5.61	0.68	412.00	10.80	6.34	0.74	3
64	25-ก.ค.-04	14.00	739.80	412.00	286.00	194.00	0.93	411.00	21.80	13.20	0.79	411.00	17.80	9.40	0.77	412.00	11.60	5.70	0.69	412.00	11.10	6.45	0.76	3
65	26-ก.ค.-04	9.00	740.40	413.00	294.00	198.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	4
66	26-ก.ค.-04	10.00	741.10	411.00	295.00	197.00	0.91	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	4
67	26-ก.ค.-04	13.00	740.40	413.00	294.00	198.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	4
68	26-ก.ค.-04	14.00	741.10	411.00	295.00	197.00	0.91	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	4
69	27-ก.ค.-04	9.00	740.30	411.00	300.00	193.00	0.90	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	5
70	27-ก.ค.-04	10.00	740.00	414.00	261.00	184.00	0.99	411.00	21.60	12.40	0.78	411.00	17.90	9.75	0.78	415.00	12.00	5.82	0.67	415.00	11.30	6.25	0.77	5
71	27-ก.ค.-04	13.00	739.80	411.00	301.00	194.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	5
72	27-ก.ค.-04	14.00	740.10	411.00	310.00	199.00	0.91	413.00	22.00	13.00	0.80	413.00	17.50	9.30	0.72	413.00	11.50	5.60	0.67	412.00	10.90	6.29	0.75	5
73	28-ก.ค.-04	9.00	739.80	417.00	275.00	196.00	0.99	419.00	23.20	13.40	0.79	418.00	18.50	9.46	0.71	417.00	12.30	5.90	0.66	417.00	11.40	6.34	0.77	6
74	28-ก.ค.-04	10.00	739.80	416.00	277.00	196.00	0.98	418.00	22.70	13.20	0.78	418.00	18.60	9.46	0.72	418.00	12.00	5.78	0.65	419.00	11.60	6.75	0.78	6
75	28-ก.ค.-04	13.00	739.50	419.00	280.00	199.00	0.98	419.00	23.10	13.40	0.79	418.00	18.50	9.60	0.73	418.00	12.20	5.82	0.67	418.00	11.60	6.85	0.80	6
76	28-ก.ค.-04	14.00	740.10	418.00	277.00	197.00	0.99	418.00	23.00	13.00	0.80	419.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	11.50	6.33	0.75	6

ตารางที่ 66 ข้อมูลความเร็วรอบเครื่องอัดไอและปริมาณทางไฟฟ้าของช่วงฤดูฝน

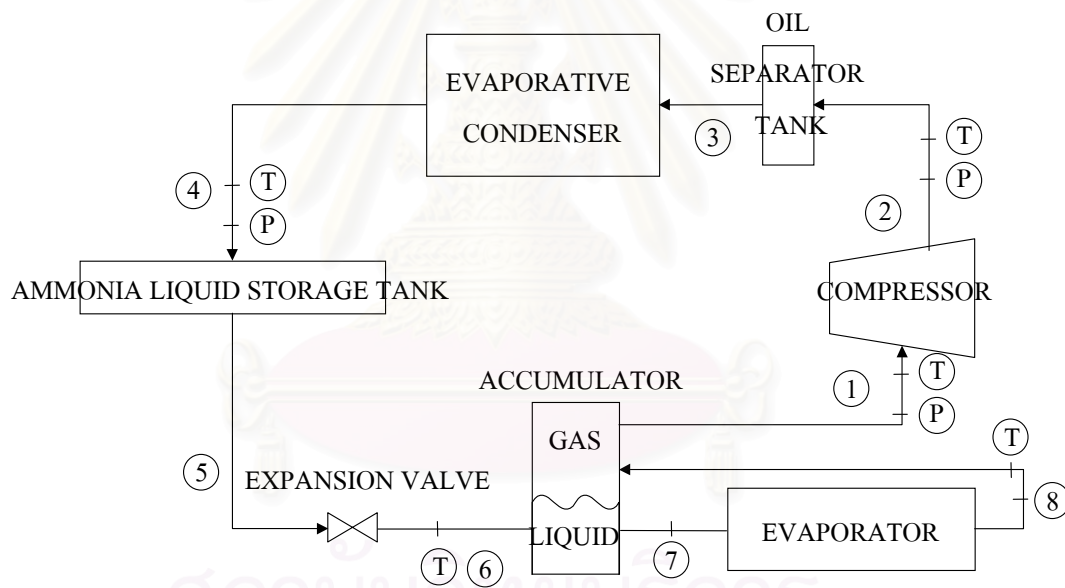
(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Compressor speed	Compressor Motor Data				Pump 1 Motor Data				Pump 2 Motor Data				Circulation Motor 1 Data				Circulation Motor 2 Data				หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			rpm	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	V	A	kW	P.F.	
77	29-ก.ค.-04	9.00	740.60	415.00	257.00	190.00	0.98	418.00	23.30	13.60	0.81	418.00	18.10	9.31	0.75	420.00	12.30	5.80	0.63	420.00	11.40	6.57	0.75	7
78	29-ก.ค.-04	10.00	739.80	417.00	265.00	194.00	0.99	418.00	23.10	13.70	0.82	418.00	17.80	9.44	0.76	417.00	12.10	5.75	0.64	418.00	11.40	6.51	0.74	7
79	29-ก.ค.-04	13.00	740.50	421.00	259.00	187.00	0.99	419.00	23.60	13.70	0.80	419.00	18.20	9.64	0.75	420.00	12.50	6.12	0.67	421.00	11.30	6.27	0.71	7
80	29-ก.ค.-04	14.00	739.30	417.00	260.00	185.00	0.99	418.00	23.40	13.50	0.82	418.00	17.60	9.56	0.78	416.00	12.20	5.94	0.68	416.00	11.30	6.34	0.78	7
81	30-ก.ค.-04	9.00	739.40	418.00	257.00	190.00	0.98	419.00	23.10	13.40	0.79	418.00	18.50	9.60	0.73	418.00	12.20	5.82	0.67	418.00	11.60	6.85	0.80	8
82	30-ก.ค.-04	10.00	740.90	417.00	261.00	184.00	0.99	418.00	23.30	13.60	0.81	418.00	18.10	9.31	0.75	420.00	12.30	5.80	0.63	420.00	11.40	6.57	0.75	8
83	30-ก.ค.-04	13.00	740.10	416.00	258.00	184.00	0.99	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.79	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	11.50	6.33	0.75	8
84	30-ก.ค.-04	14.00	740.30	418.00	256.00	183.00	0.99	419.00	23.20	13.40	0.79	418.00	18.50	9.46	0.71	417.00	12.30	5.90	0.66	417.00	11.40	6.34	0.77	8
85	31-ก.ค.-04	9.00	737.10	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	9
86	31-ก.ค.-04	10.00	739.40	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	9
87	31-ก.ค.-04	13.00	740.60	417.00	267.00	163.00	0.90	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	9
88	31-ก.ค.-04	14.00	740.30	416.00	272.00	175.00	0.89	416.00	21.70	12.50	0.80	417.00	18.50	9.76	0.73	421.00	12.50	5.90	0.65	420.00	12.50	6.33	0.75	9
89	1-ส.ค.-04	9.00	740.10	417.00	276.00	185.00	0.93	417.00	22.20	12.70	0.79	417.00	17.90	9.70	0.75	418.00	12.40	5.93	0.66	418.00	12.10	6.40	0.73	10
90	1-ส.ค.-04	10.00	738.70	417.00	270.00	187.00	0.91	418.00	22.40	12.50	0.77	418.00	17.50	9.12	0.72	418.00	12.20	5.83	0.66	418.00	11.40	6.03	0.73	10
91	1-ส.ค.-04	13.00	739.80	418.00	265.00	178.00	0.93	416.00	22.60	13.00	0.80	416.00	17.90	9.80	0.76	416.00	12.10	5.93	0.68	417.00	12.40	6.63	0.74	10
92	1-ส.ค.-04	14.00	738.90	418.00	273.00	184.00	0.93	416.00	23.10	12.60	0.76	416.00	17.50	9.20	0.73	417.00	12.20	5.99	0.68	417.00	11.90	6.45	0.75	10
93	2-ส.ค.-04	9.00	740.00	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	11
94	2-ส.ค.-04	10.00	739.80	416.00	310.00	200.00	0.91	416.00	21.90	12.80	0.78	390.00	18.60	9.10	0.75	418.00	12.40	6.21	0.70	419.00	11.10	6.30	0.77	11
95	2-ส.ค.-04	13.00	738.90	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	11
96	2-ส.ค.-04	14.00	740.20	417.00	306.00	200.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	11
97	3-ส.ค.-04	9.00	740.20	411.00	301.00	194.00	0.91	412.00	22.10	10.80	0.68	416.00	17.80	9.64	0.75	418.00	11.50	5.76	0.69	418.00	10.90	6.28	0.79	12
98	3-ส.ค.-04	10.00	739.50	413.00	312.00	202.00	0.91	413.00	22.20	13.40	0.84	411.00	17.90	9.48	0.73	412.00	11.70	5.71	0.69	412.00	11.10	6.40	0.78	12
99	3-ส.ค.-04	13.00	739.70	412.00	312.00	201.00	0.90	412.00	22.10	13.20	0.83	411.00	17.80	9.45	0.75	412.00	11.70	5.73	0.70	413.00	11.40	6.50	0.79	12
100	3-ส.ค.-04	14.00	740.10	411.00	300.00	195.00	0.90	412.00	21.80	12.80	0.79	413.00	17.60	9.30	0.72	413.00	11.40	5.60	0.66	413.00	11.00	6.30	0.75	12
101	4-ส.ค.-04	9.00	740.30	411.00	310.00	199.00	0.91	413.00	22.00	13.00	0.80	413.00	17.50	9.30	0.72	413.00	11.50	5.60	0.67	412.00	10.90	6.29	0.75	0
102	4-ส.ค.-04	10.00	740.60	414.00	261.00	184.00	0.99	411.00	21.60	12.40	0.78	411.00	17.90	9.75	0.78	415.00	12.00	5.82	0.67	415.00	11.30	6.25	0.77	0
103	4-ส.ค.-04	13.00	740.10	414.00	263.00	186.00	0.99	413.00	21.90	13.10	0.80	413.00	17.50	9.50	0.79	415.00	11.80	5.76	0.70	415.00	11.20	6.28	0.77	0
104	4-ส.ค.-04	14.00	739.30	412.00	283.00	197.00	0.94	413.00	21.70	13.40	0.80	412.00	17.80	9.30	0.77	412.00	11.40	5.61	0.68	412.00	10.80	6.34	0.74	0

ภาคผนวก ข

ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียที่แต่ละตำแหน่ง

เมื่อได้ข้อมูลจากภาคผนวก ก แล้ว นำข้อมูลเหล่านั้นมาเปิดตารางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นแอมโมเนีย เพื่อหาค่าคุณสมบัติสำหรับแต่ละครั้งและแต่ละตำแหน่ง ตำแหน่งต่างๆ อ้างอิงตามรูป ข1 ดังต่อไปนี้



รูป ข1 แสดงตำแหน่งอ้างอิงสำหรับภาคผนวก ข

ตารางที่ ข1 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูหนาว ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
1	13-พ.ย.-03	9.00	292.55	-9.40	0.44	1,341.00	1,466.10	5.82	1.00	1,464.45	127.50	0.13	1,553.00	1,739.00	5.89	1.00	1,464.45	127.50	0.13	1,553.00	1,739.00	5.89	1.00	0
2	13-พ.ย.-03	14.00	287.65	-4.00	0.44	1,341.00	1,466.00	5.82	1.00	1,405.61	129.00	0.13	1,557.00	1,744.00	5.92	1.00	1,405.61	129.00	0.13	1,557.00	1,744.00	5.92	1.00	0
3	23-พ.ย.-03	9.00	302.36	-5.10	0.41	1,338.00	1,462.00	5.78	1.00	1,474.25	129.50	0.13	1,557.00	1,744.00	5.90	1.00	1,474.25	129.50	0.13	1,557.00	1,744.00	5.90	1.00	0
4	23-พ.ย.-03	14.00	258.23	-11.60	0.47	1,329.00	1,450.00	5.81	1.00	1,444.83	131.30	0.13	1,561.00	1,749.00	5.92	1.00	1,444.83	131.30	0.13	1,561.00	1,749.00	5.92	1.00	0
5	24-พ.ย.-03	9.00	307.26	-7.10	0.40	1,333.00	1,456.00	5.75	1.00	1,444.83	123.40	0.13	1,546.00	1,729.00	5.87	1.00	1,444.83	123.40	0.13	1,546.00	1,729.00	5.87	1.00	1
6	24-พ.ย.-03	14.00	258.23	-11.60	0.47	1,329.00	1,450.00	5.81	1.00	1,454.64	131.30	0.13	1,561.00	1,749.00	5.92	1.00	1,454.64	131.30	0.13	1,561.00	1,749.00	5.92	1.00	1
7	25-พ.ย.-03	9.00	292.55	-9.40	0.42	1,330.00	1,452.00	5.76	1.00	1,464.45	127.50	0.13	1,553.00	1,739.00	5.89	1.00	1,464.45	127.50	0.13	1,553.00	1,739.00	5.89	1.00	2
8	25-พ.ย.-03	14.00	277.84	-7.90	0.44	1,334.00	1,457.00	5.80	1.00	1,493.87	133.60	0.13	1,565.00	1,754.00	5.92	1.00	1,493.87	133.60	0.13	1,565.00	1,754.00	5.92	1.00	2
9	26-พ.ย.-03	9.00	297.46	-6.70	0.41	1,335.00	1,458.00	5.78	1.00	1,493.87	133.60	0.13	1,565.00	1,754.00	5.92	1.00	1,493.87	133.60	0.13	1,565.00	1,754.00	5.92	1.00	3
10	26-พ.ย.-03	14.00	228.81	-13.60	0.53	1,328.00	1,449.00	5.86	1.00	1,385.99	133.10	0.14	1,566.00	1,755.00	5.95	1.00	1,385.99	133.10	0.14	1,566.00	1,755.00	5.95	1.00	3
11	29-พ.ย.-03	9.00	277.84	-7.80	0.44	1,334.00	1,458.00	5.80	1.00	1,346.77	124.50	0.14	1,550.00	1,734.00	5.92	1.00	1,346.77	124.50	0.14	1,550.00	1,734.00	5.92	1.00	6
12	29-พ.ย.-03	14.00	287.65	-10.20	0.42	1,329.00	1,451.00	5.76	1.00	1,454.64	127.70	0.13	1,554.00	1,740.00	5.89	1.00	1,454.64	127.70	0.13	1,554.00	1,740.00	5.89	1.00	6
13	30-พ.ย.-03	9.00	277.84	-10.80	0.44	1,329.00	1,450.00	5.78	1.00	1,454.64	129.20	0.13	1,557.00	1,743.00	5.90	1.00	1,454.64	129.20	0.13	1,557.00	1,743.00	5.90	1.00	7
14	30-พ.ย.-03	14.00	277.84	-7.40	0.44	1,335.00	1,459.00	5.81	1.00	1,385.99	127.40	0.13	1,555.00	1,741.00	5.92	1.00	1,385.99	127.40	0.13	1,555.00	1,741.00	5.92	1.00	7
15	1-ธ.ค.-03	9.00	277.84	-7.90	0.44	1,334.00	1,457.00	5.80	1.00	1,385.99	125.90	0.13	1,552.00	1,737.00	5.91	1.00	1,385.99	125.90	0.13	1,552.00	1,737.00	5.91	1.00	8
16	1-ธ.ค.-03	14.00	258.23	-11.60	0.47	1,329.00	1,450.00	5.81	1.00	1,444.83	131.30	0.13	1,561.00	1,749.00	5.92	1.00	1,444.83	131.30	0.13	1,561.00	1,749.00	5.92	1.00	8
17	2-ธ.ค.-03	9.00	287.65	-7.60	0.43	1,334.00	1,457.00	5.79	1.00	1,361.48	123.10	0.14	1,547.00	1,730.00	5.90	1.00	1,361.48	123.10	0.14	1,547.00	1,730.00	5.90	1.00	9
18	2-ธ.ค.-03	14.00	258.23	-11.60	0.47	1,329.00	1,450.00	5.81	1.00	1,444.83	131.30	0.13	1,561.00	1,749.00	5.92	1.00	1,444.83	131.30	0.13	1,561.00	1,749.00	5.92	1.00	9
19	3-ธ.ค.-03	9.00	307.26	-5.80	0.40	1,336.00	1,460.00	5.77	1.00	1,513.48	126.70	0.12	1,551.00	1,736.00	5.86	1.00	1,513.48	126.70	0.12	1,551.00	1,736.00	5.86	1.00	10
20	3-ธ.ค.-03	14.00	317.07	-3.40	0.39	1,340.00	1,465.00	5.77	1.00	1,415.41	120.80	0.13	1,541.00	1,723.00	5.86	1.00	1,415.41	120.80	0.13	1,541.00	1,723.00	5.86	1.00	10
21	4-ธ.ค.-03	9.00	248.42	-12.90	0.49	1,327.00	1,448.00	5.82	1.00	1,395.80	133.30	0.14	1,566.00	1,755.00	5.95	1.00	1,395.80	133.30	0.14	1,566.00	1,755.00	5.95	1.00	11

ตารางที่ ข1 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูหนาว ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ความเย็น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
22	4-ธ.ค.-03	14.00	258.23	-8.70	0.48	1,334.00	1,457.00	5.84	1.00	1,366.38	131.10	0.14	1,562.00	1,750.00	5.95	1.00	1,366.38	131.10	0.14	1,562.00	1,750.00	5.95	1.00	11
23	5-ธ.ค.-03	9.00	287.65	-7.20	0.43	1,335.00	1,458.00	5.79	1.00	1,381.09	124.20	0.13	1,548.00	1,733.00	5.90	1.00	1,381.09	124.20	0.13	1,548.00	1,733.00	5.90	1.00	0
24	5-ธ.ค.-03	14.00	292.55	-9.70	0.42	1,330.00	1,451.00	5.76	1.00	1,493.87	122.50	0.12	1,543.00	1,725.00	5.84	1.00	1,493.87	122.50	0.12	1,543.00	1,725.00	5.84	1.00	0
25	6-ธ.ค.-03	9.00	302.36	-7.20	0.41	1,334.00	1,457.00	5.76	1.00	1,435.03	122.10	0.13	1,543.00	1,726.00	5.86	1.00	1,435.03	122.10	0.13	1,543.00	1,726.00	5.86	1.00	1
26	6-ธ.ค.-03	14.00	287.65	-9.60	0.42	1,330.00	1,452.00	5.77	1.00	1,425.22	127.20	0.13	1,553.00	1,739.00	5.90	1.00	1,425.22	127.20	0.13	1,553.00	1,739.00	5.90	1.00	1
27	8-ธ.ค.-03	9.00	297.46	-6.90	0.41	1,335.00	1,458.00	5.77	1.00	1,435.03	126.00	0.13	1,551.00	1,736.00	5.89	1.00	1,435.03	126.00	0.13	1,551.00	1,736.00	5.89	1.00	3
28	8-ธ.ค.-03	14.00	282.75	-10.50	0.43	1,329.00	1,450.00	5.77	1.00	1,454.64	126.90	0.13	1,552.00	1,738.00	5.89	1.00	1,454.64	126.90	0.13	1,552.00	1,738.00	5.89	1.00	3
29	10-ธ.ค.-03	9.00	297.46	-6.80	0.41	1,335.00	1,458.00	5.77	1.00	1,356.57	118.90	0.13	1,538.00	1,720.00	5.88	1.00	1,356.57	118.90	0.13	1,538.00	1,720.00	5.88	1.00	5
30	10-ธ.ค.-03	14.00	287.65	-9.80	0.42	1,330.00	1,452.00	5.77	1.00	1,444.83	124.70	0.13	1,548.00	1,732.00	5.88	1.00	1,444.83	124.70	0.13	1,548.00	1,732.00	5.88	1.00	5
31	12-ธ.ค.-03	9.00	297.46	-6.60	0.41	1,335.00	1,459.00	5.78	1.00	1,346.77	117.20	0.13	1,535.00	1,716.00	5.87	1.00	1,346.77	117.20	0.13	1,535.00	1,716.00	5.87	1.00	7
32	12-ธ.ค.-03	14.00	277.84	-10.00	0.44	1,330.00	1,452.00	5.78	1.00	1,454.64	125.60	0.13	1,550.00	1,734.00	5.88	1.00	1,454.64	125.60	0.13	1,550.00	1,734.00	5.88	1.00	7
33	14-ธ.ค.-03	9.00	287.65	-9.60	0.42	1,330.00	1,452.00	5.77	1.00	1,464.45	128.10	0.13	1,555.00	1,740.00	5.89	1.00	1,464.45	128.10	0.13	1,555.00	1,740.00	5.89	1.00	9
34	14-ธ.ค.-03	14.00	297.46	-6.20	0.42	1,336.00	1,460.00	5.78	1.00	1,381.09	121.90	0.13	1,544.00	1,727.00	5.88	1.00	1,381.09	121.90	0.13	1,544.00	1,727.00	5.88	1.00	9
35	15-ธ.ค.-03	9.00	258.23	-9.60	0.48	1,333.00	1,455.00	5.83	1.00	1,287.93	122.10	0.14	1,546.00	1,730.00	5.93	1.00	1,287.93	122.10	0.14	1,546.00	1,730.00	5.93	1.00	10
36	15-ธ.ค.-03	14.00	277.84	-9.80	0.44	1,331.00	1,453.00	5.79	1.00	1,444.83	124.70	0.13	1,548.00	1,732.00	5.88	1.00	1,444.83	124.70	0.13	1,548.00	1,732.00	5.88	1.00	10
37	16-ธ.ค.-03	9.00	258.23	-9.70	0.47	1,332.00	1,455.00	5.83	1.00	1,268.31	118.30	0.14	1,539.00	1,721.00	5.91	1.00	1,268.31	118.30	0.14	1,539.00	1,721.00	5.91	1.00	11
38	16-ธ.ค.-03	14.00	297.46	-9.30	0.41	1,330.00	1,452.00	5.75	1.00	1,464.45	127.20	0.13	1,553.00	1,738.00	5.89	1.00	1,464.45	127.20	0.13	1,553.00	1,738.00	5.89	1.00	11
39	17-ธ.ค.-03	9.00	287.65	-10.10	0.42	1,329.00	1,451.00	5.76	1.00	1,464.45	133.60	0.13	1,565.00	1,754.00	5.93	1.00	1,464.45	133.60	0.13	1,565.00	1,754.00	5.93	1.00	12
40	17-ธ.ค.-03	14.00	297.46	-7.60	0.41	1,333.00	1,456.00	5.77	1.00	1,287.93	115.20	0.14	1,533.00	1,713.00	5.88	1.00	1,287.93	115.20	0.14	1,533.00	1,713.00	5.88	1.00	12
41	18-ธ.ค.-03	9.00	287.65	-7.80	0.43	1,334.00	1,457.00	5.78	1.00	1,366.38	119.50	0.13	1,539.00	1,721.00	5.88	1.00	1,366.38	119.50	0.13	1,539.00	1,721.00	5.88	1.00	0
42	18-ธ.ค.-03	14.00	287.65	-10.00	0.42	1,329.00	1,451.00	5.76	1.00	1,444.83	125.60	0.13	1,550.00	1,735.00	5.88	1.00	1,444.83	125.60	0.13	1,550.00	1,735.00	5.88	1.00	0

หมายเหตุ "Position" ตามรูปที่ ข1

ตารางที่ ข2 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูหนาว ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_6 = h_5$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
1	13-พ.ย.-03	9.00	1,464.45	35.80	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	1,464.45	35.80	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	294.40	-9.70	0.07	349.50	370.00	1.65	0.17	0
2	13-พ.ย.-03	14.00	1,376.19	35.50	0.00	366.20	368.50	1.57	0.00	1,376.19	35.50	0.00	366.20	368.50	1.57	0.00	328.00	-7.00	0.06	349.00	368.50	1.64	0.17	0
3	23-พ.ย.-03	9.00	1,464.45	36.80	0.00	372.40	374.90	1.60	0.00	1,464.45	36.80	0.00	372.40	374.90	1.60	0.00	319.00	-7.70	0.06	354.50	374.90	1.66	0.13	0
4	23-พ.ย.-03	14.00	1,435.03	33.20	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	1,435.03	33.20	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	280.30	-10.90	0.07	337.60	357.30	1.61	0.16	0
5	24-พ.ย.-03	9.00	1,435.03	35.20	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	1,435.03	35.20	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	314.00	-8.10	0.06	347.30	367.10	1.63	0.17	1
6	24-พ.ย.-03	14.00	1,435.03	33.50	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	1,435.03	33.50	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	284.90	-10.50	0.07	339.10	358.80	1.61	0.16	1
7	25-พ.ย.-03	9.00	1,464.45	35.80	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	1,464.45	35.80	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	294.40	-9.70	0.07	349.50	370.00	1.65	0.16	2
8	25-พ.ย.-03	14.00	1,474.25	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1,474.25	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	305.30	-8.80	0.07	352.80	373.40	1.66	0.16	2
9	26-พ.ย.-03	9.00	1,474.25	36.20	0.00	369.40	372.00	1.59	0.00	1,474.25	36.20	0.00	369.40	372.00	1.59	0.00	319.00	-7.70	0.06	351.90	372.00	1.65	0.17	3
10	26-พ.ย.-03	14.00	1,385.99	31.80	0.00	348.20	350.50	1.52	0.00	1,385.99	31.80	0.00	348.20	350.50	1.52	0.00	261.30	-12.60	0.08	330.90	350.50	1.58	0.17	3
11	29-พ.ย.-03	9.00	1,336.96	33.80	0.00	358.00	360.20	1.55	0.00	1,336.96	33.80	0.00	358.00	360.20	1.55	0.00	312.70	-8.20	0.06	341.10	360.20	1.61	0.16	6
12	29-พ.ย.-03	14.00	1,454.64	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	1,454.64	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	309.00	-8.50	0.06	345.40	365.10	1.63	0.16	6
13	30-พ.ย.-03	9.00	1,454.64	33.70	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	1,454.64	33.70	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	299.20	-9.30	0.07	340.30	359.80	1.61	0.16	7
14	30-พ.ย.-03	14.00	1,376.19	34.70	0.00	362.30	364.60	1.56	0.00	1,376.19	34.70	0.00	362.30	364.60	1.56	0.00	306.50	-8.70	0.06	344.90	364.60	1.63	0.17	7
15	1-ธ.ค.-03	9.00	1,376.19	34.20	0.00	359.80	362.20	1.55	0.00	1,376.19	34.20	0.00	359.80	362.20	1.55	0.00	306.50	-8.70	0.06	342.70	362.20	1.62	0.16	8
16	1-ธ.ค.-03	14.00	1,435.03	33.20	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	1,435.03	33.20	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	280.30	-10.90	0.07	337.60	357.30	1.61	0.15	8
17	2-ธ.ค.-03	9.00	1,356.57	33.80	0.00	357.90	360.20	1.55	0.00	1,356.57	33.80	0.00	357.90	360.20	1.55	0.00	305.30	-8.80	0.06	340.90	360.20	1.61	0.16	9
18	2-ธ.ค.-03	14.00	1,435.03	33.20	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	1,435.03	33.20	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	280.30	-10.90	0.07	337.60	357.30	1.61	0.16	9
19	3-ธ.ค.-03	9.00	1,503.67	35.30	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	1,503.67	35.30	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	321.60	-7.50	0.06	348.00	367.60	1.63	0.16	10
20	3-ธ.ค.-03	14.00	1,395.80	36.10	0.00	369.10	371.50	1.58	0.00	1,395.80	36.10	0.00	369.10	371.50	1.58	0.00	334.60	-6.50	0.06	351.80	371.50	1.65	0.16	10
21	4-ธ.ค.-03	9.00	1,395.80	32.10	0.00	349.60	352.00	1.52	0.00	1,395.80	32.10	0.00	349.60	352.00	1.52	0.00	280.30	-10.90	0.07	332.80	352.00	1.58	0.16	11

ตารางที่ ข2 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูหนาว ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_6 = h_5$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
22	4-ธ.ค.-03	14.00	1,356.57	35.10	0.00	364.30	366.60	1.57	0.00	1,356.57	35.10	0.00	364.30	366.60	1.57	0.00	276.90	-11.20	0.07	345.90	366.60	1.64	0.16	11
23	5-ธ.ค.-03	9.00	1,376.19	35.50	0.00	366.20	368.50	1.57	0.00	1,376.19	35.50	0.00	366.20	368.50	1.57	0.00	324.10	-7.30	0.06	348.90	368.50	1.64	0.16	0
24	5-ธ.ค.-03	14.00	1,474.25	34.90	0.00	363.10	365.60	1.56	0.00	1,474.25	34.90	0.00	363.10	365.60	1.56	0.00	326.70	-7.10	0.06	346.30	365.60	1.63	0.15	0
25	6-ธ.ค.-03	9.00	1,425.22	36.00	0.00	368.50	371.00	1.58	0.00	1,425.22	36.00	0.00	368.50	371.00	1.58	0.00	321.60	-7.50	0.06	351.10	371.00	1.65	0.16	1
26	6-ธ.ค.-03	14.00	1,415.41	33.30	0.00	355.40	357.80	1.54	0.00	1,415.41	33.30	0.00	355.40	357.80	1.54	0.00	316.50	-7.90	0.06	339.00	357.80	1.60	0.16	1
27	8-ธ.ค.-03	9.00	1,425.22	35.80	0.00	367.60	370.00	1.58	0.00	1,425.22	35.80	0.00	367.60	370.00	1.58	0.00	319.00	-7.70	0.06	350.10	370.00	1.64	0.17	3
28	8-ธ.ค.-03	14.00	1,444.83	33.80	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	1,444.83	33.80	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	321.60	-7.50	0.06	341.40	360.30	1.61	0.17	3
29	10-ธ.ค.-03	9.00	1,356.57	34.20	0.00	359.90	362.20	1.55	0.00	1,356.57	34.20	0.00	359.90	362.20	1.55	0.00	316.50	-7.90	0.06	343.00	362.20	1.61	0.16	5
30	10-ธ.ค.-03	14.00	1,444.83	34.50	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	1,444.83	34.50	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	314.00	-8.10	0.06	344.30	363.70	1.62	0.16	5
31	12-ธ.ค.-03	9.00	1,346.77	33.60	0.00	357.00	359.30	1.54	0.00	1,346.77	33.60	0.00	357.00	359.30	1.54	0.00	319.00	-7.70	0.06	340.40	359.30	1.60	0.16	7
32	12-ธ.ค.-03	14.00	1,454.64	34.30	0.00	360.20	362.70	1.56	0.00	1,454.64	34.30	0.00	360.20	362.70	1.56	0.00	319.00	-7.70	0.06	343.50	362.70	1.62	0.16	7
33	14-ธ.ค.-03	9.00	1,464.45	35.20	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	1,464.45	35.20	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	283.80	-10.60	0.07	346.60	367.10	1.64	0.17	9
34	14-ธ.ค.-03	14.00	1,381.09	34.60	0.00	361.80	364.10	1.56	0.00	1,381.09	34.60	0.00	361.80	364.10	1.56	0.00	319.00	-7.70	0.06	344.80	364.10	1.62	0.16	9
35	15-ธ.ค.-03	9.00	1,283.02	32.20	0.00	350.30	352.40	1.52	0.00	1,283.02	32.20	0.00	350.30	352.40	1.52	0.00	279.10	-11.00	0.07	333.10	352.40	1.59	0.16	10
36	15-ธ.ค.-03	14.00	1,444.83	34.50	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	1,444.83	34.50	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	314.00	-8.10	0.06	344.30	363.70	1.62	0.16	10
37	16-ธ.ค.-03	9.00	1,268.31	31.30	0.00	345.90	348.10	1.51	0.00	1,268.31	31.30	0.00	345.90	348.10	1.51	0.00	278.00	-11.10	0.07	329.20	348.10	1.57	0.16	11
38	16-ธ.ค.-03	14.00	1,454.64	33.80	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	1,454.64	33.80	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	312.70	-8.20	0.06	341.20	360.30	1.61	0.17	11
39	17-ธ.ค.-03	9.00	1,454.64	34.60	0.00	361.70	364.20	1.56	0.00	1,454.64	34.60	0.00	361.70	364.20	1.56	0.00	286.10	-10.40	0.07	344.00	364.20	1.63	0.16	12
40	17-ธ.ค.-03	14.00	1,287.93	32.40	0.00	351.20	353.40	1.53	0.00	1,287.93	32.40	0.00	351.20	353.40	1.53	0.00	310.20	-8.40	0.06	334.80	353.40	1.58	0.15	12
41	18-ธ.ค.-03	9.00	1,366.38	33.60	0.00	356.90	359.30	1.54	0.00	1,366.38	33.60	0.00	356.90	359.30	1.54	0.00	306.50	-8.70	0.06	340.10	359.30	1.61	0.16	0
42	18-ธ.ค.-03	14.00	1,444.83	34.20	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	1,444.83	34.20	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	298.00	-9.40	0.07	342.50	362.20	1.62	0.16	0

หมายเหตุ "Position" ตามรูปที่ ข1

ตารางที่ ข3 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูหนาว ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
1	13-พ.ย.-03	9.00	294.40	-9.70	0.00	154.90	155.40	0.83	0.00	292.55	-9.80	0.42	1,329.00	1,451.00	5.76	1.00	0
2	13-พ.ย.-03	14.00	328.00	-7.00	0.00	167.20	167.70	0.88	0.00	287.65	-10.00	0.42	1,329.00	1,451.00	5.76	1.00	0
3	23-พ.ย.-03	9.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	302.36	-8.60	0.40	1,331.00	1,453.00	5.75	1.00	0
4	23-พ.ย.-03	14.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	258.23	-12.50	0.47	1,327.00	1,448.00	5.80	1.00	0
5	24-พ.ย.-03	9.00	314.00	-8.10	0.00	162.20	162.70	0.86	0.00	307.26	-8.40	0.40	1,331.00	1,453.00	5.74	1.00	1
6	24-พ.ย.-03	14.00	284.90	-10.50	0.00	151.30	151.70	0.82	0.00	258.23	-12.60	0.47	1,327.00	1,448.00	5.80	1.00	1
7	25-พ.ย.-03	9.00	294.40	-9.70	0.00	154.90	155.40	0.83	0.00	292.55	-9.80	0.42	1,329.00	1,451.00	5.76	1.00	2
8	25-พ.ย.-03	14.00	305.30	-8.80	0.00	159.00	159.50	0.85	0.00	277.84	-10.30	0.44	1,330.00	1,451.00	5.78	1.00	2
9	26-พ.ย.-03	9.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	297.46	-8.70	0.41	1,331.00	1,453.00	5.76	1.00	3
10	26-พ.ย.-03	14.00	261.30	-12.60	0.00	141.70	142.10	0.78	0.00	228.81	-14.30	0.53	1,326.00	1,447.00	5.85	1.00	3
11	29-พ.ย.-03	9.00	312.70	-8.20	0.00	161.80	162.20	0.86	0.00	277.84	-10.60	0.44	1,329.00	1,451.00	5.78	1.00	6
12	29-พ.ย.-03	14.00	309.00	-8.50	0.00	160.40	160.90	0.86	0.00	287.65	-10.20	0.42	1,329.00	1,451.00	5.76	1.00	6
13	30-พ.ย.-03	9.00	299.20	-9.30	0.00	156.80	157.20	0.84	0.00	277.84	-11.00	0.44	1,328.00	1,450.00	5.77	1.00	7
14	30-พ.ย.-03	14.00	306.50	-8.70	0.00	159.50	160.00	0.85	0.00	277.84	-10.80	0.44	1,329.00	1,450.00	5.78	1.00	7
15	1-ธ.ค.-03	9.00	306.50	-8.70	0.00	159.50	160.00	0.85	0.00	277.84	-11.10	0.44	1,328.00	1,449.00	5.77	1.00	8
16	1-ธ.ค.-03	14.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	258.23	-12.50	0.47	1,327.00	1,448.00	5.80	1.00	8
17	2-ธ.ค.-03	9.00	305.30	-8.80	0.00	159.00	159.50	0.85	0.00	287.65	-9.60	0.42	1,330.00	1,452.00	5.77	1.00	9
18	2-ธ.ค.-03	14.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	258.23	-12.40	0.47	1,327.00	1,448.00	5.80	1.00	9
19	3-ธ.ค.-03	9.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	307.26	-7.30	0.40	1,333.00	1,456.00	5.75	1.00	10
20	3-ธ.ค.-03	14.00	334.60	-6.50	0.00	169.50	170.00	0.89	0.00	317.07	-7.40	0.39	1,332.00	1,454.00	5.73	1.00	10
21	4-ธ.ค.-03	9.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	248.42	-13.30	0.49	1,326.00	1,447.00	5.82	1.00	11

ตารางที่ ข3 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูหนาว ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
22	4-ธ.ค.-03	14.00	276.90	-11.20	0.00	148.10	148.50	0.81	0.00	258.23	-12.30	0.47	1,327.00	1,449.00	5.80	1.00	11
23	5-ธ.ค.-03	9.00	324.10	-7.30	0.00	165.90	166.40	0.88	0.00	287.65	-9.70	0.42	1,330.00	1,452.00	5.77	1.00	0
24	5-ธ.ค.-03	14.00	326.70	-7.10	0.00	166.80	167.30	0.88	0.00	292.55	-9.70	0.42	1,330.00	1,451.00	5.76	1.00	0
25	6-ธ.ค.-03	9.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	302.36	-8.10	0.40	1,332.00	1,454.00	5.75	1.00	1
26	6-ธ.ค.-03	14.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	287.65	-9.70	0.42	1,330.00	1,452.00	5.77	1.00	1
27	8-ธ.ค.-03	9.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	297.46	-9.20	0.41	1,330.00	1,452.00	5.75	1.00	3
28	8-ธ.ค.-03	14.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	282.75	-10.10	0.43	1,330.00	1,451.00	5.77	1.00	3
29	10-ธ.ค.-03	9.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	297.46	-9.10	0.41	1,330.00	1,452.00	5.75	1.00	5
30	10-ธ.ค.-03	14.00	314.00	-8.10	0.00	162.20	162.70	0.86	0.00	287.65	-9.20	0.42	1,331.00	1,453.00	5.77	1.00	5
31	12-ธ.ค.-03	9.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	297.46	-8.10	0.41	1,332.00	1,455.00	5.76	1.00	7
32	12-ธ.ค.-03	14.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	277.84	-11.10	0.44	1,328.00	1,449.00	5.77	1.00	7
33	14-ธ.ค.-03	9.00	283.80	-10.60	0.00	150.80	151.30	0.82	0.00	287.65	-10.10	0.42	1,329.00	1,451.00	5.76	1.00	9
34	14-ธ.ค.-03	14.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	297.46	-9.10	0.41	1,330.00	1,452.00	5.75	1.00	9
35	15-ธ.ค.-03	9.00	279.10	-11.00	0.00	149.00	149.40	0.81	0.00	258.23	-12.20	0.47	1,328.00	1,449.00	5.81	1.00	10
36	15-ธ.ค.-03	14.00	314.00	-8.10	0.00	162.20	162.70	0.86	0.00	277.84	-10.10	0.44	1,330.00	1,452.00	5.78	1.00	10
37	16-ธ.ค.-03	9.00	278.00	-11.10	0.00	148.60	149.00	0.81	0.00	258.23	-12.20	0.47	1,328.00	1,449.00	5.81	1.00	11
38	16-ธ.ค.-03	14.00	312.70	-8.20	0.00	161.80	162.20	0.86	0.00	297.46	-9.30	0.41	1,330.00	1,452.00	5.75	1.00	11
39	17-ธ.ค.-03	9.00	286.10	-10.40	0.00	151.70	152.20	0.82	0.00	287.65	-10.20	0.42	1,329.00	1,451.00	5.76	1.00	12
40	17-ธ.ค.-03	14.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	297.46	-9.30	0.41	1,330.00	1,452.00	5.75	1.00	12
41	18-ธ.ค.-03	9.00	306.50	-8.70	0.00	159.50	160.00	0.85	0.00	287.65	-9.70	0.42	1,330.00	1,452.00	5.77	1.00	0
42	18-ธ.ค.-03	14.00	298.00	-9.40	0.00	156.30	156.80	0.84	0.00	287.65	-9.50	0.42	1,330.00	1,452.00	5.77	1.00	0

หมายเหตุ "Position" ตามรูปที่ ข1

ตารางที่ ๗4 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนวินาที จาก ล้างเครื่อง ความเย็น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
1	18-เม.ย.-04	9.00	336.68	-4.60	0.37	1336.00	1448.00	5.72	1.00	1513.48	130.40	0.12	1558.00	1751.00	5.89	1.00	1513.48	130.40	0.12	1558.00	1751.00	5.89	1.00	0
2	18-เม.ย.-04	10.00	307.26	-4.50	0.40	1338.00	1444.00	5.78	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1748.00	5.88	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1748.00	5.88	1.00	0
3	18-เม.ย.-04	13.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1448.00	5.78	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1756.00	5.92	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1756.00	5.92	1.00	0
4	18-เม.ย.-04	14.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1447.00	5.78	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1761.00	5.93	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1761.00	5.93	1.00	0
5	19-เม.ย.-04	9.00	302.36	-5.10	0.41	1338.00	1448.00	5.78	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1741.00	5.90	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1741.00	5.90	1.00	1
6	19-เม.ย.-04	10.00	307.26	-1.70	0.41	1344.00	1448.00	5.80	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1748.00	5.88	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1748.00	5.88	1.00	1
7	19-เม.ย.-04	13.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1440.00	5.78	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1759.00	5.92	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1759.00	5.92	1.00	1
8	19-เม.ย.-04	14.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1446.00	5.78	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1750.00	5.93	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1750.00	5.93	1.00	1
9	20-เม.ย.-04	9.00	302.36	-8.00	0.41	1332.00	1446.00	5.75	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1750.00	5.90	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1750.00	5.90	1.00	2
10	20-เม.ย.-04	10.00	307.26	-8.40	0.40	1331.00	1448.00	5.74	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1751.00	5.88	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1751.00	5.88	1.00	2
11	20-เม.ย.-04	13.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1451.00	5.78	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1760.00	5.93	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1760.00	5.93	1.00	2
12	20-เม.ย.-04	14.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1448.00	5.78	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1762.00	5.92	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1762.00	5.92	1.00	2
13	21-เม.ย.-04	9.00	326.88	-3.30	0.38	1339.00	1458.00	5.75	1.00	1533.09	129.20	0.12	1555.00	1743.00	5.87	1.00	1533.09	129.20	0.12	1555.00	1743.00	5.87	1.00	3
14	21-เม.ย.-04	10.00	302.36	-8.00	0.41	1332.00	1447.00	5.75	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1746.00	5.90	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1746.00	5.90	1.00	3
15	21-เม.ย.-04	13.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1743.00	5.90	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1743.00	5.90	1.00	3
16	21-เม.ย.-04	14.00	307.26	-8.50	0.40	1331.00	1457.00	5.74	1.00	1484.06	127.30	0.12	1553.00	1743.00	5.88	1.00	1484.06	127.30	0.12	1553.00	1743.00	5.88	1.00	3
17	22-เม.ย.-04	9.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1439.00	5.78	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1757.00	5.92	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1757.00	5.92	1.00	4
18	22-เม.ย.-04	10.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1448.00	5.78	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1752.00	5.93	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1752.00	5.93	1.00	4
19	22-เม.ย.-04	13.00	268.04	-10.40	0.46	1330.00	1442.00	5.80	1.00	1415.41	135.80	0.13	1571.00	1750.00	5.96	1.00	1415.41	135.80	0.13	1571.00	1750.00	5.96	1.00	4
20	22-เม.ย.-04	14.00	258.23	-10.60	0.47	1331.00	1452.00	5.82	1.00	1415.41	136.10	0.13	1571.00	1766.00	5.96	1.00	1415.41	136.10	0.13	1571.00	1766.00	5.96	1.00	4
21	23-เม.ย.-04	9.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1444.00	5.75	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1750.00	5.90	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1750.00	5.90	1.00	5
22	23-เม.ย.-04	10.00	307.26	-8.60	0.40	1330.00	1447.00	5.74	1.00	1484.06	127.30	0.12	1553.00	1745.00	5.88	1.00	1484.06	127.30	0.12	1553.00	1745.00	5.88	1.00	5
23	23-เม.ย.-04	13.00	307.26	-8.40	0.40	1331.00	1442.00	5.74	1.00	1474.25	130.20	0.13	1558.00	1745.00	5.90	1.00	1474.25	130.20	0.13	1558.00	1745.00	5.90	1.00	5
24	23-เม.ย.-04	14.00	321.97	-7.40	0.38	1332.00	1440.00	5.72	1.00	1523.29	125.50	0.12	1548.00	1736.00	5.85	1.00	1523.29	125.50	0.12	1548.00	1736.00	5.85	1.00	5
25	24-เม.ย.-04	9.00	297.46	-9.10	0.41	1330.00	1439.00	5.75	1.00	1474.25	131.70	0.13	1561.00	1755.00	5.91	1.00	1474.25	131.70	0.13	1561.00	1755.00	5.91	1.00	6
26	24-เม.ย.-04	10.00	297.46	-8.90	0.41	1331.00	1443.00	5.75	1.00	1474.25	131.10	0.13	1560.00	1752.00	5.91	1.00	1474.25	131.10	0.13	1560.00	1752.00	5.91	1.00	6

ตารางที่ ๗4 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนวันที่หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
27	24-เม.ย.-04	13.00	287.65	-9.60	0.42	1330.00	1440.00	5.77	1.00	1454.64	132.00	0.13	1562.00	1756.00	5.92	1.00	1454.64	132.00	0.13	1562.00	1756.00	5.92	1.00	6
28	24-เม.ย.-04	14.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1449.00	5.75	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1741.00	5.90	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1741.00	5.90	1.00	6
29	25-เม.ย.-04	9.00	326.88	-3.30	0.38	1339.00	1446.00	5.75	1.00	1533.09	129.20	0.12	1555.00	1741.00	5.87	1.00	1533.09	129.20	0.12	1555.00	1741.00	5.87	1.00	7
30	25-เม.ย.-04	10.00	307.26	-1.70	0.41	1344.00	1444.00	5.80	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1747.00	5.88	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1747.00	5.88	1.00	7
31	25-เม.ย.-04	13.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1446.00	5.78	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1756.00	5.92	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1756.00	5.92	1.00	7
32	25-เม.ย.-04	14.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1446.00	5.78	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1750.00	5.93	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1750.00	5.93	1.00	7
33	26-เม.ย.-04	9.00	302.36	-5.10	0.41	1338.00	1460.00	5.78	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1745.00	5.90	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1745.00	5.90	1.00	8
34	26-เม.ย.-04	10.00	307.26	-1.70	0.41	1344.00	1454.00	5.80	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1749.00	5.88	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1749.00	5.88	1.00	8
35	26-เม.ย.-04	13.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1454.00	5.78	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1760.00	5.92	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1760.00	5.92	1.00	8
36	26-เม.ย.-04	14.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1449.00	5.78	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1755.00	5.93	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1755.00	5.93	1.00	8
37	28-เม.ย.-04	9.00	326.88	-3.30	0.38	1339.00	1449.00	5.75	1.00	1533.09	129.20	0.12	1555.00	1745.00	5.87	1.00	1533.09	129.20	0.12	1555.00	1745.00	5.87	1.00	9
38	28-เม.ย.-04	10.00	302.36	-8.00	0.41	1332.00	1446.00	5.75	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1741.00	5.90	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1741.00	5.90	1.00	9
39	28-เม.ย.-04	13.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1449.00	5.75	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1742.00	5.90	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1742.00	5.90	1.00	9
40	28-เม.ย.-04	14.00	307.26	-8.50	0.40	1331.00	1452.00	5.74	1.00	1484.06	127.30	0.12	1553.00	1750.00	5.88	1.00	1484.06	127.30	0.12	1553.00	1750.00	5.88	1.00	9
41	29-เม.ย.-04	9.00	268.04	-10.40	0.46	1330.00	1443.00	5.80	1.00	1415.41	135.80	0.13	1571.00	1765.00	5.96	1.00	1415.41	135.80	0.13	1571.00	1765.00	5.96	1.00	10
42	29-เม.ย.-04	10.00	258.23	-10.60	0.47	1331.00	1457.00	5.82	1.00	1415.41	136.10	0.13	1571.00	1768.00	5.96	1.00	1415.41	136.10	0.13	1571.00	1768.00	5.96	1.00	10
43	29-เม.ย.-04	13.00	268.04	-10.40	0.46	1330.00	1450.00	5.80	1.00	1415.41	135.80	0.13	1571.00	1763.00	5.96	1.00	1415.41	135.80	0.13	1571.00	1763.00	5.96	1.00	10
44	29-เม.ย.-04	14.00	258.23	-10.60	0.47	1331.00	1440.00	5.82	1.00	1415.41	136.10	0.13	1571.00	1764.00	5.96	1.00	1415.41	136.10	0.13	1571.00	1764.00	5.96	1.00	10
45	30-เม.ย.-04	9.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1443.00	5.75	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1750.00	5.90	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1750.00	5.90	1.00	11
46	30-เม.ย.-04	10.00	307.26	-8.60	0.40	1330.00	1447.00	5.74	1.00	1484.06	127.30	0.12	1553.00	1745.00	5.88	1.00	1484.06	127.30	0.12	1553.00	1745.00	5.88	1.00	11
47	30-เม.ย.-04	13.00	307.26	-8.50	0.40	1331.00	1437.00	5.74	1.00	1474.25	130.20	0.13	1558.00	1749.00	5.90	1.00	1474.25	130.20	0.13	1558.00	1749.00	5.90	1.00	11
48	30-เม.ย.-04	14.00	321.97	-7.30	0.38	1332.00	1444.00	5.72	1.00	1523.29	125.50	0.12	1548.00	1727.00	5.85	1.00	1523.29	125.50	0.12	1548.00	1727.00	5.85	1.00	11
49	1-พ.ค.-04	9.00	297.46	-9.10	0.41	1330.00	1435.00	5.75	1.00	1474.25	131.70	0.13	1561.00	1751.00	5.91	1.00	1474.25	131.70	0.13	1561.00	1751.00	5.91	1.00	0
50	1-พ.ค.-04	10.00	297.46	-8.90	0.41	1331.00	1442.00	5.75	1.00	1474.25	131.10	0.13	1560.00	1749.00	5.91	1.00	1474.25	131.10	0.13	1560.00	1749.00	5.91	1.00	0
51	1-พ.ค.-04	13.00	287.65	-9.60	0.42	1330.00	1446.00	5.77	1.00	1454.64	132.00	0.13	1562.00	1750.00	5.92	1.00	1454.64	132.00	0.13	1562.00	1750.00	5.92	1.00	0

ตารางที่ ๗4 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนวันที่หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
52	1-พ.ค.-04	14.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1444.00	5.75	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1750.00	5.90	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1750.00	5.90	1.00	0
53	2-พ.ค.-04	9.00	302.36	-8.70	0.40	1331.00	1439.00	5.75	1.00	1493.87	133.40	0.13	1564.00	1753.00	5.91	1.00	1493.87	133.40	0.13	1564.00	1753.00	5.91	1.00	1
54	2-พ.ค.-04	10.00	307.26	-8.40	0.40	1331.00	1458.00	5.74	1.00	1493.87	132.80	0.13	1563.00	1756.00	5.91	1.00	1493.87	132.80	0.13	1563.00	1756.00	5.91	1.00	1
55	2-พ.ค.-04	13.00	302.36	-8.50	0.40	1331.00	1451.00	5.75	1.00	1474.25	129.40	0.13	1557.00	1749.00	5.90	1.00	1474.25	129.40	0.13	1557.00	1749.00	5.90	1.00	1
56	2-พ.ค.-04	14.00	297.46	-8.50	0.41	1331.00	1452.00	5.76	1.00	1464.45	127.90	0.13	1554.00	1744.00	5.89	1.00	1464.45	127.90	0.13	1554.00	1744.00	5.89	1.00	1
57	3-พ.ค.-04	9.00	326.88	-7.00	0.37	1332.00	1449.00	5.72	1.00	1523.29	126.90	0.12	1551.00	1741.00	5.86	1.00	1523.29	126.90	0.12	1551.00	1741.00	5.86	1.00	2
58	3-พ.ค.-04	10.00	321.97	-7.40	0.38	1332.00	1448.00	5.72	1.00	1523.29	130.70	0.12	1559.00	1741.00	5.89	1.00	1523.29	130.70	0.12	1559.00	1741.00	5.89	1.00	2
59	3-พ.ค.-04	13.00	317.07	-5.40	0.39	1336.00	1448.00	5.75	1.00	1474.25	125.70	0.13	1550.00	1734.00	5.87	1.00	1474.25	125.70	0.13	1550.00	1734.00	5.87	1.00	2
60	3-พ.ค.-04	14.00	317.07	-6.80	0.39	1333.00	1451.00	5.74	1.00	1474.25	127.70	0.13	1554.00	1742.00	5.89	1.00	1474.25	127.70	0.13	1554.00	1742.00	5.89	1.00	2
61	4-พ.ค.-04	9.00	297.46	-8.30	0.41	1332.00	1449.00	5.76	1.00	1454.64	129.30	0.13	1557.00	1744.00	5.90	1.00	1454.64	129.30	0.13	1557.00	1744.00	5.90	1.00	3
62	4-พ.ค.-04	10.00	297.46	-8.10	0.41	1332.00	1447.00	5.76	1.00	1464.45	131.50	0.13	1561.00	1750.00	5.91	1.00	1464.45	131.50	0.13	1561.00	1750.00	5.91	1.00	3
63	4-พ.ค.-04	13.00	297.46	-7.50	0.41	1333.00	1453.00	5.77	1.00	1474.25	128.10	0.13	1554.00	1741.00	5.89	1.00	1474.25	128.10	0.13	1554.00	1741.00	5.89	1.00	3
64	4-พ.ค.-04	14.00	297.46	-7.70	0.41	1333.00	1452.00	5.77	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1750.00	5.90	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1750.00	5.90	1.00	3
65	5-พ.ค.-04	9.00	287.65	-9.60	0.42	1330.00	1446.00	5.77	1.00	1454.64	132.00	0.13	1562.00	1755.00	5.92	1.00	1454.64	132.00	0.13	1562.00	1755.00	5.92	1.00	4
66	5-พ.ค.-04	10.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1428.00	5.75	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1751.00	5.90	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1751.00	5.90	1.00	4
67	5-พ.ค.-04	13.00	287.65	-9.60	0.42	1330.00	1437.00	5.77	1.00	1454.64	132.00	0.13	1562.00	1757.00	5.92	1.00	1454.64	132.00	0.13	1562.00	1757.00	5.92	1.00	4
68	5-พ.ค.-04	14.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1444.00	5.75	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1745.00	5.90	1.00	1474.25	130.10	0.13	1558.00	1745.00	5.90	1.00	4
69	6-พ.ค.-04	9.00	302.36	-8.50	0.40	1331.00	1439.00	5.75	1.00	1474.25	129.40	0.13	1557.00	1746.00	5.90	1.00	1474.25	129.40	0.13	1557.00	1746.00	5.90	1.00	5
70	6-พ.ค.-04	10.00	297.46	-8.30	0.41	1332.00	1434.00	5.76	1.00	1454.64	129.30	0.13	1557.00	1744.00	5.90	1.00	1454.64	129.30	0.13	1557.00	1744.00	5.90	1.00	5
71	6-พ.ค.-04	13.00	297.46	-8.50	0.41	1331.00	1449.00	5.76	1.00	1464.45	127.90	0.13	1554.00	1742.00	5.89	1.00	1464.45	127.90	0.13	1554.00	1742.00	5.89	1.00	5
72	6-พ.ค.-04	14.00	307.26	-6.80	0.40	1334.00	1456.00	5.76	1.00	1474.25	127.70	0.13	1554.00	1742.00	5.89	1.00	1474.25	127.70	0.13	1554.00	1742.00	5.89	1.00	5
73	7-พ.ค.-04	9.00	307.26	-7.30	0.40	1333.00	1449.00	5.75	1.00	1484.06	125.80	0.12	1550.00	1730.00	5.87	1.00	1484.06	125.80	0.12	1550.00	1730.00	5.87	1.00	6
74	7-พ.ค.-04	10.00	317.07	-6.60	0.39	1334.00	1448.00	5.74	1.00	1484.06	125.80	0.12	1550.00	1750.00	5.87	1.00	1484.06	125.80	0.12	1550.00	1750.00	5.87	1.00	6
75	7-พ.ค.-04	13.00	326.88	-6.40	0.38	1333.00	1456.00	5.72	1.00	1493.87	125.40	0.12	1549.00	1738.00	5.86	1.00	1493.87	125.40	0.12	1549.00	1738.00	5.86	1.00	6
76	7-พ.ค.-04	14.00	326.88	-7.00	0.37	1332.00	1454.00	5.72	1.00	1493.87	130.20	0.13	1558.00	1752.00	5.89	1.00	1493.87	130.20	0.13	1558.00	1752.00	5.89	1.00	6

ตารางที่ ข4 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
77	8-พ.ค.-04	9.00	307.26	-7.60	0.40	1332.00	1441.00	5.75	1.00	1484.06	136.10	0.13	1570.00	1764.00	5.93	1.00	1484.06	136.10	0.13	1570.00	1764.00	5.93	1.00	7
78	8-พ.ค.-04	10.00	297.46	-7.10	0.41	1334.00	1428.00	5.77	1.00	1474.25	130.20	0.13	1558.00	1747.00	5.90	1.00	1474.25	130.20	0.13	1558.00	1747.00	5.90	1.00	7
79	8-พ.ค.-04	13.00	292.55	-9.20	0.42	1331.00	1442.00	5.76	1.00	1425.22	130.90	0.13	1561.00	1752.00	5.92	1.00	1425.22	130.90	0.13	1561.00	1752.00	5.92	1.00	7
80	8-พ.ค.-04	14.00	297.46	-8.50	0.41	1331.00	1449.00	5.76	1.00	1474.25	131.90	0.13	1562.00	1754.00	5.91	1.00	1474.25	131.90	0.13	1562.00	1754.00	5.91	1.00	7
81	9-พ.ค.-04	9.00	317.07	-6.50	0.39	1334.00	1452.00	5.74	1.00	1484.06	130.70	0.13	1559.00	1744.00	5.90	1.00	1484.06	130.70	0.13	1550.00	1744.00	5.89	1.00	8
82	9-พ.ค.-04	10.00	317.07	-7.50	0.39	1332.00	1459.00	5.73	1.00	1474.25	128.60	0.13	1555.00	1746.00	5.89	1.00	1474.25	128.60	0.13	1556.00	1746.00	5.91	1.00	8
83	9-พ.ค.-04	13.00	297.46	-7.60	0.41	1333.00	1445.00	5.77	1.00	1415.41	125.50	0.13	1550.00	1732.00	5.89	1.00	1415.41	125.50	0.13	1559.00	1732.00	5.90	1.00	8
84	9-พ.ค.-04	14.00	297.46	-7.90	0.41	1333.00	1450.00	5.76	1.00	1425.22	128.40	0.13	1556.00	1740.00	5.91	1.00	1425.22	128.40	0.13	1555.00	1740.00	5.89	1.00	8
85	10-พ.ค.-04	9.00	302.36	-8.00	0.41	1332.00	1447.00	5.75	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1750.00	5.90	1.00	1474.25	129.50	0.13	1557.00	1750.00	5.90	1.00	9
86	10-พ.ค.-04	10.00	307.26	-8.40	0.40	1331.00	1442.00	5.74	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1748.00	5.88	1.00	1523.29	130.30	0.12	1558.00	1748.00	5.88	1.00	9
87	10-พ.ค.-04	13.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1449.00	5.78	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1761.00	5.93	1.00	1474.25	134.30	0.13	1567.00	1761.00	5.93	1.00	9
88	10-พ.ค.-04	14.00	287.65	-8.60	0.43	1332.00	1461.00	5.78	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1759.00	5.92	1.00	1484.06	134.30	0.13	1566.00	1759.00	5.92	1.00	9
89	11-พ.ค.-04	9.00	297.46	-8.20	0.41	1332.00	1444.00	5.76	1.00	1464.45	125.40	0.13	1549.00	1736.00	5.87	1.00	1464.45	125.40	0.13	1549.00	1736.00	5.87	1.00	10
90	11-พ.ค.-04	10.00	317.07	-7.60	0.39	1332.00	1426.00	5.73	1.00	1454.64	121.80	0.13	1542.00	1724.00	5.86	1.00	1454.64	121.80	0.13	1542.00	1724.00	5.86	1.00	10
91	11-พ.ค.-04	13.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1447.00	5.75	1.00	1493.87	130.30	0.13	1558.00	1749.00	5.89	1.00	1493.87	130.30	0.13	1558.00	1749.00	5.89	1.00	10
92	11-พ.ค.-04	14.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1444.00	5.75	1.00	1474.25	128.80	0.13	1556.00	1743.00	5.89	1.00	1474.25	128.80	0.13	1556.00	1743.00	5.89	1.00	10
93	12-พ.ค.-04	9.00	307.26	-6.60	0.40	1334.00	1451.00	5.76	1.00	1493.87	127.30	0.12	1552.00	1733.00	5.88	1.00	1493.87	127.30	0.12	1552.00	1733.00	5.88	1.00	11
94	12-พ.ค.-04	10.00	307.26	-7.20	0.40	1333.00	1463.00	5.75	1.00	1484.06	129.10	0.13	1556.00	1750.00	5.89	1.00	1484.06	129.10	0.13	1556.00	1750.00	5.89	1.00	11
95	12-พ.ค.-04	13.00	297.46	-9.30	0.41	1330.00	1445.00	5.75	1.00	1474.25	133.30	0.13	1565.00	1757.00	5.92	1.00	1474.25	133.30	0.13	1565.00	1757.00	5.92	1.00	11
96	12-พ.ค.-04	14.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1460.00	5.75	1.00	1474.25	130.20	0.13	1558.00	1751.00	5.90	1.00	1474.25	130.20	0.13	1558.00	1751.00	5.90	1.00	11
97	13-พ.ค.-04	9.00	297.46	-8.30	0.41	1332.00	1436.00	5.76	1.00	1415.41	129.30	0.13	1558.00	1751.00	5.92	1.00	1415.41	129.30	0.13	1558.00	1751.00	5.92	1.00	12
98	13-พ.ค.-04	10.00	297.46	-7.40	0.41	1334.00	1420.00	5.77	1.00	1425.22	129.70	0.13	1558.00	1745.00	5.92	1.00	1425.22	129.70	0.13	1558.00	1745.00	5.92	1.00	12
99	13-พ.ค.-04	13.00	297.46	-7.20	0.41	1334.00	1446.00	5.77	1.00	1435.03	130.20	0.13	1559.00	1742.00	5.92	1.00	1435.03	130.20	0.13	1559.00	1742.00	5.92	1.00	12
100	13-พ.ค.-04	14.00	297.46	-7.40	0.41	1334.00	1453.00	5.77	1.00	1425.22	130.30	0.13	1560.00	1752.00	5.92	1.00	1425.22	130.30	0.13	1560.00	1752.00	5.92	1.00	12
101	14-พ.ค.-04	9.00	297.46	-9.20	0.41	1330.00	1439.00	5.75	1.00	1425.22	125.90	0.13	1551.00	1737.00	5.89	1.00	1425.22	125.90	0.13	1551.00	1737.00	5.89	1.00	0
102	14-พ.ค.-04	10.00	297.46	-8.20	0.41	1332.00	1449.00	5.76	1.00	1425.22	129.90	0.13	1559.00	1746.00	5.92	1.00	1425.22	129.90	0.13	1559.00	1746.00	5.92	1.00	0
103	14-พ.ค.-04	13.00	297.46	-8.50	0.41	1331.00	1444.00	5.76	1.00	1435.03	128.40	0.13	1556.00	1750.00	5.90	1.00	1435.03	128.40	0.13	1556.00	1750.00	5.90	1.00	0
104	14-พ.ค.-04	14.00	297.46	-8.50	0.41	1331.00	1441.00	5.76	1.00	1474.25	131.90	0.13	1563.00	1753.00	5.93	1.00	1474.25	131.90	0.13	1563.00	1753.00	5.93	1.00	0

หมายเหตุ "Position" ตามรูปที่ ข1

ตารางที่ ข5 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_g = h_g$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
1	18-เม.ย.-04	9.00	1493.87	37.80	0.00	377.20	379.80	1.61	0.00	1493.87	37.80	0.00	377.20	379.80	1.61	0.00	325.40	-7.20	0.06	349.40	379.80	1.64	0.16	0
2	18-เม.ย.-04	10.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	311.50	-8.30	0.07	354.30	380.80	1.66	0.17	0
3	18-เม.ย.-04	13.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	321.60	-7.50	0.06	347.50	373.40	1.63	0.16	0
4	18-เม.ย.-04	14.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	316.50	-7.90	0.06	353.70	372.00	1.66	0.16	0
5	19-เม.ย.-04	9.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	319.00	-7.70	0.06	351.90	379.80	1.65	0.16	1
6	19-เม.ย.-04	10.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	366.10	-4.20	0.05	342.50	380.80	1.60	0.14	1
7	19-เม.ย.-04	13.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	321.60	-7.50	0.06	345.30	373.40	1.62	0.15	1
8	19-เม.ย.-04	14.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	316.50	-7.90	0.06	343.00	372.00	1.61	0.15	1
9	20-เม.ย.-04	9.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	319.00	-7.70	0.06	341.30	379.80	1.61	0.15	2
10	20-เม.ย.-04	10.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	321.60	-7.50	0.04	293.40	380.80	1.41	0.11	2
11	20-เม.ย.-04	13.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	316.50	-7.90	0.06	347.00	372.00	1.63	0.16	2
12	20-เม.ย.-04	14.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	321.60	-7.50	0.06	348.80	373.40	1.64	0.16	2
13	21-เม.ย.-04	9.00	1523.29	37.80	0.00	377.20	379.80	1.61	0.00	1523.29	37.80	0.00	377.20	379.80	1.61	0.00	354.90	-5.00	0.05	351.90	379.80	1.64	0.15	3
14	21-เม.ย.-04	10.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	319.00	-7.70	0.06	350.10	379.80	1.64	0.16	3
15	21-เม.ย.-04	13.00	1474.25	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	1474.25	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	307.70	-8.60	0.06	342.70	368.10	1.62	0.16	3
16	21-เม.ย.-04	14.00	1474.25	36.90	0.00	372.90	375.40	1.60	0.00	1474.25	36.90	0.00	372.90	375.40	1.60	0.00	349.40	-5.40	0.05	341.20	375.40	1.60	0.14	3
17	22-เม.ย.-04	9.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	321.60	-7.50	0.06	359.00	373.40	1.68	0.17	4
18	22-เม.ย.-04	10.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	316.50	-7.90	0.07	358.90	372.00	1.68	0.17	4
19	22-เม.ย.-04	13.00	1415.41	34.60	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	1415.41	34.60	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	310.20	-8.40	0.06	330.00	364.10	1.56	0.14	4
20	22-เม.ย.-04	14.00	1415.41	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	1415.41	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	295.60	-9.60	0.06	334.50	365.10	1.59	0.15	4
21	23-เม.ย.-04	9.00	1474.25	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	1474.25	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	307.70	-8.60	0.06	340.10	368.10	1.61	0.15	5
22	23-เม.ย.-04	10.00	1474.25	36.90	0.00	372.90	375.40	1.60	0.00	1474.25	36.90	0.00	372.90	375.40	1.60	0.00	349.40	-5.40	0.06	356.60	375.40	1.66	0.16	5
23	23-เม.ย.-04	13.00	1474.25	37.30	0.00	374.80	377.30	1.60	0.00	1474.25	37.30	0.00	374.80	377.30	1.60	0.00	341.20	-6.00	0.06	358.20	377.30	1.67	0.16	5
24	23-เม.ย.-04	14.00	1503.67	37.90	0.00	377.70	380.30	1.61	0.00	1503.67	37.90	0.00	377.70	380.30	1.61	0.00	367.50	-4.10	0.05	363.70	380.30	1.68	0.16	5
25	24-เม.ย.-04	9.00	1474.25	36.20	0.00	369.40	372.00	1.59	0.00	1474.25	36.20	0.00	369.40	372.00	1.59	0.00	330.60	-6.80	0.06	355.70	372.00	1.66	0.16	6
26	24-เม.ย.-04	10.00	1474.25	36.40	0.00	370.40	372.90	1.59	0.00	1474.25	36.40	0.00	370.40	372.90	1.59	0.00	337.20	-6.30	0.06	356.30	372.90	1.66	0.16	6

ตารางที่ ข5 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_6 = h_5$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
27	24-เม.ย.-04	13.00	1454.64	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	1454.64	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	295.60	-9.60	0.07	356.60	376.40	1.68	0.17	6
28	24-เม.ย.-04	14.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	307.70	-8.60	0.07	356.90	376.90	1.68	0.17	6
29	25-เม.ย.-04	9.00	1523.29	37.80	0.00	377.20	379.80	1.61	0.00	1523.29	37.80	0.00	377.20	379.80	1.61	0.00	354.90	-5.00	0.06	362.90	379.80	1.68	0.16	7
30	25-เม.ย.-04	10.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	366.10	-4.20	0.05	363.60	380.80	1.68	0.16	7
31	25-เม.ย.-04	13.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	321.60	-7.50	0.06	359.00	373.40	1.68	0.17	7
32	25-เม.ย.-04	14.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	316.50	-7.90	0.07	358.90	372.00	1.68	0.17	7
33	26-เม.ย.-04	9.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	319.00	-7.70	0.07	359.90	379.80	1.68	0.17	8
34	26-เม.ย.-04	10.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	366.10	-4.20	0.05	364.10	380.80	1.69	0.16	8
35	26-เม.ย.-04	13.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	321.60	-7.50	0.06	359.00	373.40	1.68	0.17	8
36	26-เม.ย.-04	14.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	316.50	-7.90	0.07	358.90	372.00	1.68	0.17	8
37	28-เม.ย.-04	9.00	1523.29	37.80	0.00	377.20	379.80	1.61	0.00	1523.29	37.80	0.00	377.20	379.80	1.61	0.00	354.90	-5.00	0.06	362.60	379.80	1.68	0.16	9
38	28-เม.ย.-04	10.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	319.00	-7.70	0.06	356.30	379.80	1.67	0.16	9
39	28-เม.ย.-04	13.00	1474.25	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	1474.25	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	307.70	-8.60	0.07	352.90	368.10	1.66	0.16	9
40	28-เม.ย.-04	14.00	1474.25	36.90	0.00	372.90	375.40	1.60	0.00	1474.25	36.90	0.00	372.90	375.40	1.60	0.00	349.40	-5.40	0.06	356.60	375.40	1.66	0.16	9
41	29-เม.ย.-04	9.00	1415.41	34.60	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	1415.41	34.60	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	310.20	-8.40	0.06	349.00	364.10	1.64	0.16	10
42	29-เม.ย.-04	10.00	1415.41	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	1415.41	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	295.60	-9.60	0.07	348.60	365.10	1.65	0.16	10
43	29-เม.ย.-04	13.00	1415.41	34.60	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	1415.41	34.60	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	310.20	-8.40	0.06	330.00	364.10	1.56	0.14	10
44	29-เม.ย.-04	14.00	1415.41	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	1415.41	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	295.60	-9.60	0.06	334.50	365.10	1.59	0.15	10
45	30-เม.ย.-04	9.00	1474.25	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	1474.25	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	307.70	-8.60	0.07	352.90	368.10	1.66	0.16	11
46	30-เม.ย.-04	10.00	1474.25	36.90	0.00	372.90	375.40	1.60	0.00	1474.25	36.90	0.00	372.90	375.40	1.60	0.00	349.40	-5.40	0.06	356.60	375.40	1.66	0.16	11
47	30-เม.ย.-04	13.00	1474.25	37.30	0.00	374.80	377.30	1.60	0.00	1474.25	37.30	0.00	374.80	377.30	1.60	0.00	341.20	-6.00	0.06	358.20	377.30	1.67	0.16	11
48	30-เม.ย.-04	14.00	1503.67	37.90	0.00	377.70	380.30	1.61	0.00	1503.67	37.90	0.00	377.70	380.30	1.61	0.00	367.50	-4.10	0.05	363.70	380.30	1.68	0.16	11
49	1-พ.ค.-04	9.00	1474.25	36.20	0.00	369.40	372.00	1.59	0.00	1474.25	36.20	0.00	369.40	372.00	1.59	0.00	330.60	-6.80	0.06	355.70	372.00	1.66	0.16	0
50	1-พ.ค.-04	10.00	1474.25	36.40	0.00	370.40	372.90	1.59	0.00	1474.25	36.40	0.00	370.40	372.90	1.59	0.00	337.20	-6.30	0.06	356.30	372.90	1.66	0.16	0
51	1-พ.ค.-04	13.00	1454.64	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	1454.64	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	295.60	-9.60	0.07	356.60	376.40	1.68	0.17	0

ตารางที่ ข5 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_6 = h_5$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
52	1-พ.ค.-04	14.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	307.70	-8.60	0.07	356.90	376.90	1.68	0.17	0
53	2-พ.ค.-04	9.00	1474.25	36.00	0.00	368.50	371.00	1.58	0.00	1474.25	36.00	0.00	368.50	371.00	1.58	0.00	333.30	-6.60	0.06	352.70	371.00	1.65	0.16	1
54	2-พ.ค.-04	10.00	1474.25	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1474.25	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	310.20	-8.40	0.07	355.70	373.40	1.67	0.17	1
55	2-พ.ค.-04	13.00	1464.45	36.30	0.00	370.00	372.50	1.59	0.00	1464.45	36.30	0.00	370.00	372.50	1.59	0.00	354.90	-5.00	0.06	356.30	372.50	1.66	0.16	1
56	2-พ.ค.-04	14.00	1464.45	36.30	0.00	370.00	372.50	1.59	0.00	1464.45	36.30	0.00	370.00	372.50	1.59	0.00	353.50	-5.10	0.06	357.20	372.50	1.66	0.16	1
57	3-พ.ค.-04	9.00	1503.67	37.10	0.00	373.80	376.40	1.60	0.00	1503.67	37.10	0.00	373.80	376.40	1.60	0.00	366.10	-4.20	0.05	359.20	376.40	1.67	0.16	2
58	3-พ.ค.-04	10.00	1503.67	37.40	0.00	375.30	377.80	1.60	0.00	1503.67	37.40	0.00	375.30	377.80	1.60	0.00	330.60	-6.80	0.06	359.30	377.80	1.68	0.16	2
59	3-พ.ค.-04	13.00	1474.25	37.40	0.00	375.30	377.80	1.60	0.00	1474.25	37.40	0.00	375.30	377.80	1.60	0.00	364.70	-4.30	0.05	359.60	377.80	1.67	0.16	2
60	3-พ.ค.-04	14.00	1474.25	37.50	0.00	375.80	378.30	1.61	0.00	1474.25	37.50	0.00	375.80	378.30	1.61	0.00	353.50	-5.10	0.06	359.80	378.30	1.67	0.16	2
61	4-พ.ค.-04	9.00	1444.83	35.90	0.00	368.00	370.50	1.58	0.00	1444.83	35.90	0.00	368.00	370.50	1.58	0.00	341.20	-6.00	0.06	355.10	370.50	1.66	0.16	3
62	4-พ.ค.-04	10.00	1444.83	36.40	0.00	370.50	372.90	1.59	0.00	1444.83	36.40	0.00	370.50	372.90	1.59	0.00	337.20	-6.30	0.06	354.50	372.90	1.66	0.16	3
63	4-พ.ค.-04	13.00	1474.25	36.80	0.00	372.40	374.90	1.59	0.00	1474.25	36.80	0.00	372.40	374.90	1.59	0.00	352.10	-5.20	0.06	355.80	374.90	1.66	0.16	3
64	4-พ.ค.-04	14.00	1464.45	36.70	0.00	371.90	374.40	1.59	0.00	1464.45	36.70	0.00	371.90	374.40	1.59	0.00	349.40	-5.40	0.06	355.30	374.40	1.66	0.16	3
65	5-พ.ค.-04	9.00	1454.64	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	1454.64	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	295.60	-9.60	0.07	356.60	376.40	1.68	0.17	4
66	5-พ.ค.-04	10.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	307.70	-8.60	0.07	356.90	376.90	1.68	0.17	4
67	5-พ.ค.-04	13.00	1454.64	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	1454.64	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	295.60	-9.60	0.07	356.60	376.40	1.68	0.17	4
68	5-พ.ค.-04	14.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	307.70	-8.60	0.07	356.90	376.90	1.68	0.17	4
69	6-พ.ค.-04	9.00	1464.45	36.30	0.00	370.00	372.50	1.59	0.00	1464.45	36.30	0.00	370.00	372.50	1.59	0.00	354.90	-5.00	0.06	356.30	372.50	1.66	0.16	5
70	6-พ.ค.-04	10.00	1444.83	35.90	0.00	368.00	370.50	1.58	0.00	1444.83	35.90	0.00	368.00	370.50	1.58	0.00	341.20	-6.00	0.06	355.10	370.50	1.66	0.16	5
71	6-พ.ค.-04	13.00	1464.45	36.30	0.00	370.00	372.50	1.59	0.00	1464.45	36.30	0.00	370.00	372.50	1.59	0.00	353.50	-5.10	0.06	357.20	372.50	1.66	0.16	5
72	6-พ.ค.-04	14.00	1474.25	37.50	0.00	375.80	378.30	1.61	0.00	1474.25	37.50	0.00	375.80	378.30	1.61	0.00	353.50	-5.10	0.06	359.80	378.30	1.67	0.16	5
73	7-พ.ค.-04	9.00	1474.25	36.60	0.00	371.40	373.90	1.59	0.00	1474.25	36.60	0.00	371.40	373.90	1.59	0.00	361.80	-4.50	0.05	355.10	373.90	1.65	0.15	6
74	7-พ.ค.-04	10.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	366.10	-4.20	0.05	358.80	376.90	1.66	0.15	6
75	7-พ.ค.-04	13.00	1484.06	37.30	0.00	374.80	377.40	1.60	0.00	1484.06	37.30	0.00	374.80	377.40	1.60	0.00	357.70	-4.80	0.06	360.80	377.40	1.68	0.16	6
76	7-พ.ค.-04	14.00	1484.06	36.80	0.00	372.40	374.90	1.59	0.00	1484.06	36.80	0.00	372.40	374.90	1.59	0.00	352.10	-5.20	0.06	359.80	374.90	1.67	0.16	6

ตารางที่ ข5 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_6 = h_5$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ความแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
77	8-พ.ค.-04	9.00	1474.25	37.10	0.00	373.80	376.40	1.60	0.00	1474.25	37.10	0.00	373.80	376.40	1.60	0.00	316.50	-7.90	0.07	357.10	376.40	1.67	0.17	7
78	8-พ.ค.-04	10.00	1474.25	36.40	0.00	370.40	372.90	1.59	0.00	1474.25	36.40	0.00	370.40	372.90	1.59	0.00	335.90	-6.40	0.06	355.40	372.90	1.66	0.16	7
79	8-พ.ค.-04	13.00	1376.19	34.40	0.00	360.80	363.20	1.56	0.00	1376.19	34.40	0.00	360.80	363.20	1.56	0.00	325.40	-7.20	0.06	348.00	363.20	1.63	0.16	7
80	8-พ.ค.-04	14.00	1444.83	36.60	0.00	371.40	373.90	1.59	0.00	1444.83	36.60	0.00	371.40	373.90	1.59	0.00	341.20	-6.00	0.06	356.00	373.90	1.66	0.16	7
81	9-พ.ค.-04	9.00	1474.25	36.70	0.00	371.90	374.40	1.59	0.00	1474.25	36.70	0.00	371.90	374.40	1.59	0.00	330.60	-6.80	0.06	349.90	369.50	1.64	0.16	8
82	9-พ.ค.-04	10.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	1474.25	37.20	0.00	374.30	376.90	1.60	0.00	335.90	-6.40	0.06	349.20	368.50	1.63	0.15	8
83	9-พ.ค.-04	13.00	1395.80	35.70	0.00	367.10	369.50	1.58	0.00	1395.80	35.70	0.00	367.10	369.50	1.58	0.00	341.20	-6.00	0.06	355.10	374.40	1.66	0.16	8
84	9-พ.ค.-04	14.00	1395.80	35.50	0.00	366.10	368.50	1.57	0.00	1395.80	35.50	0.00	366.10	368.50	1.57	0.00	335.90	-6.40	0.06	356.80	376.90	1.67	0.16	8
85	10-พ.ค.-04	9.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	1474.25	37.80	0.00	377.30	379.80	1.61	0.00	319.00	-7.70	0.07	359.40	379.80	1.68	0.17	9
86	10-พ.ค.-04	10.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	1503.67	38.00	0.00	378.20	380.80	1.61	0.00	321.60	-7.50	0.07	363.00	380.80	1.70	0.17	9
87	10-พ.ค.-04	13.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	1464.45	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	316.50	-7.90	0.07	358.90	372.00	1.68	0.17	9
88	10-พ.ค.-04	14.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1464.45	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	321.60	-7.50	0.06	359.00	373.40	1.68	0.17	9
89	11-พ.ค.-04	9.00	1454.64	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	1454.64	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	359.00	-4.70	0.05	347.10	365.10	1.62	0.15	10
90	11-พ.ค.-04	10.00	1435.03	35.20	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	1435.03	35.20	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	367.50	-4.10	0.05	351.70	367.10	1.64	0.15	10
91	11-พ.ค.-04	13.00	1474.25	36.70	0.00	371.90	374.40	1.59	0.00	1474.25	36.70	0.00	371.90	374.40	1.59	0.00	325.40	-7.20	0.06	355.20	374.40	1.66	0.16	10
92	11-พ.ค.-04	14.00	1474.25	36.70	0.00	371.90	374.40	1.59	0.00	1474.25	36.70	0.00	371.90	374.40	1.59	0.00	329.30	-6.90	0.06	356.20	374.40	1.67	0.16	10
93	12-พ.ค.-04	9.00	1484.06	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	1484.06	35.40	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	364.70	-4.30	0.05	352.60	368.10	1.64	0.15	11
94	12-พ.ค.-04	10.00	1474.25	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	1474.25	36.50	0.00	370.90	373.40	1.59	0.00	352.10	-5.20	0.06	354.40	373.40	1.65	0.15	11
95	12-พ.ค.-04	13.00	1464.45	37.40	0.00	375.30	377.80	1.60	0.00	1464.45	37.40	0.00	375.30	377.80	1.60	0.00	320.30	-7.60	0.06	359.00	377.80	1.68	0.17	11
96	12-พ.ค.-04	14.00	1469.35	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	1469.35	37.10	0.00	373.90	376.40	1.60	0.00	317.80	-7.80	0.07	358.50	376.40	1.68	0.17	11
97	13-พ.ค.-04	9.00	1395.80	34.90	0.00	363.20	365.60	1.57	0.00	1395.80	34.90	0.00	363.20	365.60	1.57	0.00	324.10	-7.30	0.06	348.10	365.60	1.63	0.16	12
98	13-พ.ค.-04	10.00	1405.61	36.10	0.00	369.10	371.50	1.58	0.00	1405.61	36.10	0.00	369.10	371.50	1.58	0.00	334.60	-6.50	0.06	352.70	371.50	1.65	0.16	12
99	13-พ.ค.-04	13.00	1415.41	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	1415.41	36.20	0.00	369.50	372.00	1.59	0.00	332.00	-6.70	0.06	352.60	372.00	1.65	0.16	12
100	13-พ.ค.-04	14.00	1405.61	35.70	0.00	367.10	369.50	1.58	0.00	1405.61	35.70	0.00	367.10	369.50	1.58	0.00	333.30	-6.60	0.06	351.80	369.50	1.65	0.16	12
101	14-พ.ค.-04	9.00	1415.41	34.10	0.00	359.30	361.70	1.55	0.00	1415.41	34.10	0.00	359.30	361.70	1.55	0.00	325.40	-7.20	0.06	345.80	361.70	1.62	0.15	0
102	14-พ.ค.-04	10.00	1415.41	35.00	0.00	363.70	366.10	1.57	0.00	1415.41	35.00	0.00	363.70	366.10	1.57	0.00	329.30	-6.90	0.06	349.00	366.10	1.64	0.16	0
103	14-พ.ค.-04	13.00	1415.41	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	1415.41	34.80	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	338.60	-6.20	0.06	352.40	365.10	1.65	0.16	0
104	14-พ.ค.-04	14.00	1444.83	36.60	0.00	371.40	373.90	1.59	0.00	1444.83	36.60	0.00	371.40	373.90	1.59	0.00	341.20	-6.00	0.06	356.00	373.90	1.66	0.16	0

หมายเหตุ "Position" ตามรูปที่ ข1

ตารางที่ ข6 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
1	18-เม.ย.-04	9.00	325.40	-7.20	0.00	166.30	166.80	0.88	0.00	336.68	-6.30	0.36	1333.00	1455.00	5.71	1.00	0
2	18-เม.ย.-04	10.00	311.50	-8.30	0.00	161.30	161.80	0.86	0.00	307.26	-8.60	0.40	1330.00	1452.00	5.74	1.00	0
3	18-เม.ย.-04	13.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	0
4	18-เม.ย.-04	14.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	287.65	-10.00	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	0
5	19-เม.ย.-04	9.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	302.36	-8.90	0.40	1330.00	1452.00	5.75	1.00	1
6	19-เม.ย.-04	10.00	366.10	-4.20	0.00	180.10	180.60	0.93	0.00	307.26	-1.30	0.41	1345.00	1471.00	5.81	1.00	1
7	19-เม.ย.-04	13.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	1
8	19-เม.ย.-04	14.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	287.65	-10.00	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	1
9	20-เม.ย.-04	9.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	302.36	-8.70	0.40	1331.00	1453.00	5.75	1.00	2
10	20-เม.ย.-04	10.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	307.26	-8.60	0.40	1330.00	1452.00	5.74	1.00	2
11	20-เม.ย.-04	13.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	287.65	-9.70	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	2
12	20-เม.ย.-04	14.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	2
13	21-เม.ย.-04	9.00	354.90	-5.00	0.00	176.40	176.90	0.92	0.00	326.88	-2.80	0.38	1340.00	1465.00	5.76	1.00	3
14	21-เม.ย.-04	10.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	302.36	-8.90	0.40	1330.00	1452.00	5.75	1.00	3
15	21-เม.ย.-04	13.00	307.70	-8.60	0.00	159.90	160.40	0.85	0.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	3
16	21-เม.ย.-04	14.00	349.40	-5.40	0.00	174.60	175.10	0.91	0.00	307.26	-7.70	0.40	1332.00	1455.00	5.75	1.00	3
17	22-เม.ย.-04	9.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	287.65	-9.80	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	4
18	22-เม.ย.-04	10.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	4
19	22-เม.ย.-04	13.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	268.04	-11.60	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	4
20	22-เม.ย.-04	14.00	295.60	-9.60	0.00	155.40	155.90	0.84	0.00	258.23	-12.60	0.47	1327.00	1448.00	5.80	1.00	4
21	23-เม.ย.-04	9.00	307.70	-8.60	0.00	159.90	160.40	0.85	0.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	5
22	23-เม.ย.-04	10.00	349.40	-5.40	0.00	174.60	175.10	0.91	0.00	307.26	-7.70	0.40	1332.00	1455.00	5.75	1.00	5
23	23-เม.ย.-04	13.00	341.20	-6.00	0.00	171.80	172.30	0.90	0.00	307.26	-6.70	0.40	1334.00	1457.00	5.76	1.00	5
24	23-เม.ย.-04	14.00	367.50	-4.10	0.00	180.50	181.10	0.93	0.00	321.97	-7.00	0.38	1332.00	1455.00	5.73	1.00	5
25	24-เม.ย.-04	9.00	330.60	-6.80	0.00	168.10	168.70	0.88	0.00	297.46	-6.80	0.41	1335.00	1458.00	5.77	1.00	6

ตารางที่ ข6 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
26	24-เม.ย.-04	10.00	337.20	-6.30	0.00	170.40	170.90	0.89	0.00	297.46	-8.90	0.41	1331.00	1453.00	5.75	1.00	6
27	24-เม.ย.-04	13.00	295.60	-9.60	0.00	155.40	155.90	0.84	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	6
28	24-เม.ย.-04	14.00	307.70	-8.60	0.00	159.90	160.40	0.85	0.00	297.46	-9.30	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	6
29	25-เม.ย.-04	9.00	354.90	-5.00	0.00	176.40	176.90	0.92	0.00	326.88	-2.80	0.38	1340.00	1465.00	5.76	1.00	7
30	25-เม.ย.-04	10.00	366.10	-4.20	0.00	180.10	180.60	0.93	0.00	307.26	-1.30	0.41	1345.00	1471.00	5.81	1.00	7
31	25-เม.ย.-04	13.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	7
32	25-เม.ย.-04	14.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	287.65	-10.00	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	7
33	26-เม.ย.-04	9.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	302.36	-8.80	0.40	1330.00	1452.00	5.75	1.00	8
34	26-เม.ย.-04	10.00	366.10	-4.20	0.00	180.10	180.60	0.93	0.00	307.26	-1.30	0.41	1345.00	1471.00	5.81	1.00	8
35	26-เม.ย.-04	13.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	287.65	-9.80	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	8
36	26-เม.ย.-04	14.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	8
37	28-เม.ย.-04	9.00	354.90	-5.00	0.00	176.40	176.90	0.92	0.00	326.88	-2.80	0.38	1340.00	1465.00	5.76	1.00	9
38	28-เม.ย.-04	10.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	302.36	-9.00	0.40	1330.00	1452.00	5.74	1.00	9
39	28-เม.ย.-04	13.00	307.70	-8.60	0.00	159.90	160.40	0.85	0.00	297.46	-9.20	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	9
40	28-เม.ย.-04	14.00	349.40	-5.40	0.00	174.60	175.10	0.91	0.00	307.26	-7.70	0.40	1332.00	1455.00	5.75	1.00	9
41	29-เม.ย.-04	9.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	268.04	-11.70	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	10
42	29-เม.ย.-04	10.00	295.60	-9.60	0.00	155.40	155.90	0.84	0.00	258.23	-12.80	0.47	1326.00	1447.00	5.80	1.00	10
43	29-เม.ย.-04	13.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	268.04	-11.60	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	10
44	29-เม.ย.-04	14.00	295.60	-9.60	0.00	155.40	155.90	0.84	0.00	258.23	-12.60	0.47	1327.00	1448.00	5.80	1.00	10
45	30-เม.ย.-04	9.00	307.70	-8.60	0.00	159.90	160.40	0.85	0.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	11
46	30-เม.ย.-04	10.00	349.40	-5.40	0.00	174.60	175.10	0.91	0.00	307.26	-7.70	0.40	1332.00	1455.00	5.75	1.00	11
47	30-เม.ย.-04	13.00	341.20	-6.00	0.00	171.80	172.30	0.90	0.00	307.26	-6.70	0.40	1334.00	1457.00	5.76	1.00	11
48	30-เม.ย.-04	14.00	367.50	-4.10	0.00	180.50	181.10	0.93	0.00	321.97	-7.00	0.38	1332.00	1455.00	5.73	1.00	11
49	1-พ.ค.-04	9.00	330.60	-6.80	0.00	168.10	168.70	0.88	0.00	297.46	-6.80	0.41	1335.00	1458.00	5.77	1.00	0
50	1-พ.ค.-04	10.00	337.20	-6.30	0.00	170.40	170.90	0.89	0.00	297.46	-8.90	0.41	1331.00	1453.00	5.75	1.00	0

ตารางที่ ข6 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
51	1-พ.ค.-04	13.00	295.60	-9.60	0.00	155.40	155.90	0.84	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	0
52	1-พ.ค.-04	14.00	307.70	-8.60	0.00	159.90	160.40	0.85	0.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	0
53	2-พ.ค.-04	9.00	333.30	-6.60	0.00	169.10	169.60	0.89	0.00	302.36	-8.90	0.40	1330.00	1452.00	5.75	1.00	1
54	2-พ.ค.-04	10.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	307.26	-8.60	0.40	1330.00	1452.00	5.74	1.00	1
55	2-พ.ค.-04	13.00	354.90	-5.00	0.00	176.40	176.90	0.92	0.00	302.36	-8.80	0.40	1330.00	1452.00	5.75	1.00	1
56	2-พ.ค.-04	14.00	353.50	-5.10	0.00	175.90	176.50	0.91	0.00	297.46	-8.70	0.41	1331.00	1453.00	5.76	1.00	1
57	3-พ.ค.-04	9.00	366.10	-4.20	0.00	180.10	180.60	0.93	0.00	326.88	-6.80	0.38	1332.00	1455.00	5.72	1.00	2
58	3-พ.ค.-04	10.00	330.60	-6.80	0.00	168.10	168.70	0.88	0.00	321.97	-7.30	0.38	1332.00	1454.00	5.72	1.00	2
59	3-พ.ค.-04	13.00	364.70	-4.30	0.00	179.60	180.20	0.93	0.00	317.07	-6.30	0.39	1334.00	1457.00	5.74	1.00	2
60	3-พ.ค.-04	14.00	353.50	-5.10	0.00	175.90	176.50	0.91	0.00	317.07	-7.00	0.39	1333.00	1455.00	5.74	1.00	2
61	4-พ.ค.-04	9.00	341.20	-6.00	0.00	171.80	172.30	0.90	0.00	297.46	-7.50	0.41	1333.00	1456.00	5.77	1.00	3
62	4-พ.ค.-04	10.00	337.20	-6.30	0.00	170.40	170.90	0.89	0.00	297.46	-7.70	0.41	1333.00	1456.00	5.77	1.00	3
63	4-พ.ค.-04	13.00	352.10	-5.20	0.00	175.50	176.00	0.91	0.00	297.46	-6.00	0.42	1336.00	1460.00	5.78	1.00	3
64	4-พ.ค.-04	14.00	349.40	-5.40	0.00	174.60	175.10	0.91	0.00	297.46	-6.30	0.42	1336.00	1459.00	5.78	1.00	3
65	5-พ.ค.-04	9.00	295.60	-9.60	0.00	155.40	155.90	0.84	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	4
66	5-พ.ค.-04	10.00	307.70	-8.60	0.00	159.90	160.40	0.85	0.00	297.46	-8.40	0.41	1332.00	1454.00	5.76	1.00	4
67	5-พ.ค.-04	13.00	295.60	-9.60	0.00	155.40	155.90	0.84	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	4
68	5-พ.ค.-04	14.00	307.70	-8.60	0.00	159.90	160.40	0.85	0.00	297.46	-8.20	0.41	1332.00	1455.00	5.76	1.00	4
69	6-พ.ค.-04	9.00	354.90	-5.00	0.00	176.40	176.90	0.92	0.00	302.36	-8.80	0.40	1330.00	1452.00	5.75	1.00	5
70	6-พ.ค.-04	10.00	341.20	-6.00	0.00	171.80	172.30	0.90	0.00	297.46	-7.50	0.41	1333.00	1456.00	5.77	1.00	5
71	6-พ.ค.-04	13.00	353.50	-5.10	0.00	175.90	176.50	0.91	0.00	297.46	-8.70	0.41	1331.00	1453.00	5.76	1.00	5
72	6-พ.ค.-04	14.00	353.50	-5.10	0.00	175.90	176.50	0.91	0.00	307.26	-7.00	0.40	1334.00	1457.00	5.75	1.00	5
73	7-พ.ค.-04	9.00	361.80	-4.50	0.00	178.70	179.20	0.92	0.00	307.26	-2.20	0.41	1343.00	1469.00	5.80	1.00	6
74	7-พ.ค.-04	10.00	366.10	-4.20	0.00	180.10	180.60	0.93	0.00	317.07	-6.30	0.39	1334.00	1457.00	5.74	1.00	6
75	7-พ.ค.-04	13.00	357.70	-4.80	0.00	177.30	177.90	0.92	0.00	326.88	-5.20	0.38	1336.00	1459.00	5.73	1.00	6

ตารางที่ ข6 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูร้อน ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลัง จาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
76	7-พ.ค.-04	14.00	352.10	-5.20	0.00	175.50	176.00	0.91	0.00	326.88	-6.80	0.38	1332.00	1455.00	5.72	1.00	6
77	8-พ.ค.-04	9.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	307.26	-8.60	0.40	1330.00	1452.00	5.74	1.00	7
78	8-พ.ค.-04	10.00	335.90	-6.40	0.00	170.00	170.50	0.89	0.00	297.46	-7.70	0.41	1333.00	1456.00	5.77	1.00	7
79	8-พ.ค.-04	13.00	325.40	-7.20	0.00	166.30	166.80	0.88	0.00	292.55	-8.80	0.42	1331.00	1454.00	5.77	1.00	7
80	8-พ.ค.-04	14.00	341.20	-6.00	0.00	171.80	172.30	0.90	0.00	297.46	-8.50	0.41	1331.00	1454.00	5.76	1.00	7
81	9-พ.ค.-04	9.00	330.60	-6.00	0.00	168.10	168.70	0.88	0.00	317.07	-7.80	0.39	1331.00	1453.00	5.73	1.00	8
82	9-พ.ค.-04	10.00	335.90	-6.40	0.00	170.00	170.50	0.89	0.00	317.07	-7.80	0.39	1331.00	1453.00	5.73	1.00	8
83	9-พ.ค.-04	13.00	341.20	-6.80	0.00	171.80	172.30	0.90	0.00	297.46	-9.10	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	8
84	9-พ.ค.-04	14.00	335.90	-6.40	0.00	170.00	170.50	0.89	0.00	297.46	-9.20	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	8
85	10-พ.ค.-04	9.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	302.36	-9.00	0.40	1330.00	1452.00	5.74	1.00	9
86	10-พ.ค.-04	10.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	307.26	-8.60	0.40	1330.00	1452.00	5.74	1.00	9
87	10-พ.ค.-04	13.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	287.65	-9.70	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	9
88	10-พ.ค.-04	14.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	287.65	-9.10	0.42	1331.00	1453.00	5.77	1.00	9
89	11-พ.ค.-04	9.00	359.00	-4.70	0.00	177.70	178.30	0.92	0.00	297.46	-6.50	0.42	1335.00	1459.00	5.78	1.00	10
90	11-พ.ค.-04	10.00	367.50	-4.10	0.00	180.50	181.10	0.93	0.00	317.07	-7.30	0.39	1332.00	1455.00	5.73	1.00	10
91	11-พ.ค.-04	13.00	325.40	-7.20	0.00	166.30	166.80	0.88	0.00	297.46	-9.30	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	10
92	11-พ.ค.-04	14.00	329.30	-6.90	0.00	167.70	168.20	0.88	0.00	297.46	-8.80	0.41	1331.00	1453.00	5.76	1.00	10
93	12-พ.ค.-04	9.00	364.70	-4.30	0.00	179.60	180.20	0.93	0.00	307.26	-7.70	0.40	1332.00	1455.00	5.75	1.00	11
94	12-พ.ค.-04	10.00	352.10	-5.20	0.00	175.50	176.00	0.91	0.00	307.26	-7.90	0.40	1332.00	1454.00	5.75	1.00	11
95	12-พ.ค.-04	13.00	320.30	-7.60	0.00	164.50	165.00	0.87	0.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	11
96	12-พ.ค.-04	14.00	317.80	-7.80	0.00	163.60	164.10	0.87	0.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	11
97	13-พ.ค.-04	9.00	324.10	-7.30	0.00	165.90	166.40	0.88	0.00	297.46	-9.10	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	12
98	13-พ.ค.-04	10.00	334.60	-6.50	0.00	169.50	170.00	0.89	0.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	12
99	13-พ.ค.-04	13.00	332.00	-6.70	0.00	168.60	169.10	0.89	0.00	297.46	-8.70	0.41	1331.00	1453.00	5.76	1.00	12
100	13-พ.ค.-04	14.00	333.30	-6.60	0.00	169.10	169.60	0.89	0.00	297.46	-8.90	0.41	1331.00	1453.00	5.75	1.00	12
101	14-พ.ค.-04	9.00	325.40	-7.20	0.00	166.30	166.80	0.88	0.00	297.46	-8.70	0.41	1331.00	1453.00	5.76	1.00	0
102	14-พ.ค.-04	10.00	329.30	-6.90	0.00	167.70	168.20	0.88	0.00	297.46	-9.10	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	0
103	14-พ.ค.-04	13.00	338.60	-6.20	0.00	170.90	171.40	0.89	0.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1453.00	5.75	1.00	0
104	14-พ.ค.-04	14.00	341.20	-6.00	0.00	171.80	172.30	0.90	0.00	297.46	-8.70	0.41	1331.00	1453.00	5.76	1.00	0

หมายเหตุ "Position" ตามรูปที่ ข1

ตารางที่ ๗7 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนรับหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
1	10-ก.ค.-04	9.00	317.07	-7.10	0.39	1333.00	1455.00	5.73	1.00	1493.87	127.90	0.12	1554.00	1739.00	5.88	1.00	1493.87	127.90	0.12	1554.00	1739.00	5.88	1.00	0
2	10-ก.ค.-04	10.00	297.46	-6.50	0.42	1335.00	1459.00	5.78	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	0
3	10-ก.ค.-04	13.00	268.04	-11.10	0.45	1329.00	1450.00	5.79	1.00	1464.45	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.91	1.00	1464.45	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.91	1.00	0
4	10-ก.ค.-04	14.00	258.23	-11.60	0.47	1329.00	1450.00	5.81	1.00	1444.83	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	1444.83	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	0
5	11-ก.ค.-04	9.00	282.75	-7.60	0.44	1334.00	1458.00	5.80	1.00	1454.64	127.00	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1454.64	127.00	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1
6	11-ก.ค.-04	10.00	297.46	-7.50	0.41	1333.00	1456.00	5.77	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	1
7	11-ก.ค.-04	13.00	268.04	-11.10	0.45	1329.00	1450.00	5.79	1.00	1464.45	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.91	1.00	1464.45	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.91	1.00	1
8	11-ก.ค.-04	14.00	258.23	-11.60	0.47	1329.00	1450.00	5.81	1.00	1444.83	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	1444.83	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	1
9	12-ก.ค.-04	9.00	282.75	-10.50	0.43	1329.00	1450.00	5.77	1.00	1454.64	127.00	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1454.64	127.00	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	2
10	12-ก.ค.-04	10.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	2
11	12-ก.ค.-04	13.00	268.04	-11.10	0.45	1329.00	1450.00	5.79	1.00	1454.64	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.92	1.00	1454.64	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.92	1.00	2
12	12-ก.ค.-04	14.00	258.23	-11.60	0.47	1329.00	1450.00	5.81	1.00	1454.64	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	1454.64	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	2
13	13-ก.ค.-04	9.00	307.26	-5.80	0.40	1336.00	1460.00	5.77	1.00	1513.48	126.70	0.12	1551.00	1736.00	5.86	1.00	1513.48	126.70	0.12	1551.00	1736.00	5.86	1.00	3
14	13-ก.ค.-04	10.00	292.55	-9.40	0.42	1330.00	1452.00	5.76	1.00	1464.45	127.50	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	1464.45	127.50	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	3
15	13-ก.ค.-04	13.00	277.84	-11.10	0.44	1328.00	1449.00	5.77	1.00	1454.64	127.60	0.13	1554.00	1739.00	5.89	1.00	1454.64	127.60	0.13	1554.00	1739.00	5.89	1.00	3
16	13-ก.ค.-04	14.00	277.84	-11.10	0.44	1328.00	1449.00	5.77	1.00	1454.64	124.30	0.13	1547.00	1731.00	5.87	1.00	1454.64	124.30	0.13	1547.00	1731.00	5.87	1.00	3
17	14-ก.ค.-04	9.00	268.04	-11.10	0.40	1336.00	1460.00	5.77	1.00	1464.45	131.80	0.12	1551.00	1736.00	5.86	1.00	1464.45	131.80	0.12	1551.00	1736.00	5.86	1.00	4
18	14-ก.ค.-04	10.00	258.23	-11.60	0.42	1331.00	1453.00	5.76	1.00	1444.83	131.30	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	1444.83	131.30	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	4
19	14-ก.ค.-04	13.00	248.42	-12.90	0.49	1327.00	1448.00	5.82	1.00	1395.80	133.30	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	1395.80	133.30	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	4
20	14-ก.ค.-04	14.00	228.81	-13.60	0.53	1328.00	1449.00	5.86	1.00	1385.99	133.10	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	1385.99	133.10	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	4
21	15-ก.ค.-04	9.00	277.84	-10.40	0.42	1330.00	1451.00	5.76	1.00	1454.64	127.60	0.13	1554.00	1740.00	5.89	1.00	1454.64	127.60	0.13	1554.00	1740.00	5.89	1.00	5
22	15-ก.ค.-04	10.00	297.46	-9.20	0.42	1330.00	1451.00	5.76	1.00	1474.25	125.30	0.12	1543.00	1725.00	5.84	1.00	1474.25	125.30	0.12	1543.00	1725.00	5.84	1.00	5
23	15-ก.ค.-04	13.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	1454.64	127.70	0.13	1554.00	1740.00	5.89	1.00	1454.64	127.70	0.13	1554.00	1740.00	5.89	1.00	5
24	15-ก.ค.-04	14.00	292.55	-9.40	0.42	1330.00	1452.00	5.76	1.00	1493.87	122.50	0.12	1543.00	1725.00	5.84	1.00	1493.87	122.50	0.12	1543.00	1725.00	5.84	1.00	5
25	16-ก.ค.-04	9.00	277.84	-10.80	0.44	1329.00	1450.00	5.78	1.00	1454.64	129.20	0.13	1557.00	1743.00	5.90	1.00	1454.64	129.20	0.13	1557.00	1743.00	5.90	1.00	6
26	16-ก.ค.-04	10.00	287.65	-10.00	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	1464.45	129.10	0.13	1556.00	1743.00	5.90	1.00	1464.45	129.10	0.13	1556.00	1743.00	5.90	1.00	6
27	16-ก.ค.-04	13.00	268.04	-11.60	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	1435.03	129.50	0.13	1558.00	1745.00	5.91	1.00	1435.03	129.50	0.13	1558.00	1745.00	5.91	1.00	6

ตารางที่ ๗7 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
28	16-ก.ค.-04	14.00	268.04	-11.60	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	1444.83	127.10	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1444.83	127.10	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	6
29	17-ก.ค.-04	9.00	307.26	-5.80	0.40	1336.00	1460.00	5.77	1.00	1513.48	126.70	0.12	1551.00	1736.00	5.86	1.00	1513.48	126.70	0.12	1551.00	1736.00	5.86	1.00	7
30	17-ก.ค.-04	10.00	297.46	-3.70	0.42	1341.00	1466.00	5.80	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	7
31	17-ก.ค.-04	13.00	268.04	-11.10	0.45	1329.00	1450.00	5.79	1.00	1464.45	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.91	1.00	1464.45	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.91	1.00	7
32	17-ก.ค.-04	14.00	258.23	-11.60	0.47	1329.00	1450.00	5.81	1.00	1444.83	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	1444.83	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	7
33	18-ก.ค.-04	9.00	282.75	-7.60	0.44	1334.00	1458.00	5.80	1.00	1454.64	127.00	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1454.64	127.00	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	8
34	18-ก.ค.-04	10.00	297.46	-6.70	0.41	1335.00	1458.00	5.78	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	8
35	18-ก.ค.-04	13.00	268.04	-11.10	0.45	1329.00	1450.00	5.79	1.00	1464.45	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.91	1.00	1464.45	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.91	1.00	8
36	18-ก.ค.-04	14.00	258.23	-11.60	0.47	1329.00	1450.00	5.81	1.00	1444.83	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	1444.83	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	8
37	19-ก.ค.-04	9.00	307.26	-5.80	0.40	1336.00	1460.00	5.77	1.00	1513.48	126.70	0.12	1551.00	1736.00	5.86	1.00	1513.48	126.70	0.12	1551.00	1736.00	5.86	1.00	9
38	19-ก.ค.-04	10.00	292.55	-9.10	0.42	1331.00	1453.00	5.76	1.00	1464.45	127.50	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	1464.45	127.50	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	9
39	19-ก.ค.-04	13.00	277.84	-10.40	0.44	1329.00	1451.00	5.78	1.00	1454.64	127.60	0.13	1554.00	1739.00	5.89	1.00	1454.64	127.60	0.13	1554.00	1739.00	5.89	1.00	9
40	19-ก.ค.-04	14.00	277.84	-10.60	0.44	1329.00	1451.00	5.78	1.00	1454.64	124.30	0.13	1547.00	1731.00	5.87	1.00	1454.64	124.30	0.13	1547.00	1731.00	5.87	1.00	9
41	20-ก.ค.-04	9.00	248.42	-12.90	0.49	1327.00	1448.00	5.82	1.00	1395.80	133.30	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	1395.80	133.30	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	10
42	20-ก.ค.-04	10.00	248.42	-12.60	0.49	1328.00	1449.00	5.82	1.00	1405.61	134.10	0.13	1567.00	1757.00	5.95	1.00	1405.61	134.10	0.13	1567.00	1757.00	5.95	1.00	10
43	20-ก.ค.-04	13.00	248.42	-12.90	0.49	1327.00	1448.00	5.82	1.00	1395.80	133.30	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	1395.80	133.30	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	10
44	20-ก.ค.-04	14.00	228.81	-13.60	0.53	1328.00	1449.00	5.86	1.00	1385.99	133.10	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	1385.99	133.10	0.14	1566.00	1755.00	5.95	1.00	10
45	21-ก.ค.-04	9.00	277.84	-10.40	0.44	1329.00	1451.00	5.78	1.00	1454.64	127.60	0.13	1554.00	1739.00	5.89	1.00	1454.64	127.60	0.13	1554.00	1739.00	5.89	1.00	11
46	21-ก.ค.-04	10.00	297.46	-9.20	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	1474.25	125.30	0.13	1549.00	1733.00	5.87	1.00	1474.25	125.30	0.13	1549.00	1733.00	5.87	1.00	11
47	21-ก.ค.-04	13.00	287.65	-9.90	0.42	1330.00	1451.00	5.76	1.00	1454.64	127.70	0.13	1554.00	1740.00	5.89	1.00	1454.64	127.70	0.13	1554.00	1740.00	5.89	1.00	11
48	21-ก.ค.-04	14.00	292.55	-9.70	0.42	1330.00	1451.00	5.76	1.00	1493.87	122.50	0.12	1543.00	1725.00	5.84	1.00	1493.87	122.50	0.12	1543.00	1725.00	5.84	1.00	11
49	22-ก.ค.-04	9.00	277.84	-10.50	0.44	1329.00	1451.00	5.78	1.00	1425.22	129.70	0.13	1558.00	1745.00	5.92	1.00	1425.22	129.70	0.13	1558.00	1745.00	5.92	1.00	0
50	22-ก.ค.-04	10.00	287.65	-9.60	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	1425.22	127.20	0.13	1553.00	1739.00	5.90	1.00	1425.22	127.20	0.13	1553.00	1739.00	5.90	1.00	0
51	22-ก.ค.-04	13.00	268.04	-11.40	0.45	1328.00	1450.00	5.79	1.00	1444.83	130.50	0.13	1560.00	1747.00	5.91	1.00	1444.83	130.50	0.13	1560.00	1747.00	5.91	1.00	0
52	22-ก.ค.-04	14.00	258.23	-12.70	0.47	1327.00	1448.00	5.80	1.00	1435.03	130.30	0.13	1559.00	1747.00	5.92	1.00	1435.03	130.30	0.13	1559.00	1747.00	5.92	1.00	0
53	23-ก.ค.-04	9.00	282.75	-10.60	0.43	1329.00	1450.00	5.77	1.00	1474.25	130.90	0.13	1560.00	1747.00	5.91	1.00	1474.25	130.90	0.13	1560.00	1747.00	5.91	1.00	1
54	23-ก.ค.-04	10.00	297.46	-9.10	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	1484.06	130.80	0.13	1559.00	1747.00	5.90	1.00	1484.06	130.80	0.13	1559.00	1747.00	5.90	1.00	1

ตารางที่ ๗7 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
55	23-ก.ค.-04	13.00	282.75	-10.50	0.43	1329.00	1450.00	5.77	1.00	1454.64	126.90	0.13	1552.00	1738.00	5.89	1.00	1454.64	126.90	0.13	1552.00	1738.00	5.89	1.00	1
56	23-ก.ค.-04	14.00	268.04	-11.50	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	1435.03	124.90	0.13	1549.00	1733.00	5.88	1.00	1435.03	124.90	0.13	1549.00	1733.00	5.88	1.00	1
57	24-ก.ค.-04	9.00	307.26	-8.40	0.40	1331.00	1453.00	5.74	1.00	1503.67	124.40	0.12	1546.00	1730.00	5.85	1.00	1503.67	124.40	0.12	1546.00	1730.00	5.85	1.00	2
58	24-ก.ค.-04	10.00	312.17	-8.10	0.39	1331.00	1453.00	5.73	1.00	1513.48	128.70	0.12	1555.00	1741.00	5.88	1.00	1513.48	128.70	0.12	1555.00	1741.00	5.88	1.00	2
59	24-ก.ค.-04	13.00	297.46	-7.90	0.41	1333.00	1455.00	5.76	1.00	1454.64	123.20	0.13	1545.00	1728.00	5.86	1.00	1454.64	123.20	0.13	1545.00	1728.00	5.86	1.00	2
60	24-ก.ค.-04	14.00	287.65	-9.80	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	1444.83	124.70	0.13	1548.00	1732.00	5.88	1.00	1444.83	124.70	0.13	1548.00	1732.00	5.88	1.00	2
61	25-ก.ค.-04	9.00	277.84	-10.80	0.44	1329.00	1450.00	5.78	1.00	1435.03	126.80	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1435.03	126.80	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	3
62	25-ก.ค.-04	10.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	1454.64	129.50	0.13	1557.00	1744.00	5.90	1.00	1454.64	129.50	0.13	1557.00	1744.00	5.90	1.00	3
63	25-ก.ค.-04	13.00	277.84	-10.00	0.44	1330.00	1452.00	5.78	1.00	1454.64	125.60	0.13	1550.00	1734.00	5.88	1.00	1454.64	125.60	0.13	1550.00	1734.00	5.88	1.00	3
64	25-ก.ค.-04	14.00	268.04	-10.70	0.45	1330.00	1451.00	5.80	1.00	1444.83	127.10	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1444.83	127.10	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	3
65	26-ก.ค.-04	9.00	268.04	-11.40	0.45	1328.00	1450.00	5.79	1.00	1435.03	129.50	0.13	1558.00	1745.00	5.91	1.00	1435.03	129.50	0.13	1558.00	1745.00	5.91	1.00	4
66	26-ก.ค.-04	10.00	287.65	-9.60	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	1464.45	128.10	0.13	1555.00	1740.00	5.89	1.00	1464.45	128.10	0.13	1555.00	1740.00	5.89	1.00	4
67	26-ก.ค.-04	13.00	268.04	-11.60	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	1435.03	129.50	0.13	1558.00	1745.00	5.91	1.00	1435.03	129.50	0.13	1558.00	1745.00	5.91	1.00	4
68	26-ก.ค.-04	14.00	268.04	-11.80	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	1444.83	127.10	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1444.83	127.10	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	4
69	27-ก.ค.-04	9.00	282.75	-10.10	0.43	1330.00	1451.00	5.77	1.00	1454.64	126.90	0.13	1552.00	1738.00	5.89	1.00	1454.64	126.90	0.13	1552.00	1738.00	5.89	1.00	5
70	27-ก.ค.-04	10.00	287.65	-9.30	0.42	1331.00	1453.00	5.77	1.00	1444.83	127.30	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	1444.83	127.30	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	5
71	27-ก.ค.-04	13.00	277.84	-11.00	0.44	1328.00	1450.00	5.77	1.00	1444.83	125.40	0.13	1550.00	1734.00	5.88	1.00	1444.83	125.40	0.13	1550.00	1734.00	5.88	1.00	5
72	27-ก.ค.-04	14.00	277.84	-9.80	0.44	1331.00	1453.00	5.79	1.00	1444.83	124.70	0.13	1548.00	1732.00	5.88	1.00	1444.83	124.70	0.13	1548.00	1732.00	5.88	1.00	5
73	28-ก.ค.-04	9.00	287.65	-9.80	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	1464.45	123.30	0.13	1545.00	1728.00	5.86	1.00	1464.45	123.30	0.13	1545.00	1728.00	5.86	1.00	6
74	28-ก.ค.-04	10.00	307.26	-8.60	0.40	1330.00	1452.00	5.74	1.00	1474.25	123.80	0.12	1546.00	1729.00	5.86	1.00	1474.25	123.80	0.12	1546.00	1729.00	5.86	1.00	6
75	28-ก.ค.-04	13.00	307.26	-8.40	0.40	1331.00	1453.00	5.74	1.00	1474.25	122.90	0.12	1544.00	1727.00	5.85	1.00	1474.25	122.90	0.12	1544.00	1727.00	5.85	1.00	6
76	28-ก.ค.-04	14.00	297.46	-9.30	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	1464.45	127.20	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1464.45	127.20	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	6
77	29-ก.ค.-04	9.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	1464.45	133.60	0.13	1565.00	1754.00	5.93	1.00	1464.45	133.60	0.13	1565.00	1754.00	5.93	1.00	7
78	29-ก.ค.-04	10.00	287.65	-9.10	0.42	1331.00	1453.00	5.77	1.00	1464.45	128.20	0.13	1555.00	1741.00	5.89	1.00	1464.45	128.20	0.13	1555.00	1741.00	5.89	1.00	7
79	29-ก.ค.-04	13.00	272.94	-11.20	0.44	1328.00	1450.00	5.78	1.00	1405.61	128.40	0.13	1556.00	1743.00	5.92	1.00	1405.61	128.40	0.13	1556.00	1743.00	5.92	1.00	7
80	29-ก.ค.-04	14.00	268.04	-11.50	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	1444.83	128.90	0.13	1556.00	1743.00	5.90	1.00	1444.83	128.90	0.13	1556.00	1743.00	5.90	1.00	7

ตารางที่ ๗7 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 1 , 2 และ 3

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 1							Position 2							Position 3 (Same as position 2)							หมายเหตุ (จำนวนวัน หลังจาก ล้างเครื่อง ควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
81	30-ก.ค.-04	9.00	277.84	-10.10	0.44	1330.00	1452.00	5.78	1.00	1395.80	123.00	0.13	1546.00	1729.00	5.89	1.00	1395.80	123.00	0.13	1555.00	1741.00	5.89	1.00	8
82	30-ก.ค.-04	10.00	287.65	-9.90	0.42	1330.00	1451.00	5.76	1.00	1415.41	126.40	0.13	1552.00	1737.00	5.90	1.00	1415.41	126.40	0.13	1550.00	1735.00	5.88	1.00	8
83	30-ก.ค.-04	13.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1453.00	5.75	1.00	1464.45	128.20	0.13	1555.00	1741.00	5.89	1.00	1464.45	128.20	0.13	1546.00	1729.00	5.89	1.00	8
84	30-ก.ค.-04	14.00	287.65	-10.00	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	1444.83	125.60	0.13	1550.00	1735.00	5.88	1.00	1444.83	125.60	0.13	1552.00	1737.00	5.90	1.00	8
85	31-ก.ค.-04	9.00	282.75	-10.50	0.43	1329.00	1450.00	5.77	1.00	1454.64	127.00	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	1454.64	127.00	0.13	1553.00	1738.00	5.89	1.00	9
86	31-ก.ค.-04	10.00	297.46	-9.10	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	1513.48	128.30	0.12	1554.00	1740.00	5.87	1.00	9
87	31-ก.ค.-04	13.00	268.04	-11.10	0.45	1329.00	1450.00	5.79	1.00	1454.64	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.92	1.00	1454.64	131.80	0.13	1562.00	1750.00	5.92	1.00	9
88	31-ก.ค.-04	14.00	258.23	-11.60	0.47	1329.00	1450.00	5.81	1.00	1454.64	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	1454.64	131.30	0.13	1561.00	1749.00	5.92	1.00	9
89	1-ส.ค.-04	9.00	277.84	-10.70	0.44	1329.00	1450.00	5.78	1.00	1444.83	122.90	0.13	1545.00	1728.00	5.87	1.00	1444.83	122.90	0.13	1545.00	1728.00	5.87	1.00	10
90	1-ส.ค.-04	10.00	307.26	-8.10	0.40	1331.00	1454.00	5.74	1.00	1444.83	119.80	0.13	1538.00	1720.00	5.85	1.00	1444.83	119.80	0.13	1538.00	1720.00	5.85	1.00	10
91	1-ส.ค.-04	13.00	277.84	-11.00	0.44	1328.00	1450.00	5.77	1.00	1474.25	127.80	0.13	1554.00	1739.00	5.89	1.00	1474.25	127.80	0.13	1554.00	1739.00	5.89	1.00	10
92	1-ส.ค.-04	14.00	268.04	-11.40	0.45	1328.00	1450.00	5.79	1.00	1444.83	125.80	0.13	1550.00	1735.00	5.88	1.00	1444.83	125.80	0.13	1550.00	1735.00	5.88	1.00	10
93	2-ส.ค.-04	9.00	287.65	-9.10	0.42	1331.00	1453.00	5.77	1.00	1474.25	124.80	0.12	1548.00	1732.00	5.87	1.00	1474.25	124.80	0.12	1548.00	1732.00	5.87	1.00	11
94	2-ส.ค.-04	10.00	297.46	-9.20	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	1474.25	127.10	0.13	1552.00	1738.00	5.88	1.00	1474.25	127.10	0.13	1552.00	1738.00	5.88	1.00	11
95	2-ส.ค.-04	13.00	277.84	-10.70	0.44	1329.00	1450.00	5.78	1.00	1454.64	130.80	0.13	1560.00	1747.00	5.91	1.00	1454.64	130.80	0.13	1560.00	1747.00	5.91	1.00	11
96	2-ส.ค.-04	14.00	268.04	-11.70	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	1444.83	127.20	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	1444.83	127.20	0.13	1553.00	1739.00	5.89	1.00	11
97	3-ส.ค.-04	9.00	277.84	-10.80	0.44	1329.00	1450.00	5.78	1.00	1395.80	126.80	0.13	1553.00	1739.00	5.91	1.00	1395.80	126.80	0.13	1553.00	1739.00	5.91	1.00	12
98	3-ส.ค.-04	10.00	287.65	-9.40	0.42	1331.00	1453.00	5.77	1.00	1415.41	127.70	0.13	1555.00	1741.00	5.91	1.00	1415.41	127.70	0.13	1555.00	1741.00	5.91	1.00	12
99	3-ส.ค.-04	13.00	277.84	-9.70	0.44	1331.00	1453.00	5.79	1.00	1415.41	127.70	0.13	1555.00	1741.00	5.91	1.00	1415.41	127.70	0.13	1555.00	1741.00	5.91	1.00	12
100	3-ส.ค.-04	14.00	268.04	-10.40	0.46	1330.00	1452.00	5.80	1.00	1395.80	127.30	0.13	1554.00	1740.00	5.91	1.00	1395.80	127.30	0.13	1554.00	1740.00	5.91	1.00	12
101	4-ส.ค.-04	9.00	277.84	-11.10	0.44	1328.00	1449.00	5.77	1.00	1405.61	123.40	0.13	1546.00	1730.00	5.88	1.00	1405.61	123.40	0.13	1546.00	1730.00	5.88	1.00	0
102	4-ส.ค.-04	10.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	1415.41	127.90	0.13	1555.00	1741.00	5.91	1.00	1415.41	127.90	0.13	1555.00	1741.00	5.91	1.00	0
103	4-ส.ค.-04	13.00	277.84	-11.00	0.44	1328.00	1450.00	5.77	1.00	1415.41	125.90	0.13	1551.00	1736.00	5.90	1.00	1415.41	125.90	0.13	1551.00	1736.00	5.90	1.00	0
104	4-ส.ค.-04	14.00	268.04	-11.50	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	1444.83	128.90	0.13	1556.00	1743.00	5.90	1.00	1444.83	128.90	0.13	1556.00	1743.00	5.90	1.00	0

หมายเหตุ "Position" ตามรูปที่ ๗1

ตารางที่ ข8 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_g = h_g$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
1	10-ก.ค.-04	9.00	1474.25	35.60	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	1474.25	35.60	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	294.40	-9.70	0.07	347.30	367.60	1.64	0.16	0
2	10-ก.ค.-04	10.00	1493.87	37.60	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	1493.87	37.60	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	287.30	-10.30	0.07	350.20	371.00	1.66	0.17	0
3	10-ก.ค.-04	13.00	1444.83	35.50	0.00	358.80	361.20	1.55	0.00	1444.83	35.50	0.00	358.80	361.20	1.55	0.00	290.80	-10.00	0.06	305.50	361.20	1.47	0.13	0
4	10-ก.ค.-04	14.00	1435.03	34.80	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	1435.03	34.80	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	280.30	-10.90	0.07	337.60	357.30	1.61	0.16	0
5	11-ก.ค.-04	9.00	1454.64	35.80	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	1454.64	35.80	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	288.40	-10.20	0.07	347.10	367.60	1.64	0.17	1
6	11-ก.ค.-04	10.00	1493.87	37.60	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	1493.87	37.60	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	338.60	-6.20	0.06	351.50	371.00	1.64	0.16	1
7	11-ก.ค.-04	13.00	1444.83	35.50	0.00	358.80	361.20	1.55	0.00	1444.83	35.50	0.00	358.80	361.20	1.55	0.00	290.80	-10.00	0.07	341.40	361.20	1.62	0.16	1
8	11-ก.ค.-04	14.00	1435.03	34.80	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	1435.03	34.80	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	280.30	-10.90	0.07	337.60	357.30	1.61	0.16	1
9	12-ก.ค.-04	9.00	1454.64	35.80	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	1454.64	35.80	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	288.40	-10.20	0.07	347.10	367.60	1.64	0.17	2
10	12-ก.ค.-04	10.00	1493.87	37.60	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	1493.87	37.60	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	296.80	-9.50	0.07	350.40	371.00	1.65	0.17	2
11	12-ก.ค.-04	13.00	1444.83	35.30	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	1444.83	35.30	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	286.10	-10.40	0.07	340.00	359.80	1.61	0.16	2
12	12-ก.ค.-04	14.00	1435.03	35.00	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	1435.03	35.00	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	284.90	-10.50	0.07	339.10	358.80	1.61	0.16	2
13	13-ก.ค.-04	9.00	1503.67	36.90	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	1503.67	36.90	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	321.60	-7.50	0.06	348.00	367.60	1.63	0.16	3
14	13-ก.ค.-04	10.00	1464.45	36.30	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	1464.45	36.30	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	294.40	-9.70	0.07	349.50	370.00	1.65	0.17	3
15	13-ก.ค.-04	13.00	1454.64	34.00	0.00	353.40	355.90	1.53	0.00	1454.64	34.00	0.00	353.40	355.90	1.53	0.00	278.00	-11.10	0.07	336.20	355.90	1.60	0.16	3
16	13-ก.ค.-04	14.00	1444.83	34.10	0.00	358.30	360.70	1.55	0.00	1444.83	34.10	0.00	358.30	360.70	1.55	0.00	310.20	-8.40	0.06	341.50	360.70	1.61	0.15	3
17	14-ก.ค.-04	9.00	1444.83	35.30	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	1444.83	35.30	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	321.60	-10.00	0.06	348.00	367.60	1.63	0.16	4
18	14-ก.ค.-04	10.00	1435.03	34.80	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	1435.03	34.80	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	294.40	-10.90	0.07	349.50	370.00	1.65	0.17	4
19	14-ก.ค.-04	13.00	1395.80	33.10	0.00	349.60	352.00	1.52	0.00	1395.80	33.10	0.00	349.60	352.00	1.52	0.00	280.30	-10.90	0.07	332.80	352.00	1.58	0.16	4
20	14-ก.ค.-04	14.00	1385.99	32.60	0.00	348.20	350.50	1.52	0.00	1385.99	32.60	0.00	348.20	350.50	1.52	0.00	261.30	-12.60	0.08	330.90	350.50	1.58	0.16	4
21	15-ก.ค.-04	9.00	1454.64	34.00	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	1454.64	34.00	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	309.00	-11.10	0.06	345.40	365.10	1.63	0.16	5
22	15-ก.ค.-04	10.00	1464.45	35.10	0.00	363.10	365.60	1.56	0.00	1464.45	35.10	0.00	363.10	365.60	1.56	0.00	326.70	-7.40	0.06	346.30	365.60	1.63	0.15	5
23	15-ก.ค.-04	13.00	1454.64	35.00	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	1454.64	35.00	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	309.00	-8.50	0.06	345.40	365.10	1.63	0.16	5
24	15-ก.ค.-04	14.00	1474.25	35.60	0.00	363.10	365.60	1.56	0.00	1474.25	35.60	0.00	363.10	365.60	1.56	0.00	326.70	-7.10	0.06	346.30	365.60	1.63	0.15	5
25	16-ก.ค.-04	9.00	1454.64	34.50	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	1454.64	34.50	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	299.20	-9.30	0.07	340.30	359.80	1.61	0.16	6
26	16-ก.ค.-04	10.00	1464.45	35.10	0.00	360.70	363.20	1.56	0.00	1464.45	35.10	0.00	360.70	363.20	1.56	0.00	311.50	-8.30	0.06	343.70	363.20	1.62	0.16	6
27	16-ก.ค.-04	13.00	1435.03	34.90	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	1435.03	34.90	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	266.80	-12.10	0.08	343.40	364.10	1.63	0.17	6

ตารางที่ ข8 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_b = h_d$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
28	16-ก.ค.-04	14.00	1444.83	34.40	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	1444.83	34.40	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	272.30	-11.60	0.07	341.80	362.20	1.63	0.17	6
29	17-ก.ค.-04	9.00	1503.67	36.00	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	1503.67	36.00	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	321.60	-7.50	0.06	348.00	367.60	1.63	0.16	7
30	17-ก.ค.-04	10.00	1493.87	36.60	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	1493.87	36.60	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	338.60	-6.20	0.06	351.50	371.00	1.64	0.16	7
31	17-ก.ค.-04	13.00	1444.83	35.30	0.00	358.80	361.20	1.55	0.00	1444.83	35.30	0.00	358.80	361.20	1.55	0.00	290.80	-10.00	0.07	341.40	361.20	1.62	0.16	7
32	17-ก.ค.-04	14.00	1435.03	34.80	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	1435.03	34.80	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	280.30	-10.90	0.07	337.60	357.30	1.61	0.16	7
33	18-ก.ค.-04	9.00	1454.64	35.50	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	1454.64	35.50	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	288.40	-10.20	0.07	347.10	367.60	1.64	0.17	8
34	18-ก.ค.-04	10.00	1493.87	36.70	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	1493.87	36.70	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	338.60	-6.20	0.06	351.50	371.00	1.64	0.16	8
35	18-ก.ค.-04	13.00	1444.83	35.30	0.00	358.80	361.20	1.55	0.00	1444.83	35.30	0.00	358.80	361.20	1.55	0.00	290.80	-10.00	0.07	341.40	361.20	1.62	0.16	8
36	18-ก.ค.-04	14.00	1435.03	34.80	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	1435.03	34.80	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	280.30	-10.90	0.07	337.60	357.30	1.61	0.16	8
37	19-ก.ค.-04	9.00	1503.67	35.90	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	1503.67	35.90	0.00	365.00	367.60	1.57	0.00	321.60	-7.50	0.06	348.00	367.60	1.63	0.16	9
38	19-ก.ค.-04	10.00	1464.45	35.20	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	1464.45	35.20	0.00	367.50	370.00	1.58	0.00	294.40	-9.70	0.07	349.50	370.00	1.65	0.17	9
39	19-ก.ค.-04	13.00	1454.64	34.00	0.00	353.40	355.90	1.53	0.00	1454.64	34.00	0.00	353.40	355.90	1.53	0.00	278.00	-11.10	0.07	336.20	355.90	1.60	0.16	9
40	19-ก.ค.-04	14.00	1444.83	34.10	0.00	358.30	360.70	1.55	0.00	1444.83	34.10	0.00	358.30	360.70	1.55	0.00	310.20	-8.40	0.06	341.50	360.70	1.61	0.15	9
41	20-ก.ค.-04	9.00	1395.80	33.10	0.00	349.60	352.00	1.52	0.00	1395.80	33.10	0.00	349.60	352.00	1.52	0.00	280.30	-10.90	0.07	332.80	352.00	1.58	0.16	10
42	20-ก.ค.-04	10.00	1405.61	33.60	0.00	353.00	355.40	1.53	0.00	1405.61	33.60	0.00	353.00	355.40	1.53	0.00	272.30	-11.60	0.07	335.60	355.40	1.60	0.16	10
43	20-ก.ค.-04	13.00	1395.80	33.10	0.00	349.60	352.00	1.52	0.00	1395.80	33.10	0.00	349.60	352.00	1.52	0.00	280.30	-10.90	0.07	332.80	352.00	1.58	0.16	10
44	20-ก.ค.-04	14.00	1385.99	32.60	0.00	348.20	350.50	1.52	0.00	1385.99	32.60	0.00	348.20	350.50	1.52	0.00	261.30	-12.60	0.08	330.90	350.50	1.58	0.16	10
45	21-ก.ค.-04	9.00	1454.64	34.00	0.00	353.40	355.90	1.53	0.00	1454.64	34.00	0.00	353.40	355.90	1.53	0.00	278.00	-11.10	0.07	336.20	355.90	1.60	0.16	11
46	21-ก.ค.-04	10.00	1464.45	35.10	0.00	363.10	365.60	1.57	0.00	1464.45	35.10	0.00	363.10	365.60	1.57	0.00	322.90	-7.40	0.06	346.20	365.60	1.63	0.16	11
47	21-ก.ค.-04	13.00	1454.64	35.00	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	1454.64	35.00	0.00	362.70	365.10	1.56	0.00	309.00	-8.50	0.06	345.40	365.10	1.63	0.16	11
48	21-ก.ค.-04	14.00	1474.25	35.80	0.00	363.10	365.60	1.56	0.00	1474.25	35.80	0.00	363.10	365.60	1.56	0.00	326.70	-7.10	0.06	346.30	365.60	1.63	0.15	11
49	22-ก.ค.-04	9.00	1415.41	33.90	0.00	357.40	359.80	1.55	0.00	1415.41	33.90	0.00	357.40	359.80	1.55	0.00	317.80	-7.80	0.06	340.80	359.80	1.61	0.15	0
50	22-ก.ค.-04	10.00	1415.41	33.20	0.00	355.40	357.80	1.54	0.00	1415.41	33.20	0.00	355.40	357.80	1.54	0.00	316.50	-7.90	0.06	339.00	357.80	1.60	0.15	0
51	22-ก.ค.-04	13.00	1435.03	33.80	0.00	359.30	361.70	1.55	0.00	1435.03	33.80	0.00	359.30	361.70	1.55	0.00	316.50	-7.90	0.06	342.50	361.70	1.61	0.15	0
52	22-ก.ค.-04	14.00	1425.22	33.50	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	1425.22	33.50	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	300.40	-9.20	0.06	339.50	358.80	1.61	0.16	0
53	23-ก.ค.-04	9.00	1454.64	33.80	0.00	356.30	358.80	1.54	0.00	1454.64	33.80	0.00	356.30	358.80	1.54	0.00	301.60	-9.10	0.06	339.50	358.80	1.61	0.16	1
54	23-ก.ค.-04	10.00	1464.45	35.10	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	1464.45	35.10	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	286.10	-10.40	0.07	343.50	363.70	1.63	0.16	1

ตารางที่ ข8 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_b = h_d$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
55	23-ก.ค.-04	13.00	1444.83	34.50	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	1444.83	34.50	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	321.60	-7.50	0.06	341.40	360.30	1.61	0.15	1
56	23-ก.ค.-04	14.00	1435.03	34.20	0.00	355.40	357.80	1.54	0.00	1435.03	34.20	0.00	355.40	357.80	1.54	0.00	314.00	-8.10	0.06	338.90	357.80	1.60	0.15	1
57	24-ก.ค.-04	9.00	1484.06	35.10	0.00	361.60	364.20	1.56	0.00	1484.06	35.10	0.00	361.60	364.20	1.56	0.00	332.00	-6.70	0.06	345.20	364.20	1.62	0.15	2
58	24-ก.ค.-04	10.00	1493.87	35.80	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	1493.87	35.80	0.00	365.50	368.10	1.57	0.00	305.30	-8.80	0.07	348.00	368.10	1.64	0.16	2
59	24-ก.ค.-04	13.00	1454.64	35.20	0.00	363.10	365.60	1.57	0.00	1454.64	35.20	0.00	363.10	365.60	1.57	0.00	330.60	-6.80	0.06	346.40	365.60	1.62	0.15	2
60	24-ก.ค.-04	14.00	1444.83	34.80	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	1444.83	34.80	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	314.00	-8.10	0.06	344.30	363.70	1.62	0.16	2
61	25-ก.ค.-04	9.00	1425.22	34.30	0.00	355.90	358.30	1.54	0.00	1425.22	34.30	0.00	355.90	358.30	1.54	0.00	309.00	-8.50	0.06	339.20	358.30	1.60	0.15	3
62	25-ก.ค.-04	10.00	1435.03	34.70	0.00	360.70	363.20	1.56	0.00	1435.03	34.70	0.00	360.70	363.20	1.56	0.00	311.50	-8.30	0.06	343.70	363.20	1.62	0.16	3
63	25-ก.ค.-04	13.00	1454.64	34.40	0.00	360.20	362.70	1.56	0.00	1454.64	34.40	0.00	360.20	362.70	1.56	0.00	319.00	-7.70	0.06	343.50	362.70	1.62	0.15	3
64	25-ก.ค.-04	14.00	1435.03	33.80	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	1435.03	33.80	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	310.20	-8.40	0.06	340.60	359.80	1.61	0.15	3
65	26-ก.ค.-04	9.00	1435.03	34.90	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	1435.03	34.90	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	266.80	-12.10	0.08	343.40	364.10	1.63	0.17	4
66	26-ก.ค.-04	10.00	1464.45	35.40	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	1464.45	35.40	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	283.80	-10.60	0.07	346.60	367.10	1.64	0.17	4
67	26-ก.ค.-04	13.00	1435.03	34.90	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	1435.03	34.90	0.00	361.70	364.10	1.56	0.00	266.80	-12.10	0.08	343.40	364.10	1.63	0.17	4
68	26-ก.ค.-04	14.00	1444.83	34.40	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	1444.83	34.40	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	272.30	-11.60	0.07	341.80	362.20	1.63	0.17	4
69	27-ก.ค.-04	9.00	1444.83	34.50	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	1444.83	34.50	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	321.60	-7.50	0.06	341.40	360.30	1.61	0.15	5
70	27-ก.ค.-04	10.00	1435.03	34.80	0.00	358.30	360.70	1.55	0.00	1435.03	34.80	0.00	358.30	360.70	1.55	0.00	315.20	-8.00	0.06	341.60	360.70	1.61	0.15	5
71	27-ก.ค.-04	13.00	1444.83	34.70	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	1444.83	34.70	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	320.30	-7.60	0.06	341.30	360.30	1.61	0.15	5
72	27-ก.ค.-04	14.00	1444.83	34.80	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	1444.83	34.80	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	314.00	-8.10	0.06	344.30	363.70	1.62	0.16	5
73	28-ก.ค.-04	9.00	1454.64	34.20	0.00	359.20	361.70	1.55	0.00	1454.64	34.20	0.00	359.20	361.70	1.55	0.00	328.00	-7.00	0.06	342.80	361.70	1.61	0.15	6
74	28-ก.ค.-04	10.00	1464.45	35.50	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	1464.45	35.50	0.00	364.60	367.10	1.57	0.00	338.60	-6.20	0.06	348.00	367.10	1.63	0.15	6
75	28-ก.ค.-04	13.00	1464.45	35.50	0.00	362.60	365.10	1.56	0.00	1464.45	35.50	0.00	362.60	365.10	1.56	0.00	324.10	-7.30	0.06	345.80	365.10	1.62	0.15	6
76	28-ก.ค.-04	14.00	1454.64	34.80	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	1454.64	34.80	0.00	357.80	360.30	1.55	0.00	312.70	-8.20	0.06	341.20	360.30	1.61	0.15	6
77	29-ก.ค.-04	9.00	1454.64	34.90	0.00	361.70	364.20	1.56	0.00	1454.64	34.90	0.00	361.70	364.20	1.56	0.00	286.10	-10.40	0.07	344.00	364.20	1.63	0.16	7
78	29-ก.ค.-04	10.00	1464.45	34.90	0.00	360.70	363.20	1.56	0.00	1464.45	34.90	0.00	360.70	363.20	1.56	0.00	310.20	-8.40	0.06	343.70	363.20	1.62	0.16	7
79	29-ก.ค.-04	13.00	1356.57	32.80	0.00	348.70	351.00	1.52	0.00	1356.57	32.80	0.00	348.70	351.00	1.52	0.00	294.40	-9.70	0.06	332.20	351.00	1.58	0.15	7
80	29-ก.ค.-04	14.00	1415.41	34.00	0.00	356.90	359.30	1.54	0.00	1415.41	34.00	0.00	356.90	359.30	1.54	0.00	302.80	-9.00	0.06	340.00	359.30	1.61	0.16	7
81	30-ก.ค.-04	9.00	1376.19	33.20	0.00	355.00	357.30	1.54	0.00	1376.19	33.20	0.00	355.00	357.30	1.54	0.00	309.00	-8.50	0.06	342.80	362.20	1.62	0.16	8

ตารางที่ ข8 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 4 , 5 และ 6

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 4							Position 5 (Same as position 4)							Position 6 (Throttling process, $h_6 = h_5$)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
82	30-ก.ค.-04	10.00	1385.99	33.50	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	1385.99	33.50	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	310.20	-8.40	0.06	342.80	362.20	1.62	0.16	8
83	30-ก.ค.-04	13.00	1454.64	34.30	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	1454.64	34.30	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	299.20	-9.30	0.06	338.10	357.30	1.60	0.15	8
84	30-ก.ค.-04	14.00	1444.83	34.20	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	1444.83	34.20	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	298.00	-9.40	0.07	339.40	358.80	1.61	0.16	8
85	31-ก.ค.-04	9.00	1454.64	35.40	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	1454.64	35.40	0.00	365.10	367.60	1.57	0.00	288.40	-10.20	0.07	347.10	367.60	1.64	0.17	9
86	31-ก.ค.-04	10.00	1493.87	36.70	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	1493.87	36.70	0.00	368.40	371.00	1.58	0.00	296.80	-9.50	0.07	350.40	371.00	1.65	0.17	9
87	31-ก.ค.-04	13.00	1444.83	35.30	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	1444.83	35.30	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	286.10	-10.40	0.07	340.00	359.80	1.61	0.16	9
88	31-ก.ค.-04	14.00	1435.03	34.80	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	1435.03	34.80	0.00	356.40	358.80	1.54	0.00	284.90	-10.50	0.07	339.10	358.80	1.61	0.16	9
89	1-ส.ค.-04	9.00	1435.03	32.40	0.00	350.50	353.00	1.52	0.00	1435.03	32.40	0.00	350.50	353.00	1.52	0.00	325.40	-7.20	0.06	334.90	353.00	1.58	0.14	10
90	1-ส.ค.-04	10.00	1425.22	33.90	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	1425.22	33.90	0.00	354.90	357.30	1.54	0.00	339.90	-6.10	0.05	339.10	357.30	1.59	0.14	10
91	1-ส.ค.-04	13.00	1454.64	34.40	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	1454.64	34.40	0.00	359.70	362.20	1.55	0.00	294.40	-9.70	0.07	342.40	362.20	1.62	0.16	10
92	1-ส.ค.-04	14.00	1444.83	34.10	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	1444.83	34.10	0.00	357.30	359.80	1.55	0.00	292.00	-9.90	0.07	340.20	359.80	1.61	0.16	10
93	2-ส.ค.-04	9.00	1464.45	33.60	0.00	353.40	355.90	1.53	0.00	1464.45	33.60	0.00	353.40	355.90	1.53	0.00	330.60	-6.80	0.06	337.60	355.90	1.59	0.15	11
94	2-ส.ค.-04	10.00	1464.45	34.60	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	1464.45	34.60	0.00	361.20	363.70	1.56	0.00	325.40	-7.20	0.06	344.60	363.70	1.62	0.15	11
95	2-ส.ค.-04	13.00	1444.83	35.30	0.00	363.20	365.60	1.57	0.00	1444.83	35.30	0.00	363.20	365.60	1.57	0.00	289.60	-10.10	0.07	345.40	365.60	1.63	0.16	11
96	2-ส.ค.-04	14.00	1439.93	34.70	0.00	359.30	361.70	1.55	0.00	1439.93	34.70	0.00	359.30	361.70	1.55	0.00	281.40	-10.80	0.07	341.60	361.70	1.62	0.16	11
97	3-ส.ค.-04	9.00	1376.19	32.80	0.00	351.10	353.40	1.53	0.00	1376.19	32.80	0.00	351.10	353.40	1.53	0.00	293.20	-9.80	0.06	334.40	353.40	1.59	0.15	12
98	3-ส.ค.-04	10.00	1395.80	34.30	0.00	359.30	361.70	1.55	0.00	1395.80	34.30	0.00	359.30	361.70	1.55	0.00	309.00	-8.50	0.06	342.30	361.70	1.61	0.16	12
99	3-ส.ค.-04	13.00	1395.80	33.80	0.00	357.40	359.80	1.55	0.00	1395.80	33.80	0.00	357.40	359.80	1.55	0.00	300.40	-9.20	0.06	340.40	359.80	1.61	0.16	12
100	3-ส.ค.-04	14.00	1376.19	33.10	0.00	352.60	354.90	1.53	0.00	1376.19	33.10	0.00	352.60	354.90	1.53	0.00	295.60	-9.60	0.06	335.80	354.90	1.59	0.15	12
101	4-ส.ค.-04	9.00	1395.80	32.30	0.00	347.20	349.60	1.51	0.00	1395.80	32.30	0.00	347.20	349.60	1.51	0.00	294.40	-9.70	0.06	331.00	349.60	1.57	0.15	0
102	4-ส.ค.-04	10.00	1405.61	33.50	0.00	354.00	356.40	1.54	0.00	1405.61	33.50	0.00	354.00	356.40	1.54	0.00	304.00	-8.90	0.06	337.40	356.40	1.60	0.15	0
103	4-ส.ค.-04	13.00	1395.80	33.70	0.00	350.60	353.00	1.52	0.00	1395.80	33.70	0.00	350.60	353.00	1.52	0.00	306.50	-8.70	0.06	334.40	353.00	1.58	0.15	0
104	4-ส.ค.-04	14.00	1415.41	34.00	0.00	356.90	359.30	1.54	0.00	1415.41	34.00	0.00	356.90	359.30	1.54	0.00	302.80	-9.00	0.06	340.00	359.30	1.61	0.16	0

หมายเหตุ "Position" ตามรูปที่ ข1

ตารางที่ ๗๑ ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
1	10-ก.ค.-04	9.00	294.40	-9.70	0.00	154.90	155.40	0.83	0.00	317.07	-7.80	0.39	1331.00	1453.00	5.73	1.00	0
2	10-ก.ค.-04	10.00	287.30	-10.30	0.00	152.20	152.70	0.82	0.00	297.46	-8.60	0.41	1331.00	1454.00	5.76	1.00	0
3	10-ก.ค.-04	13.00	290.80	-10.00	0.00	153.60	154.00	0.83	0.00	268.04	-11.80	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	0
4	10-ก.ค.-04	14.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	258.23	-12.10	0.47	1328.00	1449.00	5.81	1.00	0
5	11-ก.ค.-04	9.00	288.40	-10.20	0.00	152.60	153.10	0.83	0.00	282.75	-8.30	0.43	1333.00	1456.00	5.79	1.00	1
6	11-ก.ค.-04	10.00	338.60	-6.20	0.00	170.90	171.40	0.89	0.00	297.46	-7.90	0.41	1333.00	1455.00	5.76	1.00	1
7	11-ก.ค.-04	13.00	290.80	-10.00	0.00	153.60	154.00	0.83	0.00	268.04	-11.90	0.45	1327.00	1448.00	5.79	1.00	1
8	11-ก.ค.-04	14.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	258.23	-12.50	0.47	1327.00	1448.00	5.80	1.00	1
9	12-ก.ค.-04	9.00	288.40	-10.20	0.00	152.60	153.10	0.83	0.00	282.75	-10.60	0.43	1329.00	1450.00	5.77	1.00	2
10	12-ก.ค.-04	10.00	296.80	-9.50	0.00	155.90	156.30	0.84	0.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	2
11	12-ก.ค.-04	13.00	286.10	-10.40	0.00	151.70	152.20	0.82	0.00	268.04	-11.90	0.45	1327.00	1448.00	5.79	1.00	2
12	12-ก.ค.-04	14.00	284.90	-10.50	0.00	151.30	151.70	0.82	0.00	258.23	-12.60	0.47	1327.00	1448.00	5.80	1.00	2
13	13-ก.ค.-04	9.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	307.26	-6.40	0.40	1335.00	1458.00	5.76	1.00	3
14	13-ก.ค.-04	10.00	294.40	-9.70	0.00	154.90	155.40	0.83	0.00	292.55	-9.80	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	3
15	13-ก.ค.-04	13.00	278.00	-11.10	0.00	148.60	149.00	0.81	0.00	277.84	-10.80	0.44	1329.00	1450.00	5.78	1.00	3
16	13-ก.ค.-04	14.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	277.84	-11.10	0.44	1328.00	1449.00	5.77	1.00	3
17	14-ก.ค.-04	9.00	321.60	-10.00	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	268.04	-11.70	0.40	1333.00	1456.00	5.75	1.00	4
18	14-ก.ค.-04	10.00	294.40	-10.90	0.00	154.90	155.40	0.83	0.00	258.23	-12.40	0.42	1330.00	1452.00	5.76	1.00	4
19	14-ก.ค.-04	13.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	248.42	-13.20	0.49	1327.00	1447.00	5.82	1.00	4
20	14-ก.ค.-04	14.00	261.30	-12.60	0.00	141.70	142.10	0.78	0.00	228.81	-14.30	0.53	1326.00	1447.00	5.85	1.00	4
21	15-ก.ค.-04	9.00	309.00	-11.10	0.00	160.40	160.90	0.86	0.00	277.84	-11.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	5
22	15-ก.ค.-04	10.00	326.70	-7.40	0.00	166.80	167.30	0.88	0.00	297.46	-9.30	0.42	1330.00	1451.00	5.76	1.00	5
23	15-ก.ค.-04	13.00	309.00	-8.50	0.00	160.40	160.90	0.86	0.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	5
24	15-ก.ค.-04	14.00	326.70	-7.10	0.00	166.80	167.30	0.88	0.00	292.55	-9.70	0.42	1330.00	1451.00	5.76	1.00	5
25	16-ก.ค.-04	9.00	299.20	-9.30	0.00	156.80	157.20	0.84	0.00	277.84	-11.00	0.44	1328.00	1450.00	5.77	1.00	6
26	16-ก.ค.-04	10.00	311.50	-8.30	0.00	161.30	161.80	0.86	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	6

ตารางที่ ๗๑ ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
27	16-ก.ค.-04	13.00	266.80	-12.10	0.00	144.00	144.40	0.79	0.00	268.04	-11.90	0.45	1327.00	1448.00	5.79	1.00	6
28	16-ก.ค.-04	14.00	272.30	-11.60	0.00	146.30	146.70	0.80	0.00	268.04	-11.60	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	6
29	17-ก.ค.-04	9.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	307.26	-6.80	0.40	1334.00	1457.00	5.76	1.00	7
30	17-ก.ค.-04	10.00	338.60	-6.20	0.00	170.90	171.40	0.89	0.00	297.46	-8.90	0.41	1331.00	1453.00	5.75	1.00	7
31	17-ก.ค.-04	13.00	290.80	-10.00	0.00	153.60	154.00	0.83	0.00	268.04	-11.60	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	7
32	17-ก.ค.-04	14.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	258.23	-12.50	0.47	1327.00	1448.00	5.80	1.00	7
33	18-ก.ค.-04	9.00	288.40	-10.20	0.00	152.60	153.10	0.83	0.00	282.75	-8.70	0.43	1332.00	1455.00	5.79	1.00	8
34	18-ก.ค.-04	10.00	338.60	-6.20	0.00	170.90	171.40	0.89	0.00	297.46	-7.60	0.41	1333.00	1456.00	5.77	1.00	8
35	18-ก.ค.-04	13.00	290.80	-10.00	0.00	153.60	154.00	0.83	0.00	268.04	-11.70	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	8
36	18-ก.ค.-04	14.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	258.23	-12.40	0.47	1327.00	1448.00	5.80	1.00	8
37	19-ก.ค.-04	9.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	307.26	-7.30	0.40	1333.00	1456.00	5.75	1.00	9
38	19-ก.ค.-04	10.00	294.40	-9.70	0.00	154.90	155.40	0.83	0.00	292.55	-9.30	0.42	1330.00	1452.00	5.76	1.00	9
39	19-ก.ค.-04	13.00	278.00	-11.10	0.00	148.60	149.00	0.81	0.00	277.84	-10.90	0.44	1328.00	1450.00	5.78	1.00	9
40	19-ก.ค.-04	14.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	277.84	-10.80	0.44	1329.00	1450.00	5.78	1.00	9
41	20-ก.ค.-04	9.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	248.42	-13.30	0.49	1326.00	1447.00	5.82	1.00	10
42	20-ก.ค.-04	10.00	272.30	-11.60	0.00	146.30	146.70	0.80	0.00	248.42	-13.00	0.49	1327.00	1448.00	5.82	1.00	10
43	20-ก.ค.-04	13.00	280.30	-10.90	0.00	149.50	149.90	0.81	0.00	248.42	-13.40	0.49	1326.00	1447.00	5.82	1.00	10
44	20-ก.ค.-04	14.00	261.30	-12.60	0.00	141.70	142.10	0.78	0.00	228.81	-14.10	0.53	1327.00	1447.00	5.86	1.00	10
45	21-ก.ค.-04	9.00	278.00	-11.10	0.00	148.60	149.00	0.81	0.00	277.84	-11.10	0.44	1328.00	1449.00	5.77	1.00	11
46	21-ก.ค.-04	10.00	322.90	-7.40	0.00	165.40	165.90	0.87	0.00	297.46	-9.30	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	11
47	21-ก.ค.-04	13.00	309.00	-8.50	0.00	160.40	160.90	0.86	0.00	287.65	-10.00	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	11
48	21-ก.ค.-04	14.00	326.70	-7.10	0.00	166.80	167.30	0.88	0.00	292.55	-9.70	0.42	1330.00	1451.00	5.76	1.00	11
49	22-ก.ค.-04	9.00	317.80	-7.80	0.00	163.60	164.10	0.87	0.00	277.84	-10.90	0.44	1328.00	1450.00	5.78	1.00	0
50	22-ก.ค.-04	10.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	287.65	-9.70	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	0
51	22-ก.ค.-04	13.00	316.50	-7.90	0.00	163.10	163.60	0.87	0.00	268.04	-11.80	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	0

ตารางที่ ๗๑ ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
52	22-ก.ค.-04	14.00	300.40	-9.20	0.00	157.20	157.70	0.84	0.00	258.23	-12.70	0.47	1327.00	1448.00	5.80	1.00	0
53	23-ก.ค.-04	9.00	301.60	-9.10	0.00	157.70	158.10	0.84	0.00	282.75	-10.60	0.43	1329.00	1450.00	5.77	1.00	1
54	23-ก.ค.-04	10.00	286.10	-10.40	0.00	151.70	152.20	0.82	0.00	297.46	-9.40	0.41	1330.00	1451.00	5.75	1.00	1
55	23-ก.ค.-04	13.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	282.75	-10.90	0.47	1369.00	1502.00	5.96	1.00	1
56	23-ก.ค.-04	14.00	314.00	-8.10	0.00	162.20	162.70	0.86	0.00	268.04	-11.70	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	1
57	24-ก.ค.-04	9.00	332.00	-6.70	0.00	168.60	169.10	0.89	0.00	307.26	-8.60	0.40	1330.00	1452.00	5.74	1.00	2
58	24-ก.ค.-04	10.00	305.30	-8.80	0.00	159.00	159.50	0.85	0.00	312.17	-8.20	0.39	1331.00	1453.00	5.73	1.00	2
59	24-ก.ค.-04	13.00	330.60	-6.80	0.00	168.10	168.70	0.88	0.00	297.46	-8.80	0.41	1331.00	1453.00	5.76	1.00	2
60	24-ก.ค.-04	14.00	314.00	-8.10	0.00	162.20	162.70	0.86	0.00	287.65	-10.00	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	2
61	25-ก.ค.-04	9.00	309.00	-8.50	0.00	160.40	160.90	0.86	0.00	277.84	-11.10	0.44	1328.00	1449.00	5.77	1.00	3
62	25-ก.ค.-04	10.00	311.50	-8.30	0.00	161.30	161.80	0.86	0.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	3
63	25-ก.ค.-04	13.00	319.00	-7.70	0.00	164.00	164.50	0.87	0.00	277.84	-11.10	0.44	1328.00	1449.00	5.77	1.00	3
64	25-ก.ค.-04	14.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	268.04	-11.80	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	3
65	26-ก.ค.-04	9.00	266.80	-12.10	0.00	144.00	144.40	0.79	0.00	268.04	-11.90	0.45	1327.00	1448.00	5.79	1.00	4
66	26-ก.ค.-04	10.00	283.80	-10.60	0.00	150.80	151.30	0.82	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	4
67	26-ก.ค.-04	13.00	266.80	-12.10	0.00	144.00	144.40	0.79	0.00	268.04	-11.80	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	4
68	26-ก.ค.-04	14.00	272.30	-11.60	0.00	146.30	146.70	0.80	0.00	268.04	-11.90	0.45	1327.00	1448.00	5.79	1.00	4
69	27-ก.ค.-04	9.00	321.60	-7.50	0.00	165.00	165.50	0.87	0.00	282.75	-10.60	0.43	1329.00	1450.00	5.77	1.00	5
70	27-ก.ค.-04	10.00	315.20	-8.00	0.00	162.70	163.20	0.86	0.00	287.65	-9.50	0.42	1330.00	1452.00	5.77	1.00	5
71	27-ก.ค.-04	13.00	320.30	-7.60	0.00	164.50	165.00	0.87	0.00	277.84	-11.00	0.44	1328.00	1450.00	5.77	1.00	5
72	27-ก.ค.-04	14.00	314.00	-8.10	0.00	162.20	162.70	0.86	0.00	277.84	-10.00	0.44	1330.00	1452.00	5.78	1.00	5
73	28-ก.ค.-04	9.00	328.00	-7.00	0.00	167.20	167.70	0.88	0.00	287.65	-6.70	0.43	1336.00	1459.00	5.79	1.00	6
74	28-ก.ค.-04	10.00	338.60	-6.20	0.00	170.90	171.40	0.89	0.00	307.26	-8.30	0.40	1331.00	1453.00	5.74	1.00	6
75	28-ก.ค.-04	13.00	324.10	-7.30	0.00	165.90	166.40	0.88	0.00	307.26	-7.70	0.40	1332.00	1455.00	5.75	1.00	6
76	28-ก.ค.-04	14.00	312.70	-8.20	0.00	161.80	162.20	0.86	0.00	297.46	-9.30	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	6

ตารางที่ ข9 ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแอมโมเนียช่วงฤดูฝน ณ ตำแหน่ง 7 และ 8

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Position 7 (Same pressure and temperature as position 6 in saturated quality)							Position 8 (Same pressure as position 1)							หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจาก ล้างเครื่องควบแน่น)
			P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	P (kPa)	T (C)	v (m ³ /kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg×K)	x	
77	29-ก.ค.-04	9.00	286.10	-10.40	0.00	151.70	152.20	0.82	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	7
78	29-ก.ค.-04	10.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	287.65	-10.10	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	7
79	29-ก.ค.-04	13.00	294.40	-9.70	0.00	154.90	155.40	0.83	0.00	272.94	-11.50	0.44	1328.00	1449.00	5.78	1.00	7
80	29-ก.ค.-04	14.00	302.80	-9.00	0.00	158.10	158.60	0.85	0.00	268.04	-11.50	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	7
81	30-ก.ค.-04	9.00	309.00	-8.50	0.00	160.40	160.90	0.86	0.00	277.84	-10.80	0.44	1329.00	1450.00	5.78	1.00	8
82	30-ก.ค.-04	10.00	310.20	-8.40	0.00	160.90	161.30	0.86	0.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	8
83	30-ก.ค.-04	13.00	299.20	-9.30	0.00	156.80	157.20	0.84	0.00	297.46	-9.00	0.41	1330.00	1453.00	5.75	1.00	8
84	30-ก.ค.-04	14.00	298.00	-9.40	0.00	156.30	156.80	0.84	0.00	287.65	-10.00	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	8
85	31-ก.ค.-04	9.00	288.40	-10.20	0.00	152.60	153.10	0.83	0.00	282.75	-10.50	0.43	1329.00	1450.00	5.77	1.00	9
86	31-ก.ค.-04	10.00	296.80	-9.50	0.00	155.90	156.30	0.84	0.00	297.46	-9.30	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	9
87	31-ก.ค.-04	13.00	286.10	-10.40	0.00	151.70	152.20	0.82	0.00	268.04	-11.80	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	9
88	31-ก.ค.-04	14.00	284.90	-10.50	0.00	151.30	151.70	0.82	0.00	258.23	-12.20	0.47	1328.00	1449.00	5.81	1.00	9
89	1-ส.ค.-04	9.00	325.40	-7.20	0.00	166.30	166.80	0.88	0.00	277.84	-9.00	0.44	1332.00	1455.00	5.79	1.00	10
90	1-ส.ค.-04	10.00	339.90	-6.10	0.00	171.40	171.90	0.90	0.00	307.26	-8.30	0.40	1331.00	1453.00	5.74	1.00	10
91	1-ส.ค.-04	13.00	294.40	-9.70	0.00	154.90	155.40	0.83	0.00	277.84	-11.00	0.44	1328.00	1450.00	5.77	1.00	10
92	1-ส.ค.-04	14.00	292.00	-9.90	0.00	154.00	154.50	0.83	0.00	268.04	-11.60	0.45	1328.00	1449.00	5.76	1.00	10
93	2-ส.ค.-04	9.00	330.60	-6.80	0.00	168.10	168.70	0.88	0.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	11
94	2-ส.ค.-04	10.00	325.40	-7.20	0.00	166.30	166.80	0.88	0.00	297.46	-9.20	0.41	1330.00	1452.00	5.75	1.00	11
95	2-ส.ค.-04	13.00	289.60	-10.10	0.00	153.10	153.60	0.83	0.00	277.84	-10.90	0.44	1328.00	1450.00	5.78	1.00	11
96	2-ส.ค.-04	14.00	281.40	-10.80	0.00	149.90	150.30	0.82	0.00	268.04	-11.70	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	11
97	3-ส.ค.-04	9.00	293.20	-9.80	0.00	154.50	154.90	0.83	0.00	277.84	-10.80	0.44	1329.00	1450.00	5.78	1.00	12
98	3-ส.ค.-04	10.00	309.00	-8.50	0.00	160.40	160.90	0.86	0.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	12
99	3-ส.ค.-04	13.00	300.40	-9.20	0.00	157.20	157.70	0.84	0.00	277.84	-10.60	0.44	1329.00	1451.00	5.78	1.00	12
100	3-ส.ค.-04	14.00	295.60	-9.60	0.00	155.40	155.90	0.84	0.00	268.04	-10.50	0.45	1330.00	1452.00	5.80	1.00	12
101	4-ส.ค.-04	9.00	294.40	-9.70	0.00	154.90	155.40	0.83	0.00	277.84	-11.10	0.44	1328.00	1449.00	5.77	1.00	0
102	4-ส.ค.-04	10.00	304.00	-8.90	0.00	158.60	159.00	0.85	0.00	287.65	-10.20	0.42	1329.00	1451.00	5.76	1.00	0
103	4-ส.ค.-04	13.00	306.50	-8.70	0.00	159.50	160.00	0.85	0.00	277.84	-11.10	0.44	1328.00	1449.00	5.77	1.00	0
104	4-ส.ค.-04	14.00	302.80	-9.00	0.00	158.10	158.60	0.85	0.00	268.04	-11.70	0.45	1328.00	1449.00	5.79	1.00	0

หมายเหตุ "Position" ตามรูปที่ ข1

ภาคผนวก ค

ค่าจากการคำนวณจากการบันทึกข้อมูลแต่ละครั้ง

เมื่อได้คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของแต่ละตำแหน่งจากภาคผนวก ข แล้ว นำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการคำนวณหาค่าต่างๆ ที่ต้องการ ดังต่อไปนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค1 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูหนาว

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.) , % V.E. = 100-(C x ((P ₂ /P ₁) ^{1/(n-1)})-1))	Mass Flow Rate (m') , kg/s m' = V.E. x (8x3.584x10 ⁻³ x rps /v ₁)/100	Mass Flow Rate (m' ₂) , kg/s m' ₂ = m'(1-x _g)	Work Input of Compressor (W _m , kW) W _m = m'(h ₂ - h ₁)	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q _L , kW) Q _L = m'(h _g - h ₁)	COP (Q _L / W _m)	Heat Transfer Rate of Condenser (Q _H , kW) Q _H = m'(h ₃ - h ₄)	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = Q _L / Overall Electrical Power)	Fouling Resistor Calculation , R _f R _f = (1/U _i) - (1/U _o)					หมายเหตุ (จำนวน วันหลัง จากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD (T _c -T _i)/ln((T _c -T _r)/((T _c -T _o)))	Area (m ²)	U _i , W/m ² C U _i = Q _H / (LMTDxArea)	U _o , W/m ² C	R _f	
1	13-พ.ย.-03	9.00	91.76	0.7428	0.6198	202.7	803.1	3.96	1,017.0	225.5	3.56	2.77	495.7	741.7	2865.0	0.000999	0
2	13-พ.ย.-03	14.00	91.98	0.7481	0.6222	208.0	798.5	3.84	1,029.0	230.5	3.46	1.94	495.7	1072.6	2865.0	0.000583	0
3	23-พ.ย.-03	9.00	91.99	0.7890	0.6871	222.5	885.3	3.98	1,080.2	226.5	3.91	4.19	495.7	520.6	2865.0	0.001572	0
4	23-พ.ย.-03	14.00	90.71	0.6824	0.5735	204.0	744.4	3.65	949.6	230.5	3.23	0.66	495.7	2916.5	2865.0	-0.000006	0
5	24-พ.ย.-03	9.00	92.31	0.8129	0.6785	221.9	875.5	3.95	1,107.0	225.5	3.88	2.45	495.7	913.0	2865.0	0.000746	1
6	24-พ.ย.-03	14.00	90.65	0.6816	0.5756	203.8	746.1	3.66	947.5	229.5	3.25	1.68	495.7	1140.1	2865.0	0.000528	1
7	25-พ.ย.-03	9.00	91.76	0.7757	0.6517	222.6	844.3	3.79	1,061.9	225.5	3.74	2.57	495.7	833.1	2865.0	0.000851	2
8	25-พ.ย.-03	14.00	91.10	0.7279	0.6118	216.2	790.1	3.65	1,005.0	225.4	3.51	3.13	495.7	647.1	2865.0	0.001196	2
9	26-พ.ย.-03	9.00	91.73	0.7826	0.6533	231.7	841.7	3.63	1,081.6	224.5	3.75	3.35	495.7	651.6	2865.0	0.001186	3
10	26-พ.ย.-03	14.00	89.91	0.6009	0.5013	183.9	654.1	3.56	844.0	226.5	2.89	0.80	495.7	2129.6	2865.0	0.000121	3
11	29-พ.ย.-03	9.00	92.05	0.7352	0.6176	202.9	796.0	3.92	1,010.0	225.4	3.53	2.76	495.7	739.2	2865.0	0.001004	6
12	29-พ.ย.-03	14.00	91.67	0.7649	0.6429	221.1	829.4	3.75	1,051.6	231.4	3.58	3.73	495.7	569.2	2865.0	0.001408	6
13	30-พ.ย.-03	9.00	91.35	0.7384	0.6225	216.3	804.8	3.72	1,021.3	222.5	3.62	2.47	495.7	835.5	2865.0	0.000848	7
14	30-พ.ย.-03	14.00	91.79	0.7310	0.6099	206.1	786.8	3.82	1,006.1	228.5	3.44	3.20	495.7	635.1	2865.0	0.001226	7
15	1-ธ.ค.-03	9.00	91.79	0.7295	0.6135	204.3	790.7	3.87	1,002.9	226.5	3.49	3.29	495.7	614.4	2865.0	0.001278	8
16	1-ธ.ค.-03	14.00	90.71	0.6824	0.5770	204.0	749.0	3.67	949.6	231.5	3.24	2.51	495.7	763.3	2865.0	0.000961	8
17	2-ธ.ค.-03	9.00	92.25	0.7594	0.6413	207.3	828.9	4.00	1,040.2	222.5	3.73	3.19	495.7	657.8	2865.0	0.001171	9
18	2-ธ.ค.-03	14.00	90.71	0.6824	0.5730	204.0	743.8	3.65	949.6	225.5	3.30	3.00	495.7	638.9	2865.0	0.001216	9
19	3-ธ.ค.-03	9.00	91.90	0.8045	0.6794	222.0	876.7	3.95	1,100.8	225.5	3.89	4.19	495.7	529.7	2865.0	0.001539	10
20	3-ธ.ค.-03	14.00	92.75	0.8337	0.7006	215.1	899.6	4.18	1,126.8	229.4	3.92	4.55	495.7	499.2	2865.0	0.001654	10
21	4-ธ.ค.-03	9.00	90.67	0.6584	0.5537	202.1	718.2	3.55	923.8	227.7	3.15	2.65	495.7	704.1	2865.0	0.001071	11
22	4-ธ.ค.-03	14.00	91.25	0.6767	0.5718	198.3	743.6	3.75	936.1	227.7	3.27	3.38	495.7	558.9	2865.0	0.001440	11
23	5-ธ.ค.-03	9.00	92.13	0.7611	0.6408	209.3	823.8	3.94	1,038.5	222.4	3.70	2.94	495.7	711.5	2865.0	0.001056	0
24	5-ธ.ค.-03	14.00	91.58	0.7767	0.6570	212.8	843.4	3.96	1,055.9	228.6	3.69	2.50	495.7	850.4	2865.0	0.000827	0

ตารางที่ ค1 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูหนาว

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.) , % $V.E. = 100 - (C \times ((P_2/P_1)^{(1/1.28)} - 1))$	Mass Flow Rate (m') , kg/s $m' = V.E. \times (8 \times 3.584 \times 10^{-3} \times rps / v_1) / 100$	Mass Flow Rate (m'') , kg/s $m'' = m'(1 - x_c)$	Work Input of Compressor (W_{in} , kW) $W_{in} = m'(h_2 - h_1)$	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q_L , kW) $Q_L = m''(h_8 - h_7)$	COP (Q_L / W_{in})	Heat Transfer Rate of Condenser (Q_H , kW) $Q_H = m'(h_3 - h_4)$	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = $Q_L /$ Overall Electrical Power)	Fouling Resistor Calculation , R_f $R_f = (1/U_c) - (1/U_o)$					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD ($(T_o - T_c) / \ln((T_r - T_c) / (T_r - T_o))$)	Area (m ²)	U_o , W/m ² C $U_o = Q_H / (LMTD \times Area)$	U_c , W/m ² C	R_f	
25	6-ธ.ค.-03	9.00	92.23	0.8016	0.6761	215.6	871.2	4.04	1,086.1	226.5	3.85	2.46	495.7	889.7	2865.0	0.000775	1
26	6-ธ.ค.-03	14.00	91.85	0.7658	0.6463	219.8	832.7	3.79	1,057.7	229.5	3.63	2.18	495.7	980.9	2865.0	0.000670	1
27	8-ธ.ค.-03	9.00	92.09	0.7861	0.6537	218.5	841.6	3.85	1,073.8	222.5	3.78	4.09	495.7	530.1	2865.0	0.001537	3
28	8-ธ.ค.-03	14.00	91.51	0.7532	0.6286	216.9	808.0	3.72	1,037.7	226.5	3.57	2.58	495.7	811.7	2865.0	0.000883	3
29	10-ธ.ค.-03	9.00	92.57	0.7895	0.6656	206.9	857.6	4.15	1,072.0	229.0	3.75	2.94	495.7	736.6	2865.0	0.001008	5
30	10-ธ.ค.-03	14.00	91.73	0.7662	0.6471	214.5	834.9	3.89	1,048.4	231.2	3.61	3.48	495.7	607.0	2865.0	0.001298	5
31	12-ธ.ค.-03	9.00	92.63	0.7895	0.6633	202.9	856.0	4.22	1,071.1	224.2	3.82	3.64	495.7	593.9	2865.0	0.001335	7
32	12-ธ.ค.-03	14.00	91.35	0.7364	0.6189	207.7	794.9	3.83	1,009.8	228.7	3.48	3.24	495.7	629.3	2865.0	0.001240	7
33	14-ธ.ค.-03	9.00	91.61	0.7655	0.6390	220.5	830.5	3.77	1,051.0	228.5	3.63	4.35	495.7	488.0	2865.0	0.001700	9
34	14-ธ.ค.-03	14.00	92.42	0.7866	0.6643	210.0	855.3	4.07	1,072.0	231.5	3.69	4.58	495.7	472.1	2865.0	0.001769	9
35	15-ธ.ค.-03	9.00	91.79	0.6834	0.5742	187.9	746.2	3.97	941.4	224.2	3.33	3.27	495.7	580.0	2865.0	0.001375	10
36	15-ธ.ค.-03	14.00	91.41	0.7359	0.6185	205.3	797.4	3.88	1,007.0	228.2	3.49	2.48	495.7	819.7	2865.0	0.000871	10
37	16-ธ.ค.-03	9.00	91.93	0.6845	0.5771	182.1	750.2	4.12	939.7	231.2	3.25	3.30	495.7	574.7	2865.0	0.001391	11
38	16-ธ.ค.-03	14.00	91.91	0.7936	0.6622	227.0	854.1	3.76	1,093.3	232.0	3.68	2.35	495.7	939.9	2865.0	0.000715	11
39	17-ธ.ค.-03	9.00	91.61	0.7668	0.6448	232.3	837.5	3.60	1,065.7	225.3	3.72	2.49	495.7	864.2	2865.0	0.000808	12
40	17-ธ.ค.-03	14.00	92.99	0.7960	0.6731	204.6	868.8	4.25	1,082.3	229.4	3.79	4.06	495.7	537.8	2865.0	0.001510	12
41	18-ธ.ค.-03	9.00	92.22	0.7638	0.6450	201.6	833.4	4.13	1,040.0	226.1	3.69	1.85	495.7	1136.5	2865.0	0.000531	0
42	18-ธ.ค.-03	14.00	91.73	0.7672	0.6442	217.9	834.3	3.83	1,053.2	226.3	3.69	1.89	495.7	1125.2	2865.0	0.000540	0

ตารางที่ ค2 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูร้อน

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.) , % $V.E. = 100 - (C \times ((P_2/P_1)^{1/1.28} - 1))$	Mass Flow Rate (m') , kg/s $m' = V.E. \times (8 \times 3.584 \times 10^{-3} \times rps / v_1) / 100$	Mass Flow Rate (m') , kg/s $m'_2 = m'(1 - x_g)$	Work Input of Compressor (W_{in} , kW) $W_{in} = m'(h_2 - h_1)$	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q_L , kW) $Q_L = m'_2(h_g - h_f)$	COP (Q_L / W_{in})	Heat Transfer Rate of Condenser (Q_H , kW) $Q_H = m'(h_3 - h_4)$	Overall Electrical Power (kW)	EER ($EER = Q_L / \text{Overall Electrical Power}$)	Fouling Resistance Calculation , R_f $R_f = (1/U_1) - (1/U_2)$					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD ($(T_c - T_1) / \ln((T_c - T_1) / (T_c - T_2))$)	Area (m^2)	U_1 , $W/m^2 C$ $U_1 = Q_H / (LMTD \times Area)$	U_2 , $W/m^2 C$	R_f	
1	18-เม.ย.-04	9.00	92.69	0.8909	0.7510	269.9	967.4	3.58	1,221.6	257.9	3.75	2.84	495.7	867.6	2865.0	0.00080	0
2	18-เม.ย.-04	10.00	91.85	0.8015	0.6692	243.7	863.4	3.54	1,095.8	243.0	3.55	2.95	495.7	749.4	2865.0	0.00099	0
3	18-เม.ย.-04	13.00	91.49	0.7599	0.6410	234.1	824.0	3.52	1,050.6	258.9	3.18	2.03	495.7	1042.7	2865.0	0.00061	0
4	18-เม.ย.-04	14.00	91.55	0.7607	0.6366	238.9	819.6	3.43	1,056.6	248.6	3.30	1.53	495.7	1395.9	2865.0	0.00037	0
5	19-เม.ย.-04	9.00	91.99	0.7890	0.6620	231.2	852.3	3.69	1,074.0	250.9	3.40	3.30	495.7	656.7	2865.0	0.00117	1
6	19-เม.ย.-04	10.00	91.85	0.7913	0.6800	237.4	877.5	3.70	1,081.9	261.6	3.35	3.30	495.7	661.5	2865.0	0.00116	1
7	19-เม.ย.-04	13.00	91.49	0.7599	0.6424	242.4	825.8	3.41	1,052.9	245.6	3.36	2.18	495.7	972.6	2865.0	0.00068	1
8	19-เม.ย.-04	14.00	91.55	0.7607	0.6436	231.3	828.5	3.58	1,048.3	247.4	3.35	1.53	495.7	1384.9	2865.0	0.00037	1
9	20-เม.ย.-04	9.00	91.99	0.7999	0.6784	243.2	874.1	3.59	1,096.0	247.3	3.53	3.42	495.7	646.3	2865.0	0.00120	2
10	20-เม.ย.-04	10.00	91.85	0.8164	0.7265	247.4	934.7	3.78	1,118.7	245.3	3.81	3.34	495.7	675.6	2865.0	0.00113	2
11	20-เม.ย.-04	13.00	91.55	0.7607	0.6410	235.1	825.8	3.51	1,055.9	248.0	3.33	2.51	495.7	848.7	2865.0	0.00083	2
12	20-เม.ย.-04	14.00	91.49	0.7599	0.6401	238.6	822.9	3.45	1,055.2	250.0	3.29	2.45	495.7	868.5	2865.0	0.00080	2
13	21-เม.ย.-04	9.00	92.33	0.8529	0.7236	243.1	932.1	3.83	1,162.7	247.3	3.77	3.68	495.7	636.6	2865.0	0.00122	3
14	21-เม.ย.-04	10.00	91.99	0.7999	0.6724	239.2	865.7	3.62	1,092.8	245.3	3.53	3.66	495.7	603.2	2865.0	0.00131	3
15	21-เม.ย.-04	13.00	91.85	0.7930	0.6691	231.6	863.6	3.73	1,090.3	248.0	3.48	1.40	495.7	1568.8	2865.0	0.00029	3
16	21-เม.ย.-04	14.00	92.08	0.8200	0.7021	234.5	898.6	3.83	1,121.4	250.0	3.59	2.92	495.7	776.0	2865.0	0.00094	3
17	22-เม.ย.-04	9.00	91.49	0.7598	0.6334	241.6	814.8	3.37	1,051.3	248.3	3.28	2.81	495.7	753.7	2865.0	0.00098	4
18	22-เม.ย.-04	10.00	91.55	0.7605	0.6331	231.2	815.0	3.53	1,049.5	250.3	3.26	2.52	495.7	839.2	2865.0	0.00084	4
19	22-เม.ย.-04	13.00	91.27	0.7095	0.6069	218.5	781.5	3.58	983.3	248.3	3.15	1.11	495.7	1781.6	2865.0	0.00021	4
20	22-เม.ย.-04	14.00	90.92	0.6803	0.5765	213.6	744.9	3.49	953.1	251.3	2.96	1.55	495.7	1244.5	2865.0	0.00045	4
21	23-เม.ย.-04	9.00	91.85	0.7930	0.6709	242.7	865.9	3.57	1,095.8	261.6	3.31	1.69	495.7	1306.6	2865.0	0.00042	5
22	23-เม.ย.-04	10.00	92.08	0.8204	0.6915	244.5	885.1	3.62	1,123.6	258.9	3.42	2.68	495.7	845.8	2865.0	0.00083	5
23	23-เม.ย.-04	13.00	92.14	0.8173	0.6861	247.6	881.5	3.56	1,117.9	248.6	3.55	3.55	495.7	635.7	2865.0	0.00122	5

ตารางที่ ค2 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.), % $V.E. = 100 - (C \times ((P_2/P_1)^{(1/2.8)} - 1))$	Mass Flow Rate (m'), kg/s $m' = V.E. \times (8 \times 3.584 \times 10^{-3} \times rps / v_1) / 100$	Mass Flow Rate (m'), kg/s $m' = m'(1 - x_g)$	Work Input of Compressor (W _{in} , kW) $W_{in} = m'(h_2 - h_1)$	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q _L , kW) $Q_L = m'(h_g - h_f)$	COP (Q _L / W _{in})	Heat Transfer Rate of Condenser (Q _H , kW) $Q_H = m'(h_3 - h_4)$	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = Q _L / Overall Electrical Power)	Fouling Resistance Calculation , R _f $R_f = (1/U_1) - (1/U_2)$					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD (T _c - T _f) / ln((T _c - T _f) / (T _c - T _{co}))	Area (m ²)	U ₁ , W/m ² C $U_1 = Q_H / (LMTD \times Area)$	U ₂ , W/m ² C	R _f	
24	23-เม.ย.-04	14.00	92.26	0.8568	0.7208	253.6	918.2	3.62	1,161.5	257.9	3.56	4.68	495.7	500.5	2865.0	0.00165	5
25	24-เม.ย.-04	9.00	91.85	0.7917	0.6640	250.2	856.2	3.42	1,094.9	243.0	3.52	3.17	495.7	696.0	2865.0	0.00109	6
26	24-เม.ย.-04	10.00	91.85	0.7908	0.6643	244.4	851.6	3.49	1,090.6	245.6	3.47	3.28	495.7	670.0	2865.0	0.00114	6
27	24-เม.ย.-04	13.00	91.67	0.7653	0.6341	241.8	821.3	3.40	1,055.8	247.4	3.32	4.02	495.7	529.2	2865.0	0.00154	6
28	24-เม.ย.-04	14.00	91.85	0.7930	0.6595	231.6	851.8	3.68	1,081.7	247.8	3.44	4.28	495.7	509.8	2865.0	0.00161	6
29	25-เม.ย.-04	9.00	92.33	0.8529	0.7154	251.6	921.6	3.66	1,161.0	248.0	3.72	4.88	495.7	479.7	2865.0	0.00174	7
30	25-เม.ย.-04	10.00	91.85	0.7913	0.6655	239.8	858.8	3.58	1,081.1	250.0	3.44	4.16	495.7	524.1	2865.0	0.00156	7
31	25-เม.ย.-04	13.00	91.49	0.7599	0.6335	235.6	814.3	3.46	1,050.6	248.0	3.28	2.95	495.7	718.9	2865.0	0.00104	7
32	25-เม.ย.-04	14.00	91.55	0.7607	0.6332	231.3	815.2	3.53	1,048.3	250.0	3.26	2.26	495.7	936.6	2865.0	0.00072	7
33	26-เม.ย.-04	9.00	91.99	0.7890	0.6566	224.9	845.4	3.76	1,077.1	247.9	3.41	4.02	495.7	540.4	2865.0	0.00150	8
34	26-เม.ย.-04	10.00	91.85	0.7913	0.6652	233.4	858.4	3.68	1,082.7	243.0	3.53	4.55	495.7	479.7	2865.0	0.00174	8
35	26-เม.ย.-04	13.00	91.49	0.7599	0.6335	232.5	814.9	3.50	1,053.7	251.3	3.24	3.11	495.7	683.7	2865.0	0.00111	8
36	26-เม.ย.-04	14.00	91.55	0.7607	0.6332	232.8	815.2	3.50	1,052.1	257.9	3.16	2.52	495.7	841.2	2865.0	0.00084	8
37	28-เม.ย.-04	9.00	92.33	0.8529	0.7157	252.5	921.9	3.65	1,164.4	256.0	3.60	4.29	495.7	547.1	2865.0	0.00148	9
38	28-เม.ย.-04	10.00	91.99	0.7999	0.6681	236.0	860.1	3.65	1,088.8	254.7	3.38	4.09	495.7	536.8	2865.0	0.00151	9
39	28-เม.ย.-04	13.00	91.85	0.7930	0.6623	232.3	855.4	3.68	1,089.5	258.7	3.31	2.54	495.7	866.8	2865.0	0.00080	9
40	28-เม.ย.-04	14.00	92.08	0.8200	0.6912	244.4	884.6	3.62	1,127.2	258.3	3.42	4.12	495.7	552.5	2865.0	0.00146	9
41	29-เม.ย.-04	9.00	91.27	0.7095	0.5954	228.5	766.7	3.36	994.0	240.4	3.19	2.51	495.7	799.0	2865.0	0.00090	10
42	29-เม.ย.-04	10.00	92.26	0.8568	0.7208	253.6	918.2	3.62	1,161.5	257.9	3.56	4.68	495.7	500.5	2865.0	0.00105	10
43	29-เม.ย.-04	13.00	91.85	0.7917	0.6640	250.2	856.2	3.42	1,094.9	243.0	3.52	3.17	495.7	696.0	2865.0	0.00121	10
44	29-เม.ย.-04	14.00	91.85	0.7908	0.6643	244.4	851.6	3.49	1,090.6	245.6	3.47	3.28	495.7	670.0	2865.0	0.00119	10
45	30-เม.ย.-04	9.00	91.67	0.7653	0.6341	241.8	821.3	3.40	1,055.8	247.4	3.32	4.02	495.7	529.2	2865.0	0.00075	11
46	30-เม.ย.-04	10.00	91.85	0.7930	0.6595	231.6	851.8	3.68	1,081.7	247.8	3.44	4.28	495.7	509.8	2865.0	0.00172	11

ตารางที่ ค2 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.), % $V.E. = 100 - (C \times ((P_2/P_1)^{(1/2.8)} - 1))$	Mass Flow Rate (m') , kg/s $m' = V.E. \times (8 \times 3.584 \times 10^{-3} \times rps / v_1) / 100$	Mass Flow Rate (m') , kg/s $m'_2 = m'(1 - x_g)$	Work Input of Compressor (W _{in} , kW) $W_{in} = m'(h_2 - h_1)$	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q _e , kW) $Q_e = m'_2(h_g - h_f)$	COP (Q _e / W _{in})	Heat Transfer Rate of Condenser (Q _h , kW) $Q_h = m'(h_3 - h_4)$	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = Q _e / Overall Electrical Power)	Fouling Resistance Calculation , R _f $R_f = (1/U_1) - (1/U_2)$					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD (T _o - T _i) / ln((T _c - T _i) / (T _c - T _o))	Area (m ²)	U ₁ , W/m ² C $U_1 = Q_e / (LMTD \times Area)$	U ₂ , W/m ² C	R _f	
47	30-เม.ย.-04	13.00	92.14	0.8177	0.6865	255.1	881.9	3.46	1,121.7	233.6	3.77	4.70	495.7	481.8	2865.0	0.00173	11
48	30-เม.ย.-04	14.00	92.26	0.8563	0.7204	242.3	917.8	3.79	1,153.2	242.0	3.79	4.95	495.7	470.2	2865.0	0.00178	11
49	1-พ.ค.-04	9.00	91.85	0.7917	0.6640	250.2	856.2	3.42	1,091.7	241.7	3.54	2.10	495.7	1047.7	2865.0	0.00061	0
50	1-พ.ค.-04	10.00	91.85	0.7908	0.6643	242.8	851.6	3.51	1,088.2	246.4	3.46	2.14	495.7	1023.9	2865.0	0.00063	0
51	1-พ.ค.-04	13.00	91.67	0.7653	0.6341	232.7	821.3	3.53	1,051.2	257.3	3.19	2.80	495.7	757.5	2865.0	0.00097	0
52	1-พ.ค.-04	14.00	91.85	0.7930	0.6595	242.7	851.2	3.51	1,088.9	257.3	3.31	2.87	495.7	765.2	2865.0	0.00096	0
53	2-พ.ค.-04	9.00	91.88	0.8043	0.6773	252.5	868.5	3.44	1,111.5	233.0	3.73	1.15	495.7	1956.9	2865.0	0.00016	1
54	2-พ.ค.-04	10.00	92.02	0.8187	0.6824	244.0	880.8	3.61	1,132.0	261.2	3.37	1.40	495.7	1635.7	2865.0	0.00026	1
55	2-พ.ค.-04	13.00	91.99	0.8054	0.6801	240.0	867.2	3.61	1,108.6	247.4	3.51	2.04	495.7	1096.9	2865.0	0.00056	1
56	2-พ.ค.-04	14.00	91.91	0.7902	0.6664	230.7	850.7	3.69	1,083.7	233.0	3.65	1.61	495.7	1355.7	2865.0	0.00039	1
57	3-พ.ค.-04	9.00	92.39	0.8719	0.7366	254.6	938.7	3.69	1,189.8	243.7	3.85	2.69	495.7	891.0	2865.0	0.00077	2
58	3-พ.ค.-04	10.00	92.26	0.8582	0.7173	251.4	921.9	3.67	1,169.9	234.5	3.93	2.84	495.7	830.9	2865.0	0.00085	2
59	3-พ.ค.-04	13.00	92.41	0.8355	0.7052	238.9	900.4	3.77	1,133.1	237.4	3.79	2.69	495.7	850.5	2865.0	0.00083	2
60	3-พ.ค.-04	14.00	92.41	0.8436	0.7096	245.5	907.3	3.70	1,150.4	242.3	3.74	2.95	495.7	787.2	2865.0	0.00092	2
61	4-พ.ค.-04	9.00	91.97	0.7901	0.6654	233.1	854.1	3.66	1,085.3	257.3	3.32	1.35	495.7	1617.9	2865.0	0.00027	3
62	4-พ.ค.-04	10.00	91.91	0.7883	0.6635	238.9	852.6	3.57	1,085.6	261.2	3.26	2.44	495.7	898.5	2865.0	0.00076	3
63	4-พ.ค.-04	13.00	91.85	0.7867	0.6642	226.6	852.8	3.76	1,074.7	237.6	3.59	2.47	495.7	876.8	2865.0	0.00079	3
64	4-พ.ค.-04	14.00	91.85	0.7868	0.6641	234.5	852.6	3.64	1,082.3	233.6	3.65	2.44	495.7	896.2	2865.0	0.00077	3
65	5-พ.ค.-04	9.00	91.67	0.7653	0.6341	236.5	821.3	3.47	1,055.0	257.3	3.19	3.72	495.7	571.8	2865.0	0.00140	4
66	5-พ.ค.-04	10.00	91.85	0.7930	0.6595	256.1	853.2	3.33	1,089.6	257.3	3.32	3.76	495.7	585.2	2865.0	0.00136	4
67	5-พ.ค.-04	13.00	91.67	0.7653	0.6341	244.9	821.3	3.35	1,056.6	257.3	3.19	3.21	495.7	663.3	2865.0	0.00116	4
68	5-พ.ค.-04	14.00	91.85	0.7922	0.6589	238.5	853.0	3.58	1,083.9	257.3	3.32	3.36	495.7	650.6	2865.0	0.00119	4
69	6-พ.ค.-04	9.00	91.99	0.8054	0.6801	247.2	867.2	3.51	1,106.2	250.0	3.47	2.37	495.7	943.0	2865.0	0.00071	5

ตารางที่ ค2 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.), % $V.E. = 100 - (C \times ((P_2/P_1)^{1/1.28} - 1))$	Mass Flow Rate (m'), kg/s $m' = V.E. \times (8 \times 3.584 \times 10^{-3} \times rps / v_1) / 100$	Mass Flow Rate (m'_c), kg/s $m'_c = m'(1 - x_g)$	Work Input of Compressor (W_{in} , kW) $W_{in} = m'(h_2 - h_1)$	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q_L , kW) $Q_L = m'_c(h_3 - h_7)$	COP (Q_L / W_{in})	Heat Transfer Rate of Condenser (Q_H , kW) $Q_H = m'_c(h_3 - h_4)$	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = $Q_L /$ Overall Electrical Power)	Fouling Resistance Calculation , R_f $R_f = (1/U_1) - (1/U_2)$					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD ($(T_c - T_e) / \ln((T_c - T_4) / (T_c - T_3))$)	Area (m^2)	U_1 , $W/m^2 \cdot C$ $U_1 = Q_H / (LMTD \times Area)$	U_2 , $W/m^2 \cdot C$	R_f	
70	6-พ.ค.-04	10.00	91.97	0.7901	0.6654	244.9	854.1	3.49	1,085.3	251.0	3.40	2.15	495.7	1019.0	2865.0	0.00063	5
71	6-พ.ค.-04	13.00	91.91	0.7902	0.6664	231.5	850.7	3.67	1,082.2	257.3	3.31	2.51	495.7	869.2	2865.0	0.00080	5
72	6-พ.ค.-04	14.00	92.14	0.8136	0.6844	232.7	876.4	3.77	1,109.5	257.3	3.41	3.63	495.7	616.8	2865.0	0.00127	5
73	7-พ.ค.-04	9.00	92.08	0.8146	0.6902	228.9	890.2	3.89	1,104.7	261.2	3.41	2.86	495.7	779.2	2865.0	0.00093	6
74	7-พ.ค.-04	10.00	92.35	0.8421	0.7117	254.3	908.5	3.57	1,156.3	262.9	3.46	3.65	495.7	639.2	2865.0	0.00122	6
75	7-พ.ค.-04	13.00	92.55	0.8705	0.7324	245.5	938.2	3.82	1,184.4	258.3	3.63	3.62	495.7	659.7	2865.0	0.00117	6
76	7-พ.ค.-04	14.00	92.55	0.8738	0.7347	260.4	939.7	3.61	1,203.3	258.3	3.64	3.07	495.7	790.0	2865.0	0.00092	6
77	8-พ.ค.-04	9.00	92.08	0.8167	0.6811	263.8	877.5	3.33	1,133.3	262.2	3.35	3.19	495.7	716.4	2865.0	0.00105	7
78	8-พ.ค.-04	10.00	91.85	0.7845	0.6594	250.3	847.6	3.39	1,078.0	248.4	3.41	2.49	495.7	872.1	2865.0	0.00080	7
79	8-พ.ค.-04	13.00	92.00	0.7805	0.6588	242.0	848.1	3.50	1,084.0	254.0	3.34	1.23	495.7	1773.5	2865.0	0.00021	7
80	8-พ.ค.-04	14.00	91.85	0.7891	0.6640	240.7	851.0	3.54	1,089.1	257.0	3.31	3.92	495.7	559.9	2865.0	0.00144	7
81	9-พ.ค.-04	9.00	92.35	0.8420	0.7105	245.9	912.5	3.71	1,157.3	258.3	3.53	3.80	495.7	614.3	2865.0	0.00128	8
82	9-พ.ค.-04	10.00	92.41	0.8467	0.7162	243.0	918.5	3.78	1,166.3	258.3	3.56	4.29	495.7	548.1	2865.0	0.00148	8
83	9-พ.ค.-04	13.00	92.21	0.7891	0.6645	226.5	850.3	3.75	1,071.2	257.0	3.31	3.03	495.7	713.8	2865.0	0.00105	8
84	9-พ.ค.-04	14.00	92.15	0.7913	0.6641	229.5	851.1	3.71	1,078.6	254.0	3.35	2.83	495.7	770.0	2865.0	0.00095	8
85	10-พ.ค.-04	9.00	91.99	0.7999	0.6660	242.4	857.5	3.54	1,096.0	258.3	3.32	5.15	495.7	429.7	2865.0	0.00198	9
86	10-พ.ค.-04	10.00	91.85	0.8164	0.6778	249.8	872.0	3.49	1,116.2	258.3	3.38	5.20	495.7	433.3	2865.0	0.00196	9
87	10-พ.ค.-04	13.00	91.55	0.7607	0.6332	237.3	815.8	3.44	1,056.6	262.2	3.11	3.17	495.7	671.7	2865.0	0.00114	9
88	10-พ.ค.-04	14.00	91.49	0.7599	0.6335	226.5	815.6	3.60	1,052.9	248.4	3.28	3.95	495.7	537.8	2865.0	0.00151	9
89	11-พ.ค.-04	9.00	91.91	0.7894	0.6737	230.5	862.8	3.74	1,082.1	254.0	3.40	1.98	495.7	1103.0	2865.0	0.00056	10
90	11-พ.ค.-04	10.00	92.52	0.8463	0.7207	252.2	918.1	3.64	1,148.4	257.0	3.57	2.93	495.7	791.6	2865.0	0.00091	10
91	11-พ.ค.-04	13.00	91.73	0.7921	0.6638	239.2	853.1	3.57	1,088.8	262.2	3.25	4.24	495.7	518.1	2865.0	0.00158	10
92	11-พ.ค.-04	14.00	91.85	0.7922	0.6639	236.9	853.0	3.60	1,084.2	248.4	3.43	4.25	495.7	515.3	2865.0	0.00159	10

ตารางที่ ค2 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูร้อน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.) , % V.E. = 100-(C x ((P ₂ /P ₁) ^(1/1.28) -1))	Mass Flow Rate (m') , kg/s m' = V.E. x (8x3.584x10 ⁻³ x rps /v ₁)/100	Mass Flow Rate (m') , kg/s m' ₁ =m'(1-x ₆)	Work Input of Compressor (W _{in} , kW) W _{in} = m'(h ₂ - h ₁)	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q _L , kW) Q _L = m' ₁ (h ₃ - h ₇)	COP (Q _L / W _{in})	Heat Transfer Rate of Condenser (Q _H , kW) Q _H = m'(h ₃ - h ₄)	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = Q _L / Overall Electrical Power)	Fouling Resistance Calculation , R _f R _f = (1/U _i) - (1/U _c)					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD (T _c -T ₁)/ln((T _c -T ₁)/(T _c -T ₂))	Area (m ²)	U _i , W/m ² C U _i = Q _H / (LMTDxArea)	U _c , W/m ² C	R _f	
93	12-พ.ค.-04	9.00	92.02	0.8117	0.6901	228.9	879.7	3.84	1,107.9	262.2	3.36	2.84	495.7	788.2	2865.0	0.00092	11
94	12-พ.ค.-04	10.00	92.08	0.8142	0.6884	233.7	879.8	3.76	1,120.8	262.9	3.35	4.09	495.7	552.5	2865.0	0.00146	11
95	12-พ.ค.-04	13.00	91.85	0.7918	0.6598	247.0	848.5	3.43	1,092.0	255.6	3.32	4.89	495.7	450.6	2865.0	0.00187	11
96	12-พ.ค.-04	14.00	91.85	0.7936	0.6611	230.9	850.8	3.68	1,090.8	252.6	3.37	4.34	495.7	507.0	2865.0	0.00162	11
97	13-พ.ค.-04	9.00	92.21	0.7926	0.6687	249.7	859.7	3.44	1,098.1	254.0	3.38	2.93	495.7	756.9	2865.0	0.00097	12
98	13-พ.ค.-04	10.00	92.15	0.7879	0.6638	256.1	850.3	3.32	1,082.2	257.0	3.31	4.75	495.7	459.8	2865.0	0.00183	12
99	13-พ.ค.-04	13.00	92.09	0.7868	0.6624	232.9	850.5	3.65	1,078.0	258.3	3.29	4.40	495.7	494.4	2865.0	0.00167	12
100	13-พ.ค.-04	14.00	92.15	0.7885	0.6646	235.8	853.0	3.62	1,090.1	258.3	3.30	4.25	495.7	517.7	2865.0	0.00158	12
101	14-พ.ค.-04	9.00	92.15	0.7955	0.6730	237.1	865.6	3.65	1,094.0	238.6	3.63	1.71	495.7	1291.3	2865.0	0.00043	0
102	14-พ.ค.-04	10.00	92.15	0.7921	0.6688	235.3	858.6	3.65	1,093.1	234.6	3.66	1.73	495.7	1273.8	2865.0	0.00044	0
103	14-พ.ค.-04	13.00	92.09	0.7922	0.6685	242.4	856.7	3.53	1,097.2	258.3	3.32	1.90	495.7	1166.8	2865.0	0.00051	0
104	14-พ.ค.-04	14.00	91.85	0.7893	0.6641	246.3	850.6	3.45	1,088.6	258.3	3.29	2.03	495.7	1082.0	2865.0	0.00058	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค3 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูฝน

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.) , % V.E. = 100-(C x ((P ₂ /P ₁) ^{1/(1-2θ)} -1))	Mass Flow Rate (m') , kg/s m' = V.E. x (8x3.584x10 ⁻³ x rps /v ₁)/100	Mass Flow Rate (m') , kg/s m' = m'(1-x ₀)	Work Input of Compressor (W _m , kW) W _m = m'(h ₂ - h ₁)	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q _e , kW) Q _e = m'(h ₃ - h ₂)	COP (Q _e / W _m)	Heat Transfer Rate of Condenser (Q _c , kW) Q _c = m'(h ₃ - h ₄)	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = Q _e / Overall Electrical Power)	Fouling Factor Calculation , R _f R _f = (1/U ₁) - (1/U ₂)					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD (T ₀ -T ₁)/ln((T ₄ -T ₁)/(T ₄ -T ₀))	Area (m ²)	U ₁ , W/m ² C U ₁ = Q _e / (LMTDxAre a)	U ₂ , W/m ² C	R _f	
1	10-ก.ค.-04	9.00	92.29	0.8422	0.7042	239.2	913.8	3.82	1,154.9	232.5	3.93	1.96	495.7	1190.3	2865.0	0.000491	0
2	10-ก.ค.-04	10.00	91.61	0.7798	0.6486	219.1	844.0	3.85	1,067.6	232.5	3.63	1.89	495.7	1140.6	2865.0	0.000528	0
3	10-ก.ค.-04	13.00	90.95	0.7094	0.6178	212.8	800.0	3.76	985.3	209.5	3.82	1.71	495.7	1163.6	2865.0	0.000510	0
4	10-ก.ค.-04	14.00	90.71	0.6824	0.5735	204.0	745.0	3.65	949.6	197.5	3.77	1.38	495.7	1384.4	2865.0	0.000373	0
5	11-ก.ค.-04	9.00	91.51	0.7398	0.6175	207.1	804.6	3.88	1,013.8	232.5	3.46	2.23	495.7	916.5	2865.0	0.000742	1
6	11-ก.ค.-04	10.00	91.61	0.7838	0.6619	222.6	849.6	3.82	1,073.0	232.5	3.65	2.79	495.7	775.3	2865.0	0.000941	1
7	11-ก.ค.-04	13.00	90.95	0.7094	0.5961	212.8	771.3	3.62	985.3	209.5	3.68	1.99	495.7	996.8	2865.0	0.000654	1
8	11-ก.ค.-04	14.00	90.71	0.6824	0.5735	204.0	744.4	3.65	949.6	197.5	3.77	1.77	495.7	1081.7	2865.0	0.000575	1
9	12-ก.ค.-04	9.00	91.51	0.7500	0.6260	216.0	811.9	3.76	1,027.8	232.5	3.49	2.49	495.7	831.9	2865.0	0.000853	2
10	12-ก.ค.-04	10.00	91.61	0.7907	0.6596	228.5	854.0	3.74	1,082.4	232.5	3.67	3.77	495.7	578.7	2865.0	0.001379	2
11	12-ก.ค.-04	13.00	91.01	0.7102	0.5967	213.1	773.2	3.63	987.4	197.5	3.91	1.11	495.7	1801.5	2865.0	0.000206	2
12	12-ก.ค.-04	14.00	90.65	0.6816	0.5729	203.8	742.6	3.64	947.5	209.5	3.54	1.96	495.7	973.1	2865.0	0.000679	2
13	13-ก.ค.-04	9.00	91.90	0.8045	0.6783	222.0	876.6	3.95	1,100.8	232.5	3.77	3.52	495.7	630.3	2865.0	0.001237	3
14	13-ก.ค.-04	10.00	91.76	0.7757	0.6472	222.6	838.5	3.77	1,061.9	232.5	3.61	2.97	495.7	721.5	2865.0	0.001037	3
15	13-ก.ค.-04	13.00	91.35	0.7410	0.6231	214.9	810.6	3.77	1,024.9	234.4	3.46	1.55	495.7	1334.5	2865.0	0.000400	3
16	13-ก.ค.-04	14.00	91.35	0.7403	0.6260	208.8	806.1	3.86	1,014.4	214.4	3.76	2.07	495.7	988.1	2865.0	0.000663	3
17	14-ก.ค.-04	9.00	90.95	0.7994	0.6740	220.6	869.8	3.94	1,093.9	213.7	4.07	3.23	495.7	682.4	2865.0	0.001116	4
18	14-ก.ค.-04	10.00	90.71	0.7691	0.6418	220.0	832.1	3.78	1,052.9	209.5	3.97	3.08	495.7	689.1	2865.0	0.001102	4
19	14-ก.ค.-04	13.00	90.67	0.6584	0.5561	202.1	721.3	3.57	923.8	213.7	3.37	2.47	495.7	755.7	2865.0	0.000974	4
20	14-ก.ค.-04	14.00	89.91	0.6009	0.5050	183.9	659.0	3.58	844.0	209.5	3.15	2.19	495.7	776.1	2865.0	0.000939	4
21	15-ก.ค.-04	9.00	91.35	0.7644	0.6436	220.9	830.3	3.76	1,051.0	234.4	3.54	2.95	495.7	719.4	2865.0	0.001041	5
22	15-ก.ค.-04	10.00	91.85	0.7810	0.6607	214.0	848.1	3.96	1,061.7	214.4	3.96	3.18	495.7	672.9	2865.0	0.001137	5
23	15-ก.ค.-04	13.00	91.67	0.7649	0.6440	221.1	830.8	3.76	1,051.6	234.4	3.54	3.14	495.7	675.0	2865.0	0.001132	5
24	15-ก.ค.-04	14.00	91.58	0.7756	0.6561	211.7	842.2	3.98	1,054.3	237.6	3.54	3.82	495.7	556.3	2865.0	0.001448	5
25	16-ก.ค.-04	9.00	91.35	0.7384	0.6228	216.3	805.2	3.72	1,021.3	222.5	3.62	3.73	495.7	552.1	2865.0	0.001462	6

ตารางที่ ค3 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.), % V.E. = 100-(C x ((P ₂ /P ₁) ^{1/(1.28)-1))}	Mass Flow Rate (m') , kg/s m' = V.E. x (8x3.584x10 ⁻³ x rps /v ₁)/100	Mass Flow Rate (m'), kg/s m' ₂ =m'(1-x ₂)	Work Input of Compressor (W _{in} , kW) W _{in} = m'(h ₂ - h ₁)	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q _L , kW) Q _L = m'(h ₃ - h ₂)	COP (Q _L / W _{in})	Heat Transfer Rate of Condenser (Q _H , kW) Q _H = m'(h ₃ - h ₄)	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = Q _L / Overall Electrical Power)	Fouling Factor Calculation , R _f R _f = (1/U ₁) - (1/U ₂)					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD (T _c -T ₁)/ln((T _c -T ₁)/(T _c -T ₂))	Area (m ²)	U ₁ , W/m ² C U ₁ = Q _H / (LMTDxArea)	U ₂ , W/m ² C	R _f	
26	16-ก.ค.-04	10.00	91.61	0.7652	0.6458	223.4	832.6	3.73	1,055.8	221.5	3.76	4.21	495.7	506.5	2865.0	0.001625	6
27	16-ก.ค.-04	13.00	91.14	0.7128	0.5927	211.0	772.6	3.66	984.3	232.5	3.32	4.01	495.7	494.6	2865.0	0.001673	6
28	16-ก.ค.-04	14.00	91.08	0.7130	0.5950	206.0	774.8	3.76	980.9	231.5	3.35	3.41	495.7	580.6	2865.0	0.001373	6
29	17-ก.ค.-04	9.00	91.90	0.8045	0.6783	222.0	876.0	3.95	1,100.8	232.5	3.77	4.70	495.7	472.8	2865.0	0.001766	7
30	17-ก.ค.-04	10.00	91.61	0.7698	0.6501	210.9	833.2	3.95	1,053.9	232.5	3.58	3.70	495.7	574.7	2865.0	0.001391	7
31	17-ก.ค.-04	13.00	90.95	0.7094	0.5961	212.8	771.9	3.63	985.3	209.5	3.68	2.58	495.7	771.2	2865.0	0.000948	7
32	17-ก.ค.-04	14.00	90.71	0.6824	0.5735	204.0	744.4	3.65	949.6	197.5	3.77	2.57	495.7	745.0	2865.0	0.000993	7
33	18-ก.ค.-04	9.00	91.51	0.7398	0.6175	207.1	804.0	3.88	1,013.8	232.5	3.46	3.20	495.7	639.9	2865.0	0.001214	8
34	18-ก.ค.-04	10.00	91.61	0.7806	0.6592	220.1	846.8	3.85	1,068.6	232.5	3.64	4.16	495.7	518.2	2865.0	0.001581	8
35	18-ก.ค.-04	13.00	90.95	0.7094	0.5961	212.8	771.9	3.63	985.3	209.5	3.68	2.56	495.7	777.6	2865.0	0.000937	8
36	18-ก.ค.-04	14.00	90.71	0.6824	0.5735	204.0	744.4	3.65	949.6	197.5	3.77	1.48	495.7	1293.2	2865.0	0.000424	8
37	19-ก.ค.-04	9.00	91.90	0.8045	0.6783	222.0	875.3	3.94	1,100.8	232.5	3.76	2.87	495.7	774.8	2865.0	0.000942	9
38	19-ก.ค.-04	10.00	91.76	0.7745	0.6463	221.5	838.0	3.78	1,060.3	232.5	3.60	2.20	495.7	970.4	2865.0	0.000681	9
39	19-ก.ค.-04	13.00	91.35	0.7386	0.6211	212.7	808.1	3.80	1,021.6	234.4	3.45	3.39	495.7	607.8	2865.0	0.001296	9
40	19-ก.ค.-04	14.00	91.35	0.7386	0.6246	206.8	804.9	3.89	1,012.1	214.4	3.75	3.42	495.7	597.0	2865.0	0.001326	9
41	20-ก.ค.-04	9.00	90.67	0.6584	0.5561	202.1	721.3	3.57	923.8	213.7	3.37	2.06	495.7	904.9	2865.0	0.000756	10
42	20-ก.ค.-04	10.00	90.60	0.6572	0.5518	202.4	718.1	3.55	921.1	209.5	3.43	2.76	495.7	674.1	2865.0	0.001134	10
43	20-ก.ค.-04	13.00	90.67	0.6584	0.5561	202.1	721.3	3.57	923.8	213.7	3.37	2.58	495.7	722.6	2865.0	0.001035	10
44	20-ก.ค.-04	14.00	89.91	0.6009	0.5050	183.9	659.0	3.58	844.0	209.5	3.15	2.19	495.7	776.1	2865.0	0.000939	10
45	21-ก.ค.-04	9.00	91.35	0.7386	0.6211	212.7	807.4	3.80	1,021.6	234.4	3.44	3.50	495.7	589.0	2865.0	0.001349	11
46	21-ก.ค.-04	10.00	91.85	0.7930	0.6701	222.8	861.8	3.87	1,084.4	214.4	4.02	3.98	495.7	549.8	2865.0	0.001470	11
47	21-ก.ค.-04	13.00	91.67	0.7638	0.6430	220.7	829.6	3.76	1,050.1	234.4	3.54	3.95	495.7	536.9	2865.0	0.001513	11
48	21-ก.ค.-04	14.00	91.58	0.7767	0.6570	212.8	843.4	3.96	1,055.9	237.6	3.55	4.07	495.7	523.3	2865.0	0.001562	11
49	22-ก.ค.-04	9.00	91.54	0.7389	0.6267	217.2	805.9	3.71	1,023.5	222.5	3.62	2.20	495.7	936.9	2865.0	0.000718	0

ตารางที่ ค3 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.) , % V.E. = 100-(C x ((P ₂ /P ₁) ^(1/1.28) -1))	Mass Flow Rate (m') , kg/s m' = V.E. x (8x3.584x10 ⁻³ x rps / v ₁)/100	Mass Flow Rate (m'') , kg/s m''=m'(1-x ₀)	Work Input of Compressor (W _{in} , kW) W _{in} = m'(h ₂ - h ₁)	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q _e , kW) Q _e = m''(h ₃ - h ₇)	COP (Q _e / W _{in})	Heat Transfer Rate of Condenser (Q _h , kW) Q _h = m'(h ₃ - h ₄)	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = Q _e / Overall Electrical Power)	Fouling Factor Calculation , R _f R _f = (1/U _i) - (1/U _j)					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD (T _c -T _i)/ln((T _c -T _i)/(T _c -T _o))	Area (m ²)	U _i , W/m ² C U _i = Q _h / (LMTDxAre a)	U _c , W/m ² C	R _f	
50	22-ก.ค.-04	10.00	91.85	0.7658	0.6505	219.8	838.1	3.81	1,057.7	221.5	3.78	1.48	495.7	1439.4	2865.0	0.000346	0
51	22-ก.ค.-04	13.00	91.08	0.7117	0.6023	211.4	774.3	3.66	985.9	232.5	3.33	1.71	495.7	1162.7	2865.0	0.000511	0
52	22-ก.ค.-04	14.00	90.78	0.6868	0.5801	205.4	748.5	3.64	953.4	231.5	3.23	1.69	495.7	1137.7	2865.0	0.000530	0
53	23-ก.ค.-04	9.00	91.39	0.7517	0.6351	223.3	820.5	3.68	1,043.6	231.5	3.54	1.98	495.7	1060.7	2865.0	0.000594	1
54	23-ก.ค.-04	10.00	91.79	0.7918	0.6627	233.6	860.8	3.69	1,095.3	229.5	3.75	3.28	495.7	672.9	2865.0	0.001137	1
55	23-ก.ค.-04	13.00	91.51	0.7532	0.6393	216.9	854.5	3.94	1,037.7	225.5	3.79	2.14	495.7	976.4	2865.0	0.000675	1
56	23-ก.ค.-04	14.00	91.14	0.7119	0.6043	202.2	777.3	3.84	979.0	226.5	3.43	1.89	495.7	1043.0	2865.0	0.000610	1
57	24-ก.ค.-04	9.00	91.96	0.8179	0.6938	226.6	890.1	3.93	1,117.1	237.0	3.76	2.89	495.7	781.1	2865.0	0.000931	2
58	24-ก.ค.-04	10.00	92.04	0.8313	0.6971	239.4	901.7	3.77	1,141.2	235.9	3.82	3.32	495.7	693.7	2865.0	0.001092	2
59	24-ก.ค.-04	13.00	91.97	0.7864	0.6660	214.7	855.3	3.98	1,071.3	229.0	3.73	2.87	495.7	754.1	2865.0	0.000977	2
60	24-ก.ค.-04	14.00	91.73	0.7662	0.6468	214.5	833.3	3.88	1,048.4	233.2	3.57	2.04	495.7	1037.4	2865.0	0.000615	2
61	25-ก.ค.-04	9.00	91.48	0.7399	0.6268	213.1	807.4	3.79	1,020.8	218.2	3.70	1.64	495.7	1257.0	2865.0	0.000446	3
62	25-ก.ค.-04	10.00	91.67	0.7662	0.6467	224.5	833.7	3.71	1,057.9	220.6	3.78	1.96	495.7	1091.8	2865.0	0.000567	3
63	25-ก.ค.-04	13.00	91.35	0.7364	0.6232	207.7	800.5	3.85	1,009.8	231.7	3.46	1.81	495.7	1125.2	2865.0	0.000540	3
64	25-ก.ค.-04	14.00	91.08	0.7087	0.5998	203.4	772.4	3.80	976.8	228.8	3.38	1.46	495.7	1353.1	2865.0	0.000390	3
65	26-ก.ค.-04	9.00	91.14	0.7122	0.5922	210.1	771.9	3.67	983.4	232.5	3.32	2.68	495.7	741.3	2865.0	0.001000	4
66	26-ก.ค.-04	10.00	91.61	0.7655	0.6383	220.5	829.6	3.76	1,051.0	231.5	3.58	2.75	495.7	771.1	2865.0	0.000948	4
67	26-ก.ค.-04	13.00	91.14	0.7128	0.5927	211.0	773.2	3.66	984.3	232.5	3.33	2.75	495.7	722.8	2865.0	0.001034	4
68	26-ก.ค.-04	14.00	91.08	0.7136	0.5955	206.2	774.9	3.76	981.8	231.5	3.35	2.59	495.7	763.3	2865.0	0.000961	4
69	27-ก.ค.-04	9.00	91.51	0.7518	0.6382	215.8	819.7	3.80	1,035.8	225.5	3.64	3.20	495.7	653.9	2865.0	0.001180	5
70	27-ก.ค.-04	10.00	91.73	0.7641	0.6471	218.5	834.0	3.82	1,053.2	218.2	3.82	3.35	495.7	634.7	2865.0	0.001226	5
71	27-ก.ค.-04	13.00	91.41	0.7399	0.6277	210.1	806.6	3.84	1,016.3	226.5	3.56	3.10	495.7	661.7	2865.0	0.001162	5
72	27-ก.ค.-04	14.00	91.41	0.7359	0.6213	205.3	801.0	3.90	1,007.0	233.2	3.44	3.10	495.7	655.6	2865.0	0.001176	5
73	28-ก.ค.-04	9.00	91.61	0.7649	0.6496	211.1	838.9	3.97	1,045.1	231.1	3.63	3.20	495.7	659.8	2865.0	0.001167	6

ตารางที่ ค3 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.) , % V.E. = 100-(C x ((P ₂ /P ₁) ^(1/1.28) -1))	Mass Flow Rate (m') , kg/s m' = V.E. x (8x3.584x10 ⁻³ x rps / v ₁)/100	Mass Flow Rate (m') ₂ , kg/s m' ₂ =m'(1-x ₂)	Work Input of Compressor (W _{in} , kW) W _{in} = m'(h ₂ - h ₁)	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q _e , kW) Q _e = m'(h ₃ - h ₂)	COP (Q _e / W _{in})	Heat Transfer Rate of Condenser (Q _h , kW) Q _h = m'(h ₃ - h ₄)	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = Q _e / Overall Electrical Power)	Fouling Factor Calculation , R _f R _f = (1/U _i) - (1/U _j)					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD (T _c -T _i)/ln((T _c -T _i)/(T _c -T _o))	Area (m ²)	U _i , W/m ² C U _i = Q _h / (LMTDxAre a)	U _c , W/m ² C	R _f	
74	28-ก.ค.-04	10.00	92.14	0.8203	0.6952	227.2	891.0	3.92	1,117.1	231.2	3.85	4.22	495.7	533.9	2865.0	0.001524	6
75	28-ก.ค.-04	13.00	92.14	0.8193	0.6929	224.5	892.9	3.98	1,115.8	234.7	3.80	4.10	495.7	548.5	2865.0	0.001474	6
76	28-ก.ค.-04	14.00	91.91	0.7936	0.6718	227.0	866.5	3.82	1,093.3	232.0	3.73	3.77	495.7	585.4	2865.0	0.001359	6
77	29-ก.ค.-04	9.00	91.61	0.7668	0.6416	232.3	833.3	3.59	1,065.7	225.3	3.70	3.58	495.7	600.1	2865.0	0.001317	7
78	29-ก.ค.-04	10.00	91.61	0.7622	0.6431	219.5	829.4	3.78	1,050.2	229.4	3.62	3.28	495.7	646.6	2865.0	0.001198	7
79	29-ก.ค.-04	13.00	91.50	0.7281	0.6182	213.3	799.7	3.75	1,013.5	222.7	3.59	2.06	495.7	992.8	2865.0	0.000658	7
80	29-ก.ค.-04	14.00	91.08	0.7109	0.6006	209.0	775.0	3.71	983.7	220.3	3.52	2.74	495.7	724.1	2865.0	0.001032	7
81	30-ก.ค.-04	9.00	91.73	0.7388	0.6236	204.6	803.9	3.93	1,018.6	225.7	3.56	1.16	495.7	1767.4	2865.0	0.000217	8
82	30-ก.ค.-04	10.00	91.91	0.7690	0.6493	219.9	837.4	3.81	1,055.6	219.3	3.82	1.44	495.7	1476.2	2865.0	0.000328	8
83	30-ก.ค.-04	13.00	91.91	0.7924	0.6699	219.5	868.1	3.95	1,087.0	218.5	3.97	2.31	495.7	950.8	2865.0	0.000703	8
84	30-ก.ค.-04	14.00	91.73	0.7672	0.6474	219.4	837.9	3.82	1,057.3	218.1	3.84	1.96	495.7	1091.1	2865.0	0.000567	8
85	31-ก.ค.-04	9.00	91.51	0.7500	0.6260	216.0	811.9	3.76	1,027.8	232.5	3.49	3.10	495.7	669.8	2865.0	0.001144	9
86	31-ก.ค.-04	10.00	91.61	0.7895	0.6586	227.4	853.4	3.75	1,080.8	232.5	3.67	3.55	495.7	613.6	2865.0	0.001281	9
87	31-ก.ค.-04	13.00	91.01	0.7102	0.5967	213.1	773.8	3.63	987.4	197.5	3.92	3.24	495.7	614.2	2865.0	0.001279	9
88	31-ก.ค.-04	14.00	90.65	0.6816	0.5729	203.8	743.2	3.65	947.5	209.5	3.55	3.19	495.7	599.2	2865.0	0.001320	9
89	1-ส.ค.-04	9.00	91.41	0.7391	0.6323	205.5	814.5	3.96	1,016.3	219.7	3.71	#NUM!	495.7	#NUM!	2865.0	#NUM!	10
90	1-ส.ค.-04	10.00	92.31	0.8187	0.7004	217.8	897.3	4.12	1,115.7	220.5	4.07	2.40	495.7	936.5	2865.0	0.000719	10
91	1-ส.ค.-04	13.00	91.22	0.7383	0.6205	213.4	803.3	3.76	1,016.5	213.4	3.76	2.40	495.7	855.0	2865.0	0.000821	10
92	1-ส.ค.-04	14.00	92.14	0.8203	0.6952	227.2	891.0	3.92	1,117.1	231.2	3.85	4.22	495.7	533.9	2865.0	0.001187	10
93	2-ส.ค.-04	9.00	92.14	0.8193	0.6929	224.5	892.9	3.98	1,115.8	234.7	3.80	4.10	495.7	548.5	2865.0	0.001137	11
94	2-ส.ค.-04	10.00	91.91	0.7936	0.6718	227.0	866.5	3.82	1,093.3	232.0	3.73	3.77	495.7	585.4	2865.0	0.001379	11
95	2-ส.ค.-04	13.00	91.61	0.7668	0.6416	232.3	833.3	3.59	1,065.7	225.3	3.70	3.58	495.7	600.1	2865.0	0.001426	11
96	2-ส.ค.-04	14.00	91.61	0.7622	0.6431	219.5	829.4	3.78	1,050.2	229.4	3.62	3.28	495.7	646.6	2865.0	0.001542	11
97	3-ส.ค.-04	9.00	91.50	0.7281	0.6182	213.3	799.7	3.75	1,013.5	222.7	3.59	2.06	495.7	992.8	2865.0	0.001409	12

ตารางที่ ค3 ค่าจากการคำนวณของช่วงฤดูฝน

(ต่อ)

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	Volumetric Efficiency (V.E.) , % $V.E. = 100 - (C \times ((P_2/P_1)^{(1/1.28)} - 1))$	Mass Flow Rate (m') , kg/s $m' = V.E. \times (8 \times 3.584 \times 10^{-3} \times rps / v_r) / 100$	Mass Flow Rate (m') , kg/s $m'_r = m'(1 - x_g)$	Work Input of Compressor (W_n , kW) $W_n = m'(h_2 - h_1)$	Heat Transfer Rate of Evaporator (Q_e , kW) $Q_e = m'_r(h_g - h_f)$	COP (Q_e / W_n)	Heat Transfer Rate of Condenser (Q_H , kW) $Q_H = m'(h_3 - h_4)$	Overall Electrical Power (kW)	EER (EER = $Q_e /$ Overall Electrical Power)	Fouling Factor Calculation , R_f $R_f = (1/U_i) - (1/U_o)$					หมายเหตุ (จำนวนวันหลังจากล้างเครื่องควบแน่น)
												LMTD ($(T_o - T_i) / \ln((T_4 - T_i) / (T_2 - T_i))$)	Area (m^2)	U_i , $W/m^2 \cdot C$ $U_i = Q_H / (LMTD \times Area)$	U_o , $W/m^2 \cdot C$	R_f	
98	3-ส.ค.-04	10.00	91.08	0.7102	0.5977	202.4	773.7	3.82	976.7	218.2	3.55	3.03	495.7	650.8	2865.0	0.001410	12
99	3-ส.ค.-04	13.00	91.55	0.7619	0.6510	212.6	834.7	3.93	1,048.4	232.5	3.59	3.14	495.7	672.9	2865.0	0.001428	12
100	3-ส.ค.-04	14.00	91.85	0.7924	0.6712	226.6	862.6	3.81	1,089.0	234.4	3.68	3.80	495.7	578.7	2865.0	0.001413	12
101	4-ส.ค.-04	9.00	91.35	0.7374	0.6169	219.0	799.7	3.65	1,018.7	232.5	3.44	3.65	495.7	563.4	2865.0	0.000549	0
102	4-ส.ค.-04	10.00	91.08	0.7124	0.5965	206.6	774.7	3.75	981.2	232.5	3.33	3.74	495.7	528.7	2865.0	0.000566	0
103	4-ส.ค.-04	13.00	91.73	0.7421	0.6285	214.5	814.0	3.80	1,028.3	226.5	3.59	3.65	495.7	588.7	2865.0	0.000535	0
104	4-ส.ค.-04	14.00	91.91	0.7657	0.6466	220.5	834.2	3.78	1,056.1	237.0	3.52	3.75	495.7	568.5	2865.0	0.000523	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

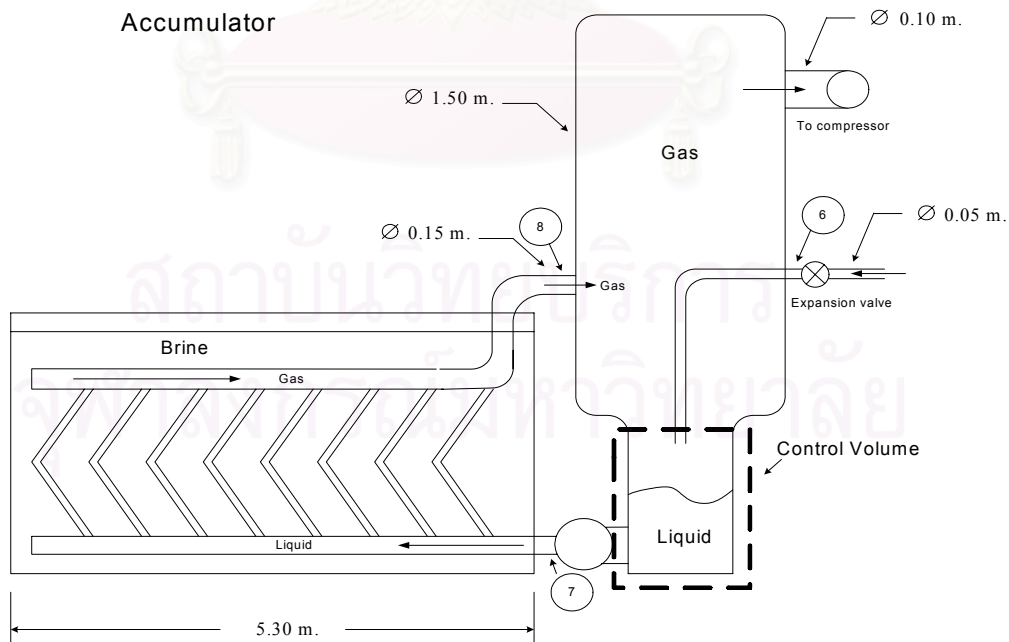
การหาค่าอัตราไหลเชิงมวล (Mass Flow Rate)

ระบบการทำความเย็นที่ทำการวิจัยนี้ จากพฤติกรรมของอุปกรณ์ที่ใช้งานในระบบการทำความเย็นทำให้พบว่าในระบบการทำความเย็นนี้มีอัตราไหลเชิงมวลไม่เท่ากันในส่วนต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ อัตราไหลเชิงมวลที่เข้าสู่เครื่องระเหย และอัตราไหลเชิงมวลที่เข้าสู่อุปกรณ์ส่วนใหญ่ในระบบ

ง1 การหาค่าอัตราไหลเชิงมวลที่เข้าสู่เครื่องระเหย

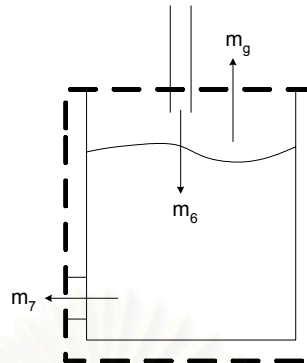
จากผลกระทบของการใช้ถัง Accumulator มีผลทำให้การถ่ายเทความร้อนในเครื่องระเหยทำได้ดีขึ้นเนื่องจากสารทำความเย็นที่เข้าสู่เครื่องระเหยนั่นเป็นของเหลวทั้งหมด แต่อัตราไหลเชิงมวลของสารทำความเย็นจะลดลงเนื่องจากส่วนที่เป็นไอจะถูกแยกออกไป

ในการหาค่าอัตราไหลเชิงมวลที่เข้าสู่เครื่องระเหยนั่นจะทำการพิจารณา control volume ในถัง Accumulator ดังนี้



สมมติฐาน : สารทำความเย็น ณ ตำแหน่งที่ 8 เป็นไออิ่มตัว

รูปที่ ง1 แสดง control volume ของสารทำความเย็นก่อนไหลเข้าสู่เครื่องระเหย



รูปที่ ง2 แสดงมวลเข้า-ออก control volume ของสารทำความเย็นก่อนไหลเข้าสู่เครื่องระเหย

จากรูปที่ ง2 พบว่ามีมวลเข้า Control volume คือ m_6 และมีมวลออกจาก Control volume คือ m_7 , m_g

สมดุลมวล (Mass balance)

$$m_6 = m_7 + m_g \quad (ง1)$$

เมื่อ

$m_6 = m$ คือ อัตราการไหลเชิงมวลของสารทำความเย็นที่ผ่านมาจากวาล์วลดความดัน ซึ่งก็คืออัตราการไหลเชิงมวลของระบบนั่นเอง

m_7 คือ อัตราการไหลเชิงมวลของสารทำความเย็นเหลวที่จะเข้าสู่เครื่องระเหย

m_g คือ อัตราการไหลเชิงมวลของไอสารทำความเย็นที่ลอยขึ้นสู่ด้านบนของถัง Accumulator

สมดุลพลังงาน (Energy balance)

$$m_6 h_6 = m_7 h_7 + m_g h_g \quad (ง2)$$

เมื่อ

h_6 คือ เอนทัลปีของสารทำความเย็นหลังผ่านวาล์วลดความดันซึ่งเป็นของ ผสม 2 สถานะ

$h_7 = h_{f6}$ คือ เอนทัลปีของสารทำความเย็นเหลวที่จะเข้าเครื่องระเหยซึ่งก็คือของเหลวอิ่มตัวจากสถานะที่ 6

$h_g = h_{g6}$ คือ เอนทัลปีของไอสารทำความเย็นที่ลอยขึ้นด้านบนเครื่องระเหยซึ่งก็คือไออิ่มตัวจากสถานะที่ 6

ดังนั้นเขียนสมการที่ 2 ใหม่ได้เป็น

$$m h_6 = m_7 h_{f6} + m_g h_{g6} \quad (3)$$

จากสมการ (1) พบว่า

$$m_g = m - m_7 \quad (4)$$

แทนค่าสมการที่ (4) ลงในสมการที่ (3) จะได้

$$m h_6 = m_7 h_{f6} + (m - m_7) h_{g6} \quad (5)$$

ทำการจัดรูปใหม่จะได้

$$m_7 = m \left(\frac{h_6 - h_{g6}}{h_{f6} - h_{g6}} \right) \quad (6)$$

คูณ (-1) เข้าไปทั้งพจน์ด้านบนและด้านล่างของด้านขวาของสมการที่ (6) จะได้

$$m_7 = m \left(\frac{h_{g6} - h_6}{h_{g6} - h_{f6}} \right) \quad (7)$$

นำค่า $(h_{f6} - h_{g6})$ บวกเข้าไปที่พจน์ด้านบนฝั่งขวามือของสมการที่ (7) จะได้

$$m_7 = m \left(\frac{(h_{g6} - h_{f6}) - (h_6 - h_{f6})}{(h_{g6} - h_{f6})} \right) = m \left(1 - \frac{(h_6 - h_{f6})}{(h_{g6} - h_{f6})} \right) \quad (8)$$

จากนิยามทางเทอร์โมไดนามิกส์

$$h_6 = h_{f6} + x_6(h_{g6} - h_{f6}) \quad (9)$$

ทำการจัดรูปใหม่จะได้

$$x_6 = \left(\frac{h_6 - h_{f6}}{h_{g6} - h_{f6}} \right) \quad (10)$$

แทนค่าสมการที่ (10) ลงในสมการที่ (8) จะได้ว่า

$$m_7 = m(1 - x_6) \quad (11)$$

ในงานวิจัยนี้จะใช้สมการที่ (11) ในการหาค่าอัตราการไหลเชิงมวลที่ไหลเข้าสู่เครื่องระเหย เพื่อคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยและค่าประสิทธิภาพของระบบทำความเย็น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

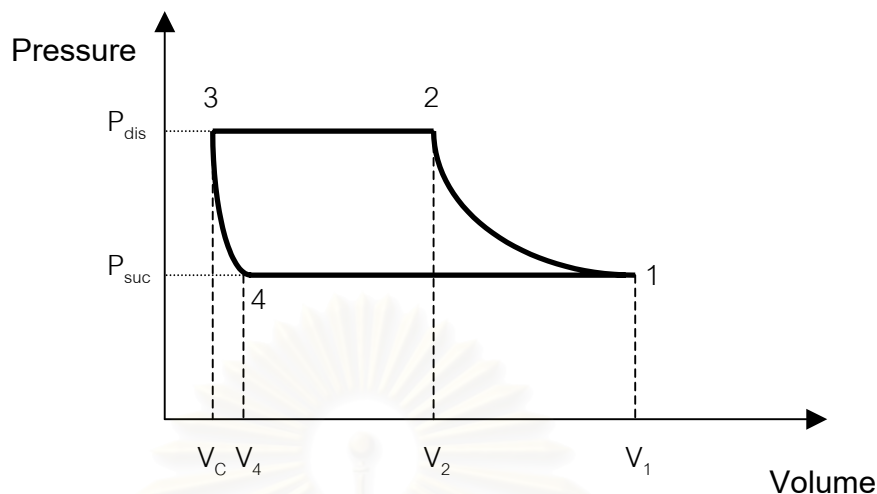
ง2 อัตราไหลเชิงมวลในระบบการทำความเย็น

ในการหาค่าอัตราไหลเชิงมวล (Mass Flow Rate) จากปริมาตรของไอด้านดูดของเครื่องอัดไอ (Compressor) นั้น จำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ถึงหลักการทำงานของเครื่องอัดไเสียก่อนจึงจะทำให้ค่าอัตราไหลเชิงมวลที่หามาได้นี้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงและน่าเชื่อถือยอมรับได้

งานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอ (Compressor) นั้นจะถูกใช้สำหรับเพิ่มความดันแก่สารทำความเย็น โดยความต้องการสูงสุดคือการเพิ่มความดันของไอโดยใช้กำลังน้อยที่สุด ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อกระบวนการอัดไอเป็นแบบไอเซนโทรปิก (Isentropic) นั่นคือไม่มีการสูญเสียความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมในระหว่างกระบวนการอัดไอเลย และไม่มีภาวะย้อนกลับไม่ได้ (Irreversible) นั่นหมายความว่าไม่มีการสูญเสียใดๆ เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการเลย ซึ่งเป็นไปไม่ได้ แต่สิ่งที่ใช้ในการอ้างอิงประสิทธิภาพที่เป็นที่ยอมรับกันก็คือ ค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิก (The Isentropic Efficiency) โดยที่สามารถกำหนดได้โดยการใช้อัตราส่วนระหว่างงานที่ต้องการใช้เมื่อกระบวนการเป็นกระบวนการไอเซนโทรปิกกับงานที่ใช้ในการอัดไอจริง และโดยส่วนมากประสิทธิภาพของเครื่องอัดไอจะถูกระบุโดยใช้ค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกนี้

เมื่อทำการพิจารณาเครื่องอัดไอแบบสูบชัก (Reciprocating Compressor) กระบอกสูบจะทำการอัดไอจากความดันด้านดูด (Suction Pressure, P_s) ขึ้นไปจนถึงความดันด้านส่ง (Discharge Pressure, P_D) เราจะเรียกอัตราส่วน P_s/P_D ว่าอัตราส่วนการอัด (Compression Ratio) จากรูปที่ 1 เมื่อพิจารณาถึงวัฏจักรการอัดแล้วสามารถอธิบายได้โดยเริ่มต้นที่ จุดที่ 1 เป็นจุดที่ลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งต่ำที่สุดและมีปริมาตรมากที่สุด ความดันไอจะเป็นความดันด้านดูด (Suction Pressure, P_s) จากจุดนี้ลูกสูบจะค่อยๆ เคลื่อนตัวขึ้นทำให้ปริมาตรกระบอกสูบลดลง มวลของไอจึงถูกอัดทำให้อุณหภูมิและความดันเพิ่มสูงขึ้น จุดที่ 2 ความดันจะสูงขึ้นจนเท่ากับความดันด้านส่ง (Discharge Pressure, P_D) ที่ตำแหน่งนี้วาล์วด้านส่งจะเริ่มเปิดออก จุดที่ 3 ลูกสูบจะถูกดันมาจนสูงสุด กระบอกสูบจะมีปริมาตรต่ำสุดและวาล์วด้านส่งจะปิด จุดที่ 4 ความดันจะลดลงมาจนถึงความดันด้านดูดอีกครั้ง ที่ตำแหน่งนี้วาล์วด้านดูดจะเปิดออกเพื่อเริ่มดูดไอเข้ามาในกระบอกสูบอีกครั้ง

ค่าสัมประสิทธิ์เชิงปริมาตร (The Volumetric Efficiency) เป็นค่าอัตราส่วนความสัมพันธ์ของปริมาตรของไอจริงกับปริมาตรของกระบอกสูบ ในช่วงการดูด



รูปที่ 3 แสดงปริมาตรและความดันในกระบอกสูบของเครื่องอัดไอ

$$V.E. = \frac{V_1 - V_4}{V_1 - V_3} \quad (12)$$

เมื่อ

$V_1 - V_4$ = ปริมาตรของไอที่ถูกดูดเข้าไปในกระบอกสูบ

$V_1 - V_3$ = ปริมาตรกวาดของกระบวนกรอัด (Swept Volume)

โดยที่ $V_3 = V_C$ = Clearance Volume ดังนั้นสามารถเขียนสมการที่ (12) ใหม่

ได้เป็น

$$\eta_v = \left(\frac{V_1 - V_4}{V_1 - V_C} \right) \times 100 \quad (13)$$

กำหนดให้ $C = \left(\frac{V_C}{V_1 - V_C} \right) \times 100$ และทำการแทนค่า $V_C - V_C$ ลงในสมการ

ที่ (13) จะได้

$$\eta_v = \left(\frac{V_1 - V_C - V_C - V_4}{V_1 - V_C} \right) \times 100 = 100 + \left(\frac{V_C - V_4}{V_1 - V_C} \right) \times 100 \quad (14)$$

$$\eta_v = 100 - 100 \left(\frac{V_C}{V_1 - V_C} \right) \left(\frac{V_4}{V_C} - 1 \right) = 100 - C \left(\frac{V_4}{V_C} - 1 \right) \quad (15)$$

จากความสัมพันธ์ของความดันและปริมาตรของกระบวนการโพลีโทรปิก (Polytropic) พบว่า

$$P_a V_a^n = P_b V_b^n \quad \text{หรือ} \quad \frac{V_b}{V_a} = \left(\frac{P_a}{P_b}\right)^{1/n}$$

ดังนั้น สามารถเขียนสมการที่ (15) ใหม่ได้เป็น

$$\eta_v = 100 - C \left[\left(\frac{P_{dis}}{P_{suc}} \right)^{1/n} - 1 \right] \quad (16)$$

เมื่อตัวแปร n เป็นค่าคงที่เฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด สำหรับแอมโมเนีย $n = 1.28$ (สำหรับ R-22, $n = 1.11$) (จากหนังสือ Industrial Refrigeration Handbook, Wilbert F. Stoecker)

ถ้าพิจารณาจาก Volumetric Efficiency ในสมการที่ (16) แล้วนั้นจะพบว่า ถ้าทราบ Clearance Volume จะสามารถทำการคำนวณหาค่า Volumetric Efficiency (η_v) ได้

ในการทดลองของงานวิทยานิพนธ์นี้จะต้องทำการหาค่าอัตราไหลเชิงมวล (Mass Flow Rate) จากระบบที่ทำการศึกษาที่โรงงานน้ำแข็งสาครพิทยพัฒน์นั้นเครื่องอัดไอ (Compressor) เป็นเครื่องอัดไอแบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor) แบบ 8 ลูกสูบ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 170 mm. และทำการหาปริมาตรของลูกสูบได้ดังนี้

- ปริมาตรช่วงชัก (คิดเป็นกรณีเป็นลูกสูบเต็ม)

เส้นผ่าศูนย์กลางลูกสูบ 0.17 m.

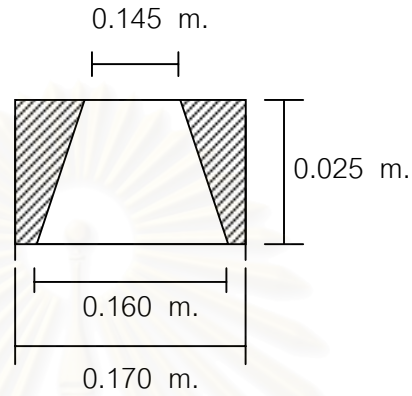
ช่วงชักของข้อเหวี่ยง 0.14 m.

ดังนั้นปริมาตรช่วงชัก (Swept Volume) = $(\pi/4) \times 0.17^2 \times 0.14 = 3.1777 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

- ปริมาตรลูกสูบส่วนที่ไม่เต็ม

แบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่

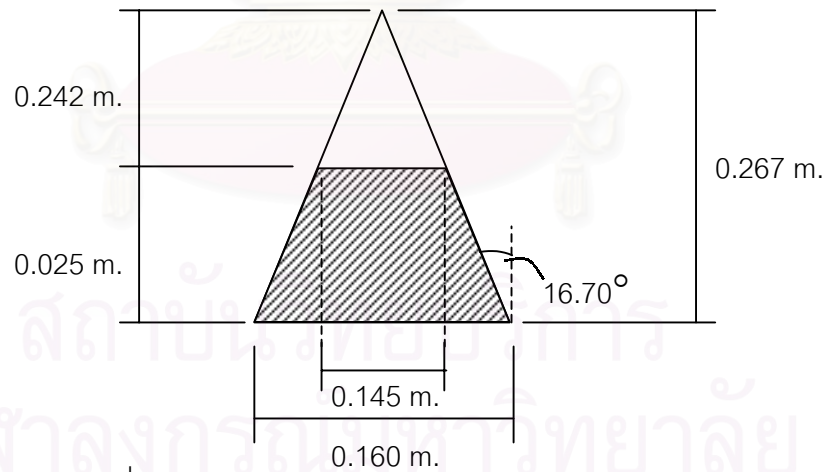
- ปริมาตรขอบนอก (ส่วนที่แรเงา)



รูปที่ ง4 ลักษณะส่วนหัวของลูกสูบ

$$\text{ปริมาตรทรงกระบอกเต็มรูป} = (\pi/4) \times 0.17^2 \times 0.025 = 5.675 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

หาปริมาตรของพื้นที่ส่วนหนึ่งของรูปทรงกรวย (แรเงา)

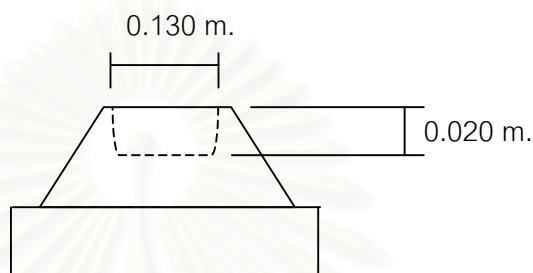


รูปที่ ง5 การหาปริมาตรรูปทรงกรวยบริเวณส่วนหัวลูกสูบ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรส่วนแรเงา} &= \left[\frac{1}{3} \left(\frac{\pi}{4} \times 0.16^2 \right) \times 0.267 \right] - \left[\frac{1}{3} \left(\frac{\pi}{4} \times 0.145^2 \right) \times 0.242 \right] \\ &= 4.574 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

ดังนั้น ปริมาตรของขอบนอก (ส่วนแรเงาของรูปที่ 1) = $(5.675 - 4.574) \times 10^{-4}$
 $= \underline{1.101 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$

- ปริมาตรรอยเว้าตรงกลางหัวลูกสูบ



รูปที่ 6 ลักษณะรอยเว้าที่บริเวณตรงกลางหัวลูกสูบ

ปริมาตรโดยประมาณของรอยนูน = $\left[\frac{\pi}{4} \times 0.13^2 \times 0.02 \right] = \underline{2.655 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$

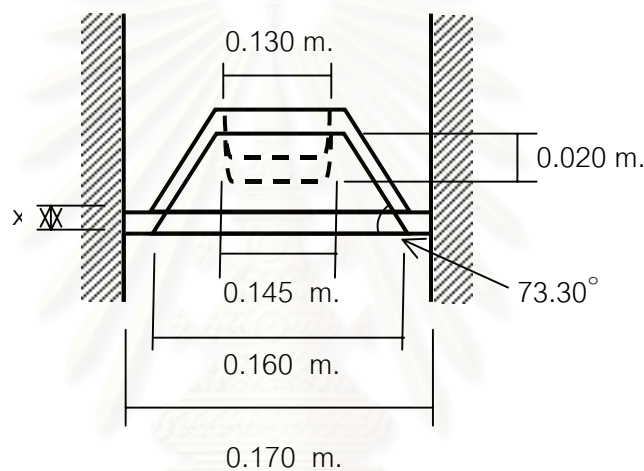
รวมปริมาตรของลูกสูบใน 1 จังหวะการดูด คือ

$(3.1777 \times 10^{-3}) + (1.101 \times 10^{-4}) + (2.655 \times 10^{-4}) = \underline{3.553 \times 10^{-3} \text{ m}^3}$

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง3 การหา Clearance Volume

ในการหาค่า Volumetric Efficiency นั้นจะต้องทราบค่า Clearance Volume เพื่อที่จะนำไปคำนวณต่อไป แต่ค่า Clearance Volume นั้นทำการวัดได้ยากมากจึงได้ตั้งสมมติฐานในการหาค่า Clearance Volume โดยที่เมื่อลูกสูบอัดตัวแล้วเนื่องจากแรงเสียดทานและความดันที่สูงมากในกระบอกสูบจึงได้ทำการสมมติระยะช่องว่างของลูกสูบกับกระบอกสูบที่ประกบกันไม่สนิทเป็นค่าต่างๆ เพื่อดูแนวโน้มของค่า Clearance Volume ที่เป็นไปได้ ในการหาค่า Clearance Volume ได้ทำการคำนวณดังนี้



รูปที่ ง7 ลักษณะของหัวลูกสูบที่ประกบไม่สนิท

แบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. พื้นที่ส่วนที่เป็นฉิวราบ

$$V_1 = \frac{\pi}{4} \cdot ((0.17^2 - 0.16^2) + (0.145^2 - 0.13^2) + (0.13^2)) \cdot x$$

เมื่อ

$$x = \text{ระยะห่างของช่องว่างที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นไปประกบกระบอกสูบไม่สนิท}$$

2. พื้นที่ส่วนที่เป็นผิวเฉียง

$$\begin{aligned}
 V_2 = & \left[\frac{\pi}{12} \cdot (0.16 + 2x \tan 16.70)^2 \cdot (0.08 + x \tan 16.70) \tan 73.30 \right] \\
 & - \left[\frac{\pi}{3} \cdot \left((0.08 + x \tan 16.70) \tan 73.30 - (0.025 + x) \right) \tan 16.70 \right]^2 \cdot \left((0.08 + x \tan 16.70) \tan 73.30 - (0.025 + x) \right) \right] \\
 & - \left[\pi \cdot \left((0.08 + x \tan 16.70) \tan 73.30 - (0.025 + x) \right) \tan 16.70 \right]^2 \cdot x \right] - 4.574 \times 10^{-4} \\
 & - \left[\left[\frac{\pi}{12} \cdot (0.16 + 2x \tan 16.70)^2 \cdot (0.08 + x \tan 16.70) \tan 73.30 \right] \right. \\
 & \left. - \left[\frac{\pi}{3} \cdot \left((0.08 + x \tan 16.70) \tan 73.30 - (x) \right) \tan 16.70 \right]^2 \cdot \left((0.08 + x \tan 16.70) \tan 73.30 - (x) \right) \right] \right] \\
 & - \left[\frac{\pi}{4} \cdot 0.16^2 \cdot x \right]
 \end{aligned}$$

เมื่อ

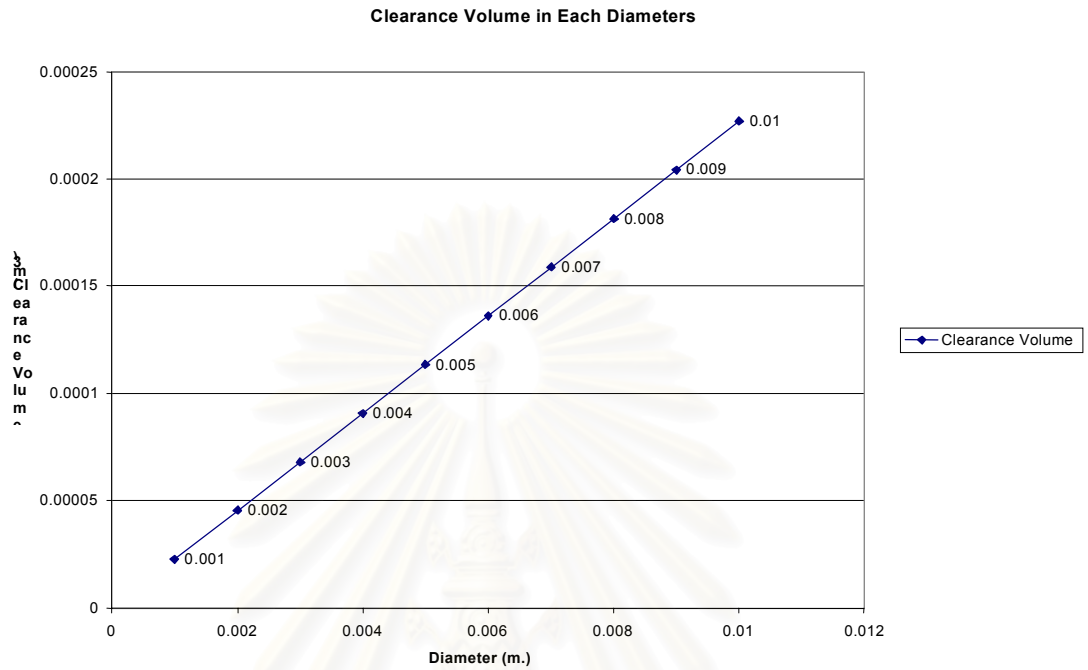
$$x = \text{ระยะห่างของช่องว่างที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นไปประกบกระบอกสูบไม่สนิท}$$

ทำการเปลี่ยนค่าระยะห่าง x จาก 1 mm. – 10 mm. แล้วคำนวณหา Clearance Volume , Percent Clearance , Volumetric Efficiency และ Mass Flow Rate ของข้อมูล วันที่ 2 ธันวาคม 2546 ดังตารางต่อไปนี้

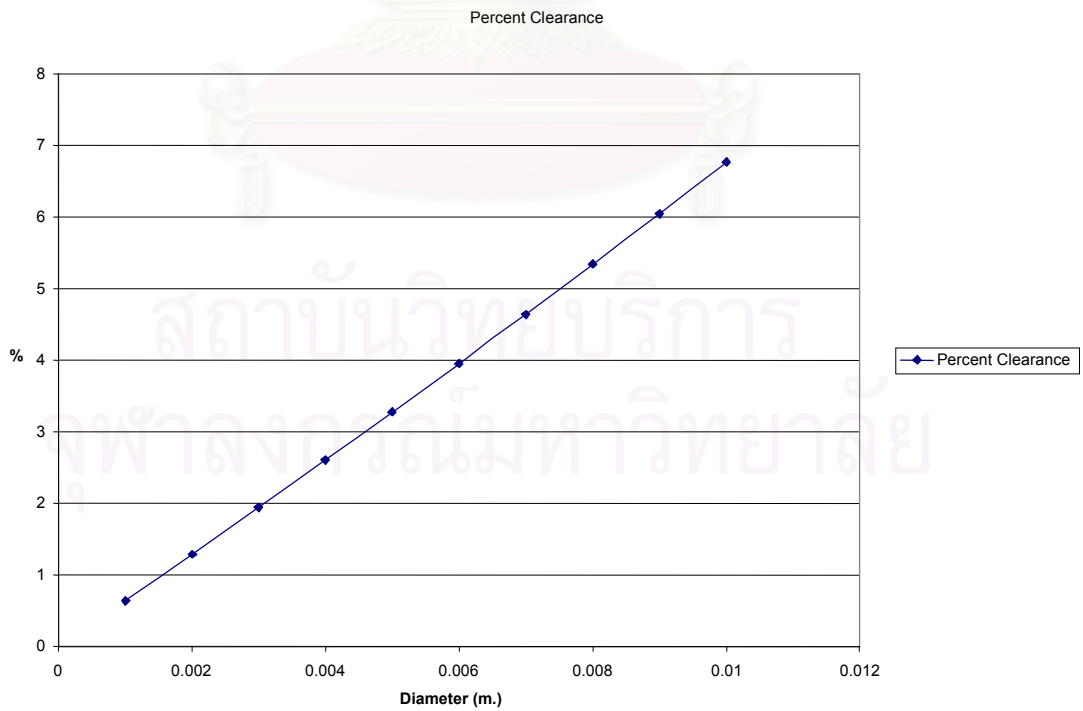
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง1 แสดงค่า Clearance Volume เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าระยะห่างไปเรื่อยๆ

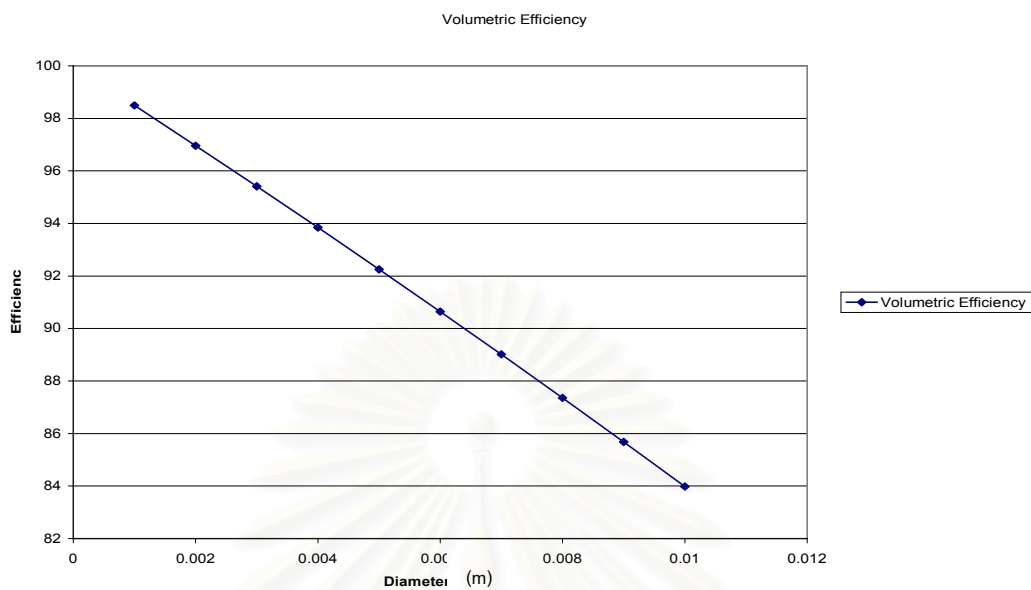
Clearance (m.)	Perpendicular Surface Area Volume (m ³)	Incline Surface Volume (m ³)	Clearance Volume (m ³)	Clearance Percentage	Volumetric Efficiency (%)	Mass Flow Rate (kg/s)
0.001	1.910E-05	3.593E-06	2.26982E-05	0.637	98.490	0.810
0.002	3.820E-05	7.186E-06	4.53963E-05	1.282	96.961	0.797
0.003	5.731E-05	1.078E-05	6.80945E-05	1.936	95.412	0.784
0.004	7.641E-05	1.437E-05	9.07927E-05	2.599	93.843	0.771
0.005	9.552E-05	1.796E-05	0.000113491	3.270	92.254	0.758
0.006	11.462E-05	2.156E-05	0.000136189	3.950	90.643	0.745
0.007	13.373E-05	2.515E-05	0.000158887	4.638	89.011	0.732
0.008	15.283E-05	2.874E-05	0.000181585	5.336	87.358	0.718
0.009	17.194E-05	3.234E-05	0.000204284	6.044	85.682	0.704
0.01	19.104E-05	3.593E-05	0.000226982	6.761	83.984	0.690



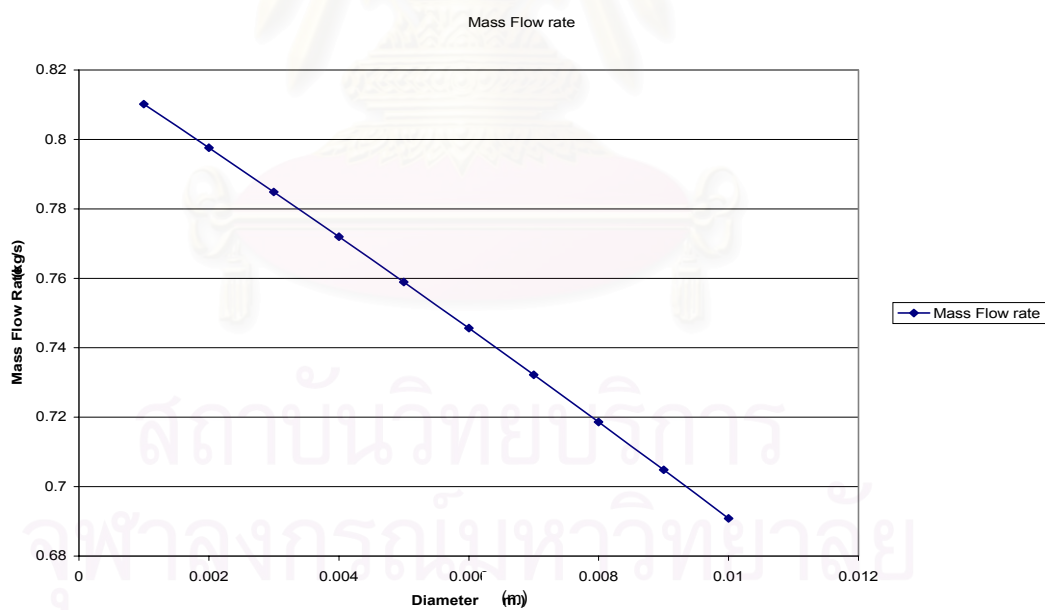
รูปที่ 8 กราฟแสดงค่า Clearance Volume เมื่อถูกสูบประกะบไม่สนิทเป็นระยะต่างๆ ตั้งแต่ 1 – 10 mm.



รูปที่ 9 กราฟแสดงค่า Clearance Percentage เมื่อถูกสูบประกะบไม่สนิทเป็นระยะต่างๆ ตั้งแต่ 1 – 10 mm.



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่า Volumetric Efficiency เมื่อถูกสูบประกบไม้นิทเป็นระยะต่างๆ ตั้งแต่ 1 – 10 mm.



รูปที่ 11 กราฟแสดงค่า Mass Flow Rate เมื่อถูกสูบประกบไม้นิทเป็นระยะต่างๆ ตั้งแต่ 1 – 10 mm.

เมื่อนำมาเขียนกราฟจะพบว่า Clearance Volume และ Clearance Percentage มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามระยะห่างของลูกสูบและกระบอกสูบ ค่า Volumetric Efficiency และ Mass Flow Rate มีแนวโน้มลดลงเป็นเส้นตรงตามระยะห่างของลูกสูบและกระบอกสูบ

จากลักษณะที่เป็นเส้นตรงของกราฟแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของระยะห่างของลูกสูบที่ประกบไม่สนิทนั้นจะทำให้ค่า Volumetric Efficiency ลดลงเป็นอัตราส่วนที่คงที่ ดังนั้นจากการทดสอบเปลี่ยนแปลงค่าระยะห่างที่ลูกสูบเคลื่อนตัวเข้าประกบไม่สนิทจาก 1 – 10 mm. นั้นพบว่าที่ 1 mm. จะให้ค่า Volumetric Efficiency 98.5 % ซึ่งสูงเกินไป และที่ระยะ 10 mm. จะให้ค่า Volumetric Efficiency 84.0 % ซึ่งต่ำเกินไป เมื่อดูที่ระยะห่าง 5 mm. พบว่าค่า Volumetric Efficiency อยู่ที่ประมาณ 91.0 % ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่สูงมากเกินไปหรือต่ำเกินไป และจากข้อมูลของ Stoecker [14] ได้นำเสนอข้อมูลของเครื่องอัดไอแบบลูกสูบเอาไว้โดยเครื่องอัดไอนั้นมี Volumetric Efficiency ประมาณ 90.5% ดังนั้นจะทำการเลือกใช้ค่าที่ 5 mm. ในการคำนวณหาค่า Volumetric Efficiency ของเครื่องอัดไอแบบลูกสูบเพื่อใช้คำนวณหาอัตราไหลเชิงมวลต่อไป

ตัวอย่างการคำนวณหาอัตราไหลเชิงมวล

ทำการยกตัวอย่างของวันที่ 2 ธันวาคม 2546 ดังนี้

จากค่าความดันและอุณหภูมิเข้าเครื่องอัดไอ (ตำแหน่งที่ 1) ทำให้สามารถระบุคุณสมบัติของแอมโมเนียได้อย่างครบถ้วน นั่นคือทำให้ทราบค่าปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume , v_1) $0.4279 \text{ m}^3 / \text{kg}$

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรลูกสูบ 1 ลูกสูบ ในการดูด 1 ครั้ง (V)} &= 3.584 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{รอบ} \\
 \text{จำนวนลูกสูบ (n)} &= 8 \text{ ลูกสูบ} \\
 \text{ความเร็วรอบของเครื่องอัดไอ (s)} &= 737.10 \text{ รอบ/นาที} \\
 \text{ดังนั้น ปริมาตรของการดูด (V}_1\text{)} &= V \times n \times s \\
 &= 21.134 \text{ m}^3/\text{นาที} \\
 &= 0.352 \text{ m}^3/\text{วินาที}
 \end{aligned}$$

- การหาค่า Volumetric Efficiency (η_v)

$$\text{จากสมการที่ (5) ค่า Volumetric Efficiency } (\eta_v) = 100 - C \left[\left(\frac{P_{dis}}{P_{suc}} \right)^{1/n} - 1 \right]$$

$$\text{เมื่อ } C = \left(\frac{V_C}{V_1 - V_C} \right) \times 100$$

$$V_C = \text{ครึ่งหนึ่งของปริมาตรรอยบูมบริเวณส่วนหัว} = 1.328 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V_1 = \text{ปริมาตรรวมของการดูด 1 จังหวะ} = 3.584 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{ดังนั้น } C = \left(\frac{1.328 \times 10^{-4}}{3.584 \times 10^{-3} - 1.328 \times 10^{-4}} \right) \times 100 = 3.85$$

จะได้ค่า Volumetric Efficiency (η_v)

$$\eta_v = 100 - 3.85 \left[\left(\frac{1,361.477}{287.649} \right)^{1/1.28} - 1 \right] = 90.88\%$$

$$\text{ค่าอัตราไหลเชิงมวล } (\dot{m}) = \eta_v \times \frac{V_1}{v_1}$$

เมื่อ η_v = ค่า Volumetric Efficiency

V_1 = ปริมาตรการดูดของเครื่องอัดไอใน 1 วินาที , $\text{m}^3/\text{วินาที}$

v_1 = ปริมาตรจำเพาะของแอมโมเนียในขณะดูดเข้าเครื่องอัดไอ , m^3/kg

$$\dot{m} = 90.88\% \times \frac{0.352}{0.4279} = 74.76 \text{ kg/วินาที}$$

ภาคผนวก จ

แนวโน้มกำลังงานที่ใช้ในเครื่องอัดไอและค่าการถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์ ในโรงน้ำแข็ง

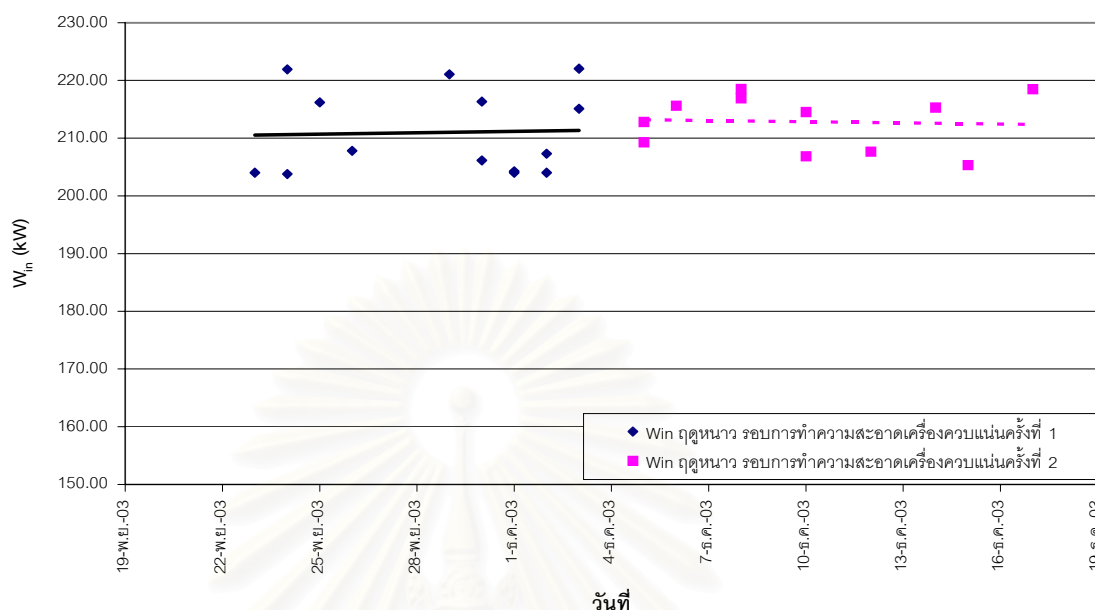
ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อค่าสมรรถนะ (COP และ EER) ของระบบการทำความเย็นในโรงน้ำแข็งก็คือค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหย (Q_H) , ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย (Q_L) , ค่ากำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอ (W_{in}) , ค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ในโรงน้ำแข็ง ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณของค่าต่างๆ เหล่านี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค. ในส่วนของภาคผนวก จ. นี้แสดงการเปรียบเทียบค่าต่างๆ ในแต่ละฤดูกาลเพื่อให้เห็นถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ เหล่านี้

จ1 กำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอ (W_{in})

กำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอเป็นกำลังงานที่เครื่องอัดไอใช้ในการอัดไอแอมโมเนียเพื่อให้แอมโมเนียไหลจนครบวัฏจักรการทำความเย็น กำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอนี้ได้มาจากการคำนวณจากค่าอัตราการไหลของสารทำความเย็นและคุณสมบัติของสารทำความเย็นแอมโมเนียทางด้านดูดเข้าเครื่องอัดไอและทางด้านออกจากเครื่องอัดไอ จากการคำนวณจะได้กำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอตามฤดูกาลต่างๆ ดังต่อไปนี้

ฤดูหนาว

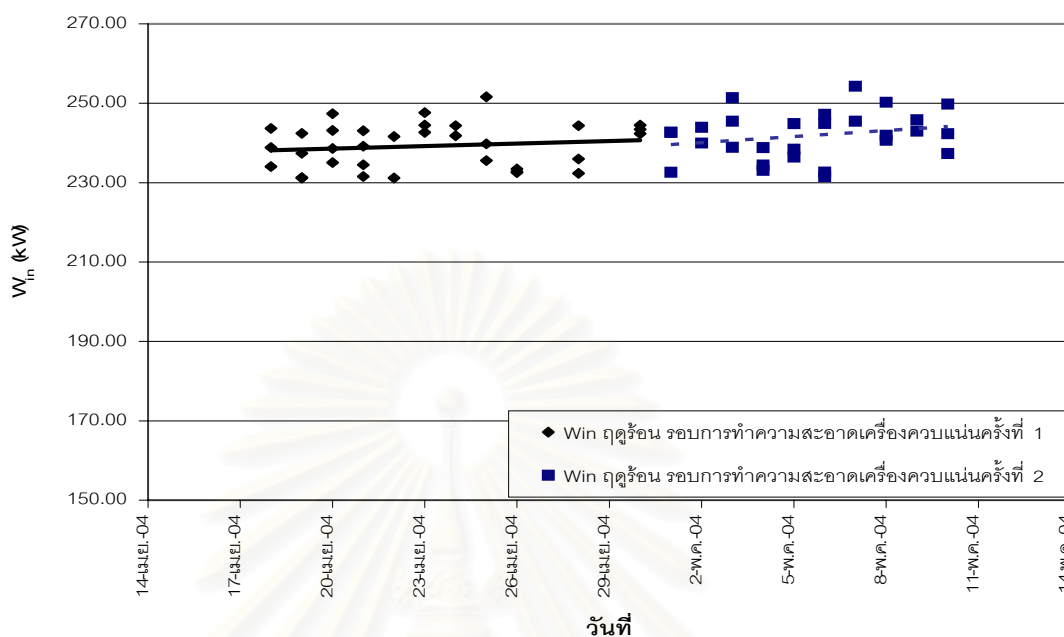
จากการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูหนาวตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมาคำนวณหาค่ากำลังงานที่ป้อนให้เครื่องอัดไอจะได้ค่าดังรูปที่ จ1 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 23 พฤศจิกายน 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 4 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำมาสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 5 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 15 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำมาสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่า W_{in} ที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่น



รูปที่ ๑1 กราฟแสดงค่า W_{in} ของฤดูหนาว

ตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่า W_{in} จะมีค่าอยู่ระหว่าง 220.00 – 204.50 kW. ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า W_{in} พบว่าแนวโน้มของค่า W_{in} จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นทึบแต่แนวโน้มการเพิ่มขึ้นไม่เด่นชัดมากนัก ในรอบที่ 2 นั้นค่า W_{in} จะมีค่าอยู่ระหว่าง 220.00 – 205.00 kW. ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า W_{in} พบว่าแนวโน้มของค่า W_{in} จะมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นประ

จากรูปที่ ๑1 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่า W_{in} ในรอบการทำความสะอาเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่า W_{in} มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ประมาณ 211.00 kW. ในส่วนรอบการทำความสะอาเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่า W_{in} มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ประมาณ 211.00 kW. เช่นเดียวกับรอบการทำความสะอาในรอบที่ 1



รูปที่ ๑2 กราฟแสดงค่า W_{in} ของฤดูร้อน

ฤดูร้อน

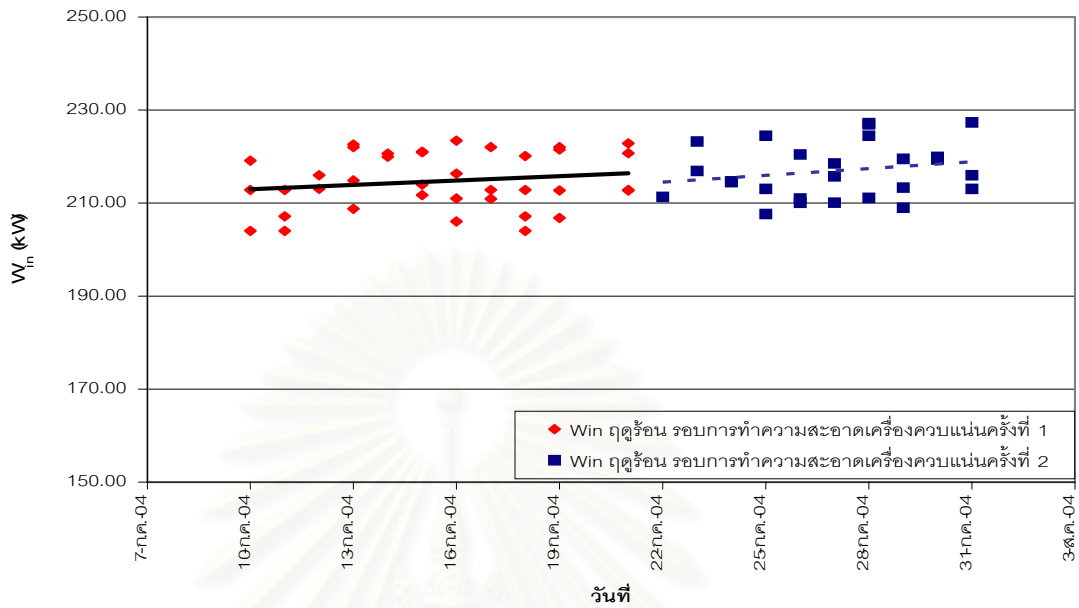
จากการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูร้อนตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมาคำนวณหาค่ากำลังงานที่ป้อนให้เครื่องอัดไอจะได้ค่าดังรูปที่ ๑2 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 18 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 30 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 1 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 13 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่า W_{in} ที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่า W_{in} จะมีค่าอยู่ระหว่าง 250.00 – 230.00 kW. ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า W_{in} พบว่าแนวโน้มของค่า W_{in} จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นทึบแต่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นไม่เด่นชัด ในรอบที่ 2 นั้นค่า W_{in} จะมีค่าอยู่ระหว่าง 250.00 – 230.00 kW. ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า W_{in} พบว่าแนวโน้มของค่า W_{in} จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตาม

จำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นประแต่เป็นการเพิ่มขึ้นที่ไม่ชัดเจนมากนัก

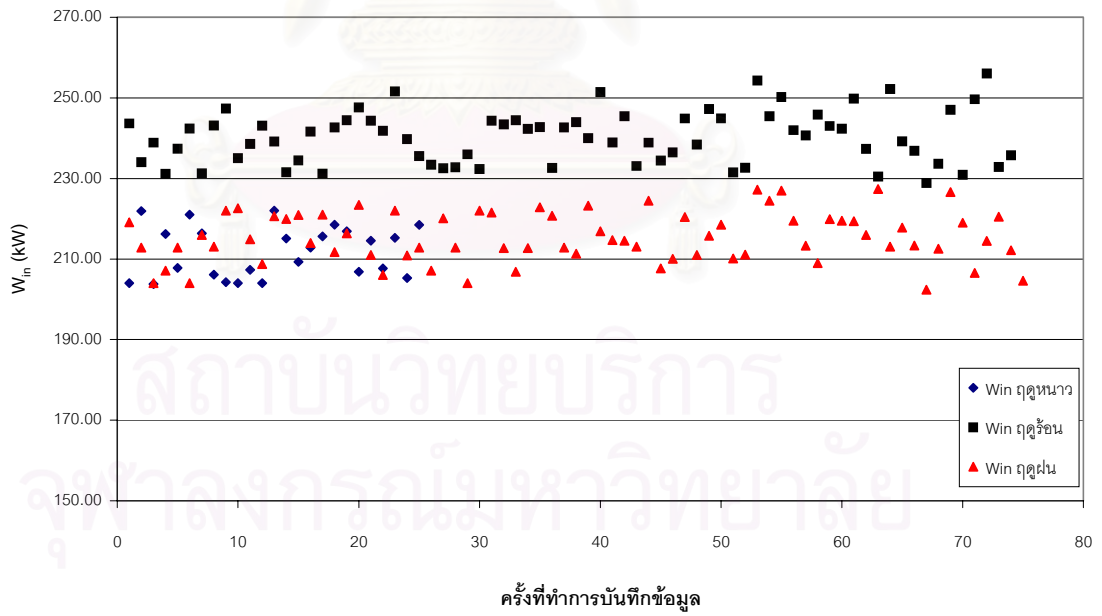
จากรูปที่ ๑๒ เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่า W_{in} ในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่า W_{in} มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ประมาณ 238.00-240.00 kW. ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่า W_{in} มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ประมาณ 238.00-241.00 kW. ใกล้เคียงกันกับรอบการทำความสะอาดรอบที่ 1

ฤดูฝน

จากการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูฝนตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมาคำนวณหาค่ากำลังงานที่ป้อนให้เครื่องอัดไอจะได้ค่าดังรูปที่ ๑๓ และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 10 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 21 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 22 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 3 สิงหาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่า W_{in} ที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่า W_{in} จะมีค่าอยู่ระหว่าง 220.00 – 195.00 kW. ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า W_{in} พบว่าแนวโน้มของค่า W_{in} จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นทึบแต่เป็นการเพิ่มที่ไม่เด่นชัดมากนัก ในรอบที่ 2 นั้น ค่า W_{in} จะมีค่าอยู่ระหว่าง 228.00 – 198.00 kW.



รูปที่ ๓3 กราฟแสดงค่า W_{in} ของฤดูฝน



รูปที่ ๓๔ กราฟแสดงค่ากำลังงานที่ใช้ในเครื่องอัดไอของแต่ละฤดูกาล

ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า W_{in} พบว่าแนวโน้มของค่า W_{in} จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นประแต่เป็นการเพิ่มขึ้นที่ไม่เด่นชัดนัก

จากรูปที่ ๑๔ เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่า W_{in} ในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่า W_{in} มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ประมาณ 215.00-218.00 kW. ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่า W_{in} มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ประมาณ 215.00-218.00 kW. ซึ่งใกล้เคียงกับรอบการทำความสะอาดรอบที่ 1

จากรูปกราฟที่ ๑1 , ๑2 และ ๑3 จะเห็นว่าค่ากำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอของแต่ละฤดูกาลมีค่าดังต่อไปนี้

ค่า W_{in} ของฤดูหนาว มีค่าอยู่ในช่วง 200 – 220 kW.

ค่า W_{in} ของฤดูร้อน มีค่าอยู่ในช่วง 225 – 260 kW.

ค่า W_{in} ของฤดูฝน มีค่าอยู่ในช่วง 200 – 225 kW.

จากรูปกราฟจะพบว่าค่า W_{in} ของฤดูร้อนมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดูหนาวเป็นช่วงฤดูที่มีค่า W_{in} ต่ำที่สุด กราฟเปรียบเทียบค่า W_{in} แสดงไว้ในรูปที่ ๑๔

เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า W_{in} ของทั้ง 3 ฤดูกาลจะพบว่า แนวโน้มของค่า W_{in} ของทั้ง 3 ฤดูกาลมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือค่า W_{in} มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ตามวันหลังจากทำความสะอาดเครื่องควบแน่น

จากค่า W_{in} ที่ได้จากคำนวณแล้วนำมาพิจารณาแนวโน้มของค่ากำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไวมถึงการพิจารณาถึงลักษณะการเจริญเติบโตของเฟาพลังในหัวข้อ 7.3 มาแล้วนั้น ทำให้สามารถกล่าวได้ว่ากำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอของระบบการทำความเย็นจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตามปริมาณของเฟาพลังที่เพิ่มขึ้น ดังจะดูได้จากการเพิ่มขึ้นของค่ากำลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอตามจำนวนวันหลังการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามรูปกราฟที่ ๑1 , ๑2 และ ๑3

จ2 กำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ในระบบทำความเย็น

ในระบบการทำความเย็นนั้นใช้ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในวัฏจักรการทำความเย็น อุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าในระบบการทำความเย็นนั้นมีดังนี้

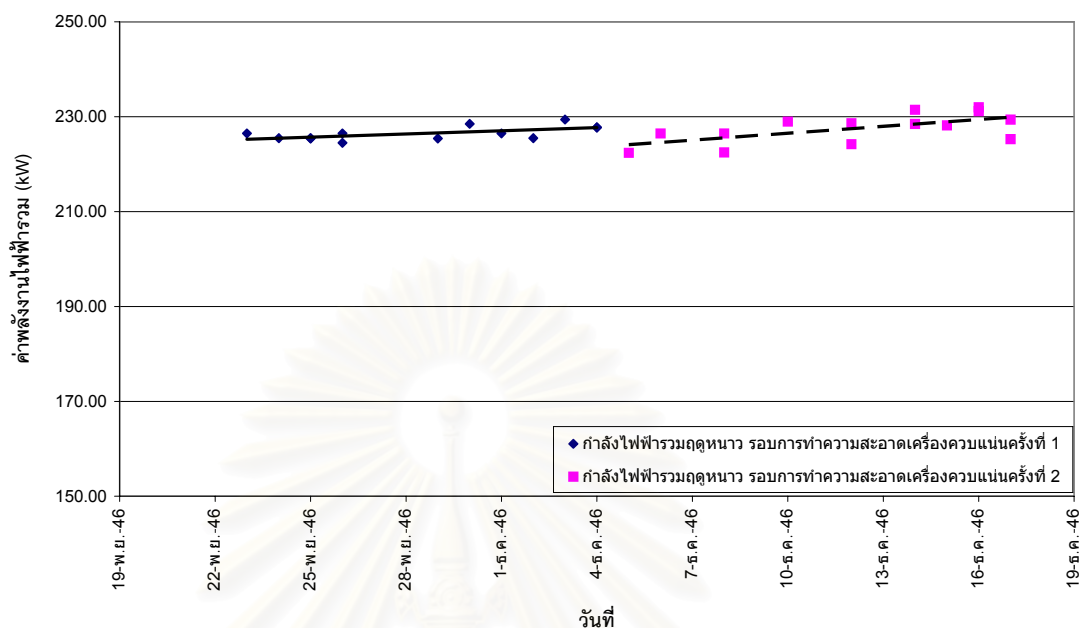
1. เครื่องอัดไอ (Compressor) 1 เครื่อง
2. ปั้มน้ำระบายความร้อนเครื่องควบแน่น 2 เครื่อง
3. ไบพาสน้ำเกลือ 2 เครื่อง

จากการทำการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าทั้ง 5 เครื่องที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น จะพบว่าค่ากำลังไฟฟ้ารวมในแต่ละครั้งที่ทำการวัดค่า ดังนี้

ฤดูกาล

จากการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูหนาวตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมารวมเป็นค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะได้ดังรูปที่ จ5 จากการสังเกตจึงสามารถเขียนเส้นแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมของช่วงฤดูหนาวได้ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 23 พฤศจิกายน 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 4 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 5 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 15 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 226.00 – 229.00 kW. ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมพบว่าแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่บ ในรอบที่ 2 นั้นค่า W_{in} จะมีค่าอยู่ระหว่าง 222.00 – 230.00 kW. ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมพบว่าแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นประ

จากรูปที่ จ5 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมในรอบการทำความเย็นทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้ารวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมี

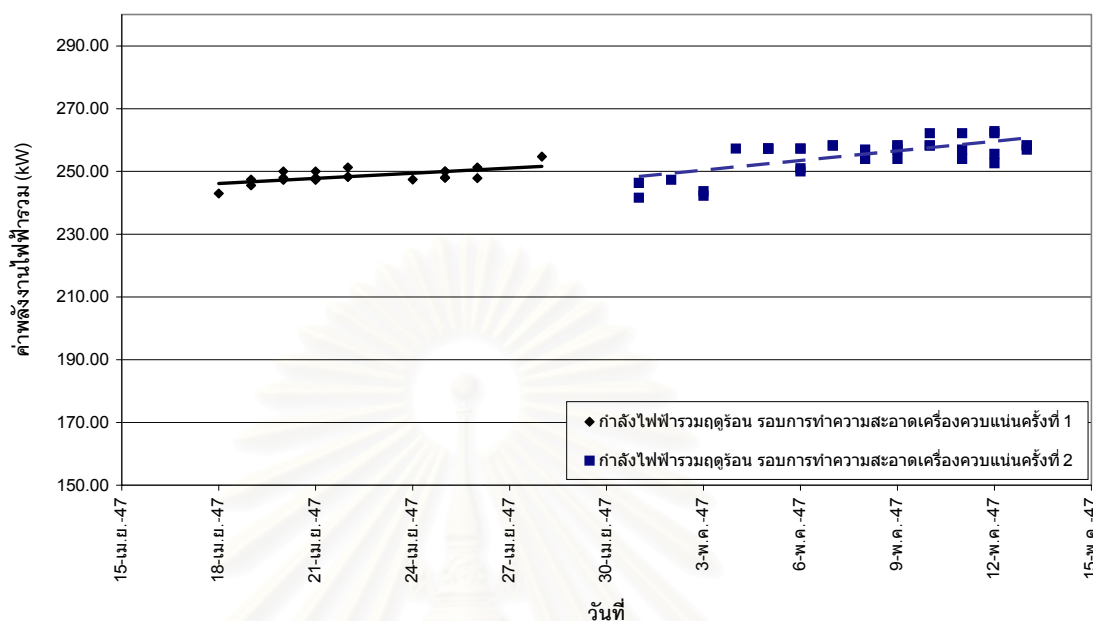


รูปที่ ๑5 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวมของฤดูหนาว

ค่าประมาณ 228.00 kW. ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้ารวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมีค่าประมาณ 228.50 kW.

ฤดูร้อน

จากการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูร้อนตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมารวมเป็นค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะได้ดังรูปที่ ๑6 จากการสังเกตจึงสามารถเขียนเส้นแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมของช่วงฤดูร้อนได้ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 18 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 30 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 1 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 13 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 243.00 – 255.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่า



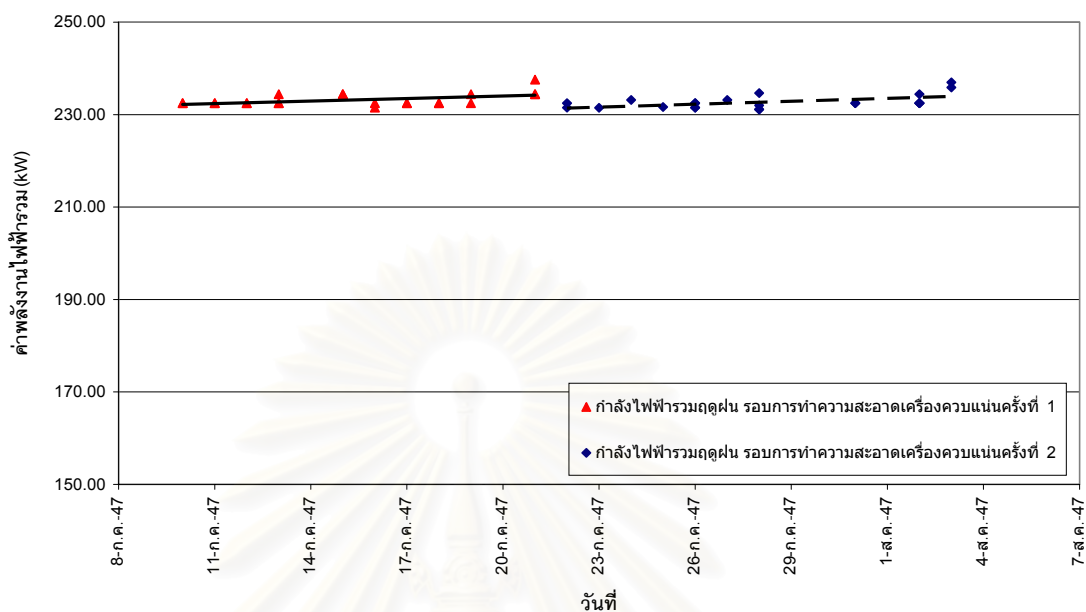
รูปที่ ๑6 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวมของฤดูร้อน

กำลังไฟฟ้ารวมพบว่าแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่บ ในรอบที่ 2 นั้นค่า W_{in} จะมีค่าอยู่ระหว่าง 222.00 – 230.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมพบว่าแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นประ

จากรูปที่ ๑6 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้ารวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมีค่าประมาณ 250.00 kW. ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้ารวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมีค่าประมาณ 251.00 kW.

ฤดูฝน

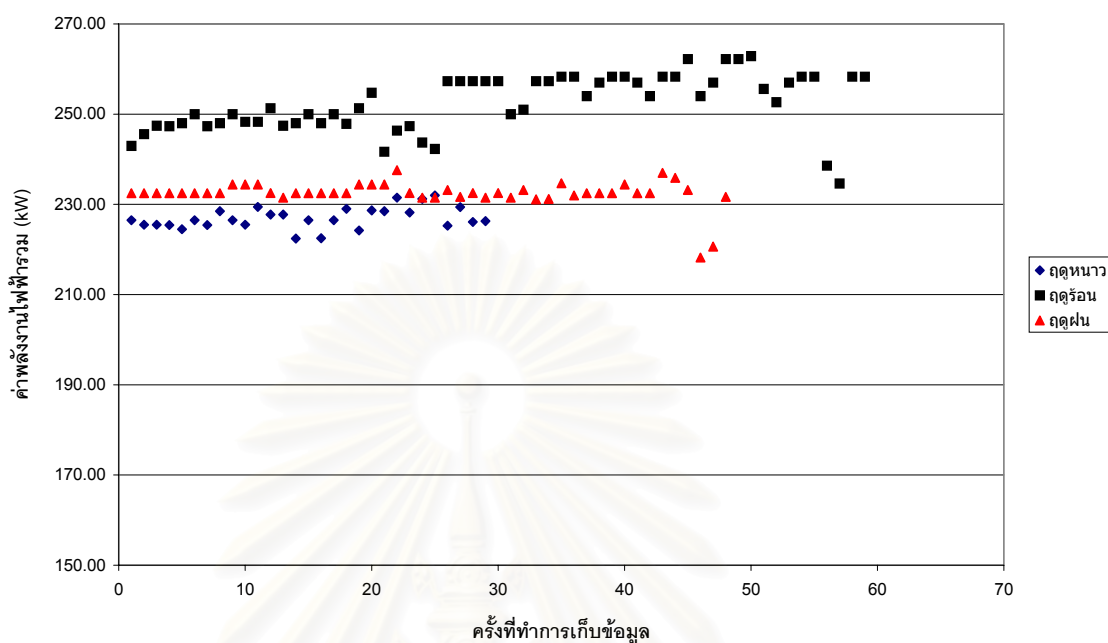
จากการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูฝนตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมารวมเป็นค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะได้ดังรูปที่ ๑7 จากการสังเกตจึงสามารถเขียนเส้นแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมของช่วงฤดูฝนได้ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 10



รูปที่ ๑7 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวมของฤดูฝน

กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 21 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 22 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 3 สิงหาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีค่าอยู่ระหว่าง 232.50 – 237.60 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวม พบว่าแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่ 1 ในรอบที่ 2 นั้นค่า W_{in} จะมีค่าอยู่ระหว่าง 232.50 – 236.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมพบว่าแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่ 2

จากรูปที่ ๑7 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้ารวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมีค่าประมาณ 235.00 kW. ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่ากำลังไฟฟ้ารวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมีค่าประมาณ 235.00 kW.



รูปที่ ๑8 กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ในระบบทำความเย็นของแต่ละฤดูกาล

จากรูปกราฟที่ ๑5 , ๑6 และ ๑7 จะเห็นว่าค่ากำลังไฟฟ้ารวมของระบบทำความเย็นของแต่ละฤดูกาลมีค่าดังต่อไปนี้

ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของฤดูหนาว มีค่าอยู่ในช่วง 220 – 230 kW.

ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของฤดูร้อน มีค่าอยู่ในช่วง 240 – 262 kW.

ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของฤดูฝน มีค่าอยู่ในช่วง 235 – 238 kW.

จากรูปกราฟจะพบว่าค่ากำลังไฟฟ้ารวมของระบบการทำความเย็นของฤดูร้อนมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดูหนาวเป็นช่วงฤดูที่มีค่ากำลังไฟฟ้ารวมต่ำที่สุด กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้ารวมแสดงไว้ในรูปที่ ๑8

เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมของทั้ง 3 ฤดูกาลจะพบว่า แนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมของทั้ง 3 ฤดูกาลมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือค่ากำลังไฟฟ้ารวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามวันหลังจากทำการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นแต่แนวโน้มในการเพิ่มขึ้นนั้นจะไม่สูงมากนัก

จากค่ากำลังไฟฟ้ารวมของระบบทำความเย็นที่ทำการบันทึกข้อมูลแล้วนำมาพิจารณาแนวโน้มของค่ากำลังไฟฟ้ารวมรวมถึงการพิจารณาถึงลักษณะการเจริญเติบโตของเฟา

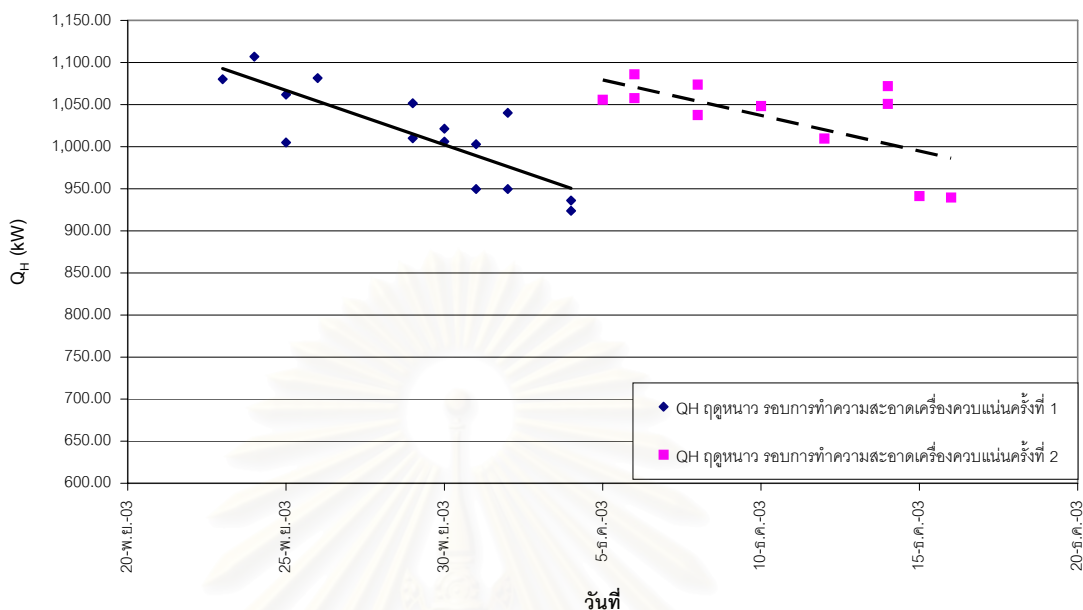
ถึงในหัวข้อ 7.3 มาแล้วนั้น ทำให้สามารถกล่าวได้ว่ากำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ในระบบทำความเย็นเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเฟาถึงที่เพิ่มขึ้น ดังจะดูได้จากการเพิ่มขึ้นของค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ตามจำนวนวันหลังการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามรูปกราฟที่ ๑5 , ๑6 และ ๑7

๑3 ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหย

เครื่องควบแน่นเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำหน้าที่นำความร้อนจากสารทำความเย็นไปถ่ายเทให้กับบรรยากาศ เครื่องควบแน่นเป็นหนึ่งในอุปกรณ์หลักของระบบการทำความเย็น เครื่องควบแน่นที่ทำการวิจัยนี้เป็นเครื่องควบแน่นแบบระเหยตามธรรมชาติ งานวิจัยนี้ทำการบันทึกข้อมูลในสามฤดูกาลแล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่น ดังต่อไปนี้

ฤดูหนาว

จากการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูหนาวตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมาคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะได้ค่าดังรูปที่ ๑9 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 23 พฤศจิกายน 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 4 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 5 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 15 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1,100.00 – 950.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่ 1 ในรอบที่ 2 นั้นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1,080.00 – 940.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมี



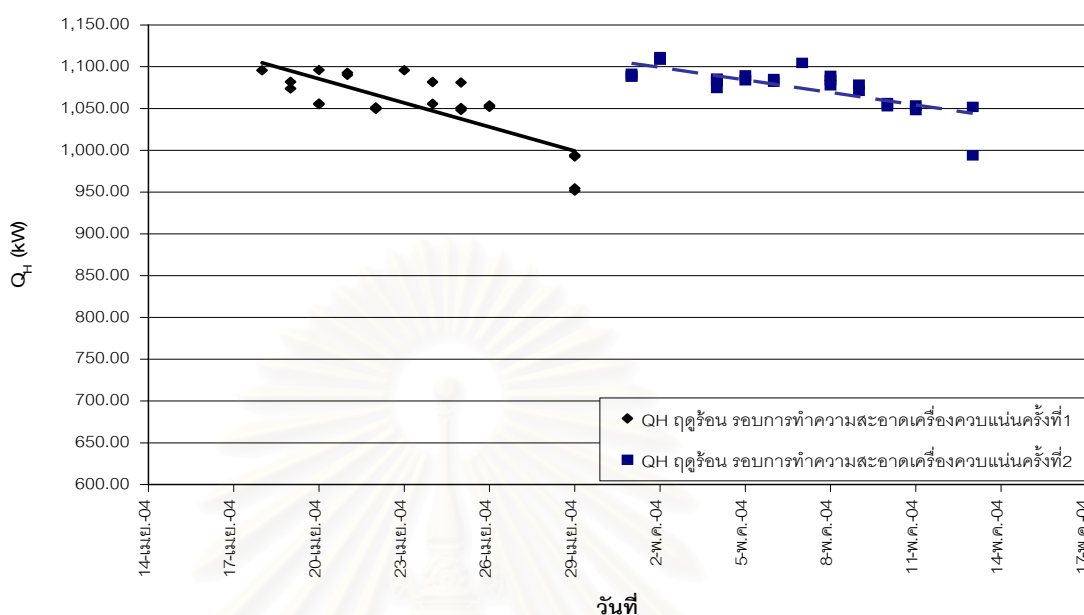
รูปที่ ๑9 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูหนาว

แนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นประอย่างชัดเจน

จากรูปที่ ๑9 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 13.6% ของวันก่อนหน้า ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 9.2% ของวันก่อนหน้า

ฤดูร้อน

จากการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูร้อนตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมาคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะได้ค่าดังรูปที่ ๑10 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 18 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 30 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่



รูปที่ ๑10 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูร้อน

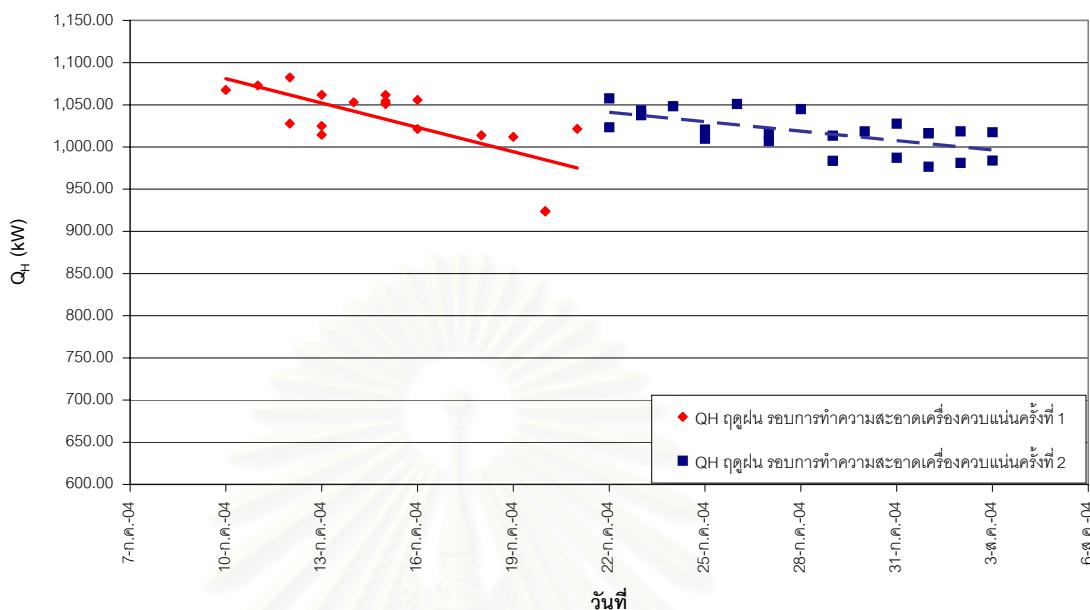
2 เริ่มต้นในวันที่ 1 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 13 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1,100.00 – 950.00 ถ้าหากพิจารณาถึง แนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่ 1 ในรอบที่ 2 นั้นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1,100.00 – 975.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่ 2 อย่างชัดเจน

จากรูปที่ ๑10 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่าการถ่ายเท

ความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 9.0% ของวันก่อนหน้า ในส่วนรอบการทำงานสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 8.3% ของวันก่อนหน้า

ฤดูฝน

จากการบันทึกข้อมูลในช่วงฤดูฝนตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อนำมาคำนวณหา ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะได้ค่าดังรูปที่ ๑1 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 10 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 21 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 22 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 3 สิงหาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำงานสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1,075.00 – 975.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นทึบ ในรอบที่ 2 นั้นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1,060.00 – 980.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นประอย่างชัดเจน



รูปที่ ๑11 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูฝน

จากรูปที่ ๑11 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 7.7% ของวันก่อนหน้า ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 6.3% ของวันก่อนหน้า

จากรูปกราฟที่ ๑๑ , ๑10 และ ๑11 จะเห็นว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยของแต่ละฤดูกาลมีค่าดังต่อไปนี้

ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูหนาว มีค่าอยู่ในช่วง 900 – 1,110 kW.

ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูร้อน มีค่าอยู่ในช่วง 1,050 – 1,200 kW.

ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูฝน มีค่าอยู่ในช่วง 900 – 1,125 kW.

จากรูปกราฟจะพบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นของฤดูร้อนมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดูหนาวเป็นช่วงฤดูที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นรวมต่ำที่สุด

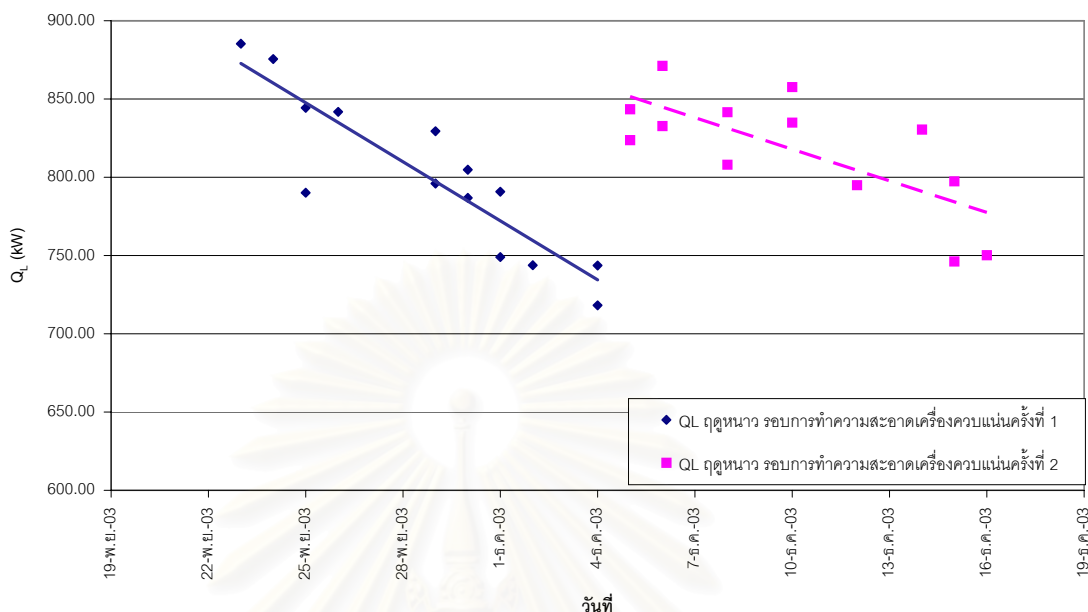
เมื่อพิจารณาแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหย จะพบว่าทั้ง 3 ฤดู มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดตามจำนวนวันหลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นโดยมีอัตราการลดลงในฤดูหนาว , ฤดูร้อนและฤดูฝน เป็น 12.50 , 8.50 และ 7.00 เท่า ของวันก่อนหน้า ตามลำดับ จะเห็นว่าในช่วงฤดูฝนมีอัตราการลดลงของการถ่ายเทความร้อนน้อยที่สุดอันอาจเกิดจากการที่ในช่วงที่มีฝนตกมีการถ่ายเทแลกเปลี่ยนน้ำจากแหล่งน้ำภายนอกเข้ามาที่ป้อนน้ำระบายความร้อนทำให้น้ำระบายความร้อนสะอาดมากขึ้นเป็นผลให้อัตราการเพิ่มของเฟาติ่งลดลง ประกอบกับในช่วงฤดูฝนจะมีฝนตกมาช่วยในการแลกเปลี่ยนความร้อนจึงทำให้สามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีขึ้น

๑4 ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย

เครื่องระเหยเป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำหน้าที่รับความร้อนจากน้ำที่เป็นวัตถุดิบในการทำน้ำแข็งไปสู่สารทำความเย็น เครื่องระเหยเป็นอุปกรณ์หลักของระบบทำความเย็น ในการทำการวิจัยนี้ทำการบันทึกข้อมูลในสามฤดูกาลแล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย ดังต่อไปนี้

ฤดูหนาว

ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยของฤดูหนาวถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ 7.23 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 23 พฤศจิกายน 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 4 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 5 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 15 ธันวาคม 2546 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาด



รูปที่ ๑12 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยฤดูหนาว

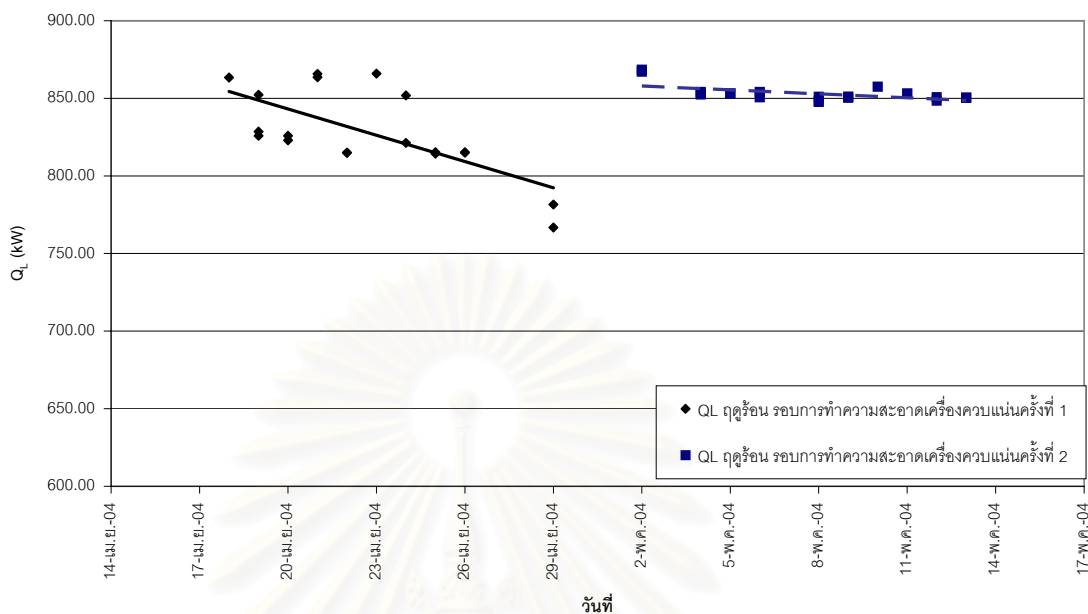
สะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่น ตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 885.00 – 718.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่บออย่างชัดเจนในรอบที่ 2 นั้นค่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 850.00 – 750.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่บออย่างชัดเจน

จากรูปที่ ๑12 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 12.5% ของวันก่อนหน้า ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 11.1% ของวันก่อนหน้า

ฤดูร้อน

ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยของฤดูหนาวถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ ๑13 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 18 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 30 เมษายน 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 1 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 13 พฤษภาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่น ตามลำดับ จากรูปภาพพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 865.00 – 760.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่บ่งชี้ชัดเจน ในรอบที่ 2 นั้นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 870.00 – 850.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นประอย่างชัดเจน

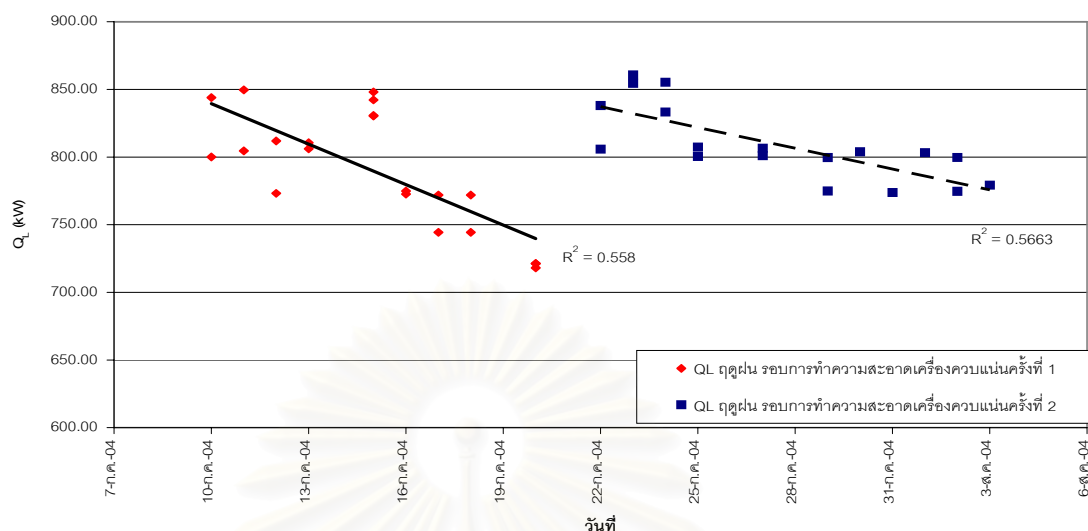
จากรูปที่ ๑13 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 8.6% ของวันก่อนหน้า ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 4.5% ของวันก่อนหน้า



รูปที่ ๑13 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นฤดูร้อน

ฤดูฝน

ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยของฤดูหนาวถูกพล็อตและแสดงอยู่ในรูปที่ ๑14 และสามารถเขียนเส้นแนวโน้มได้โดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ดังแสดงในรูป การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 1 เริ่มต้นในวันที่ 10 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 21 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 11 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกข้อมูลรอบการล้างครั้งที่ 2 เริ่มต้นในวันที่ 22 กรกฎาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น และสิ้นสุดในวันที่ 3 สิงหาคม 2547 ซึ่งเป็นวันที่ 12 หลังจากการทำความสะอาดเครื่องควบแน่น การบันทึกจุดต่างๆ จะเป็นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยที่วันต่างๆ หลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่น ตามลำดับ จากรูปกราฟพบว่าในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 นั้น ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 850.00 – 725.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการ



รูปที่ 14 กราฟแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยฤดูฝน

ล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นที่บออย่างชัดเจน ในรอบที่ 2 นั้นค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 850.00 – 760.00 ถ้าหากพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยพบว่าแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยจะมีแนวโน้มลดลงตามจำนวนวันหลังจากการล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นตามเส้นแนวโน้มเส้นประอย่างชัดเจน

จากรูปที่ 14 เมื่อพิจารณาจากเส้นแนวโน้มของค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยในรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 1 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 9.5% ของวันก่อนหน้า ในส่วนรอบการทำความสะอาดเครื่องควบแน่นครั้งที่ 2 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยมีแนวโน้มลดลงประมาณ 8.3% ของวันก่อนหน้า

จากรูปกราฟที่ 12 , 13 และ 14 จะเห็นว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นแบบระเหยของแต่ละฤดูกาลมีค่าดังต่อไปนี้

ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยฤดูหนาว มีค่าอยู่ในช่วง 840 – 1,055 kW.

ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยฤดูร้อน มีค่าอยู่ในช่วง 980 – 1,098 kW.

ค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยฤดูฝน มีค่าอยู่ในช่วง 840 – 1,040 kW.

จากรูปกราฟจะพบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นของฤดูร้อนมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือฤดูฝน และฤดูหนาวเป็นช่วงฤดูที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนของเครื่องควบแน่นรวมต่ำที่สุด

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์และจำแนกชนิดของเฟาเลี้ยง

การทำวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นทำการศึกษถึงผลกระทบของเฟาเลี้ยงที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการทำความเย็นในโรงงานน้ำแข็ง เฟาเลี้ยงจะเกิดขึ้นที่บริเวณเครื่องควบแน่นโดยเฉพาะเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะส่งผลกระทบต่อการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องควบแน่นออกสู่บรรยากาศ

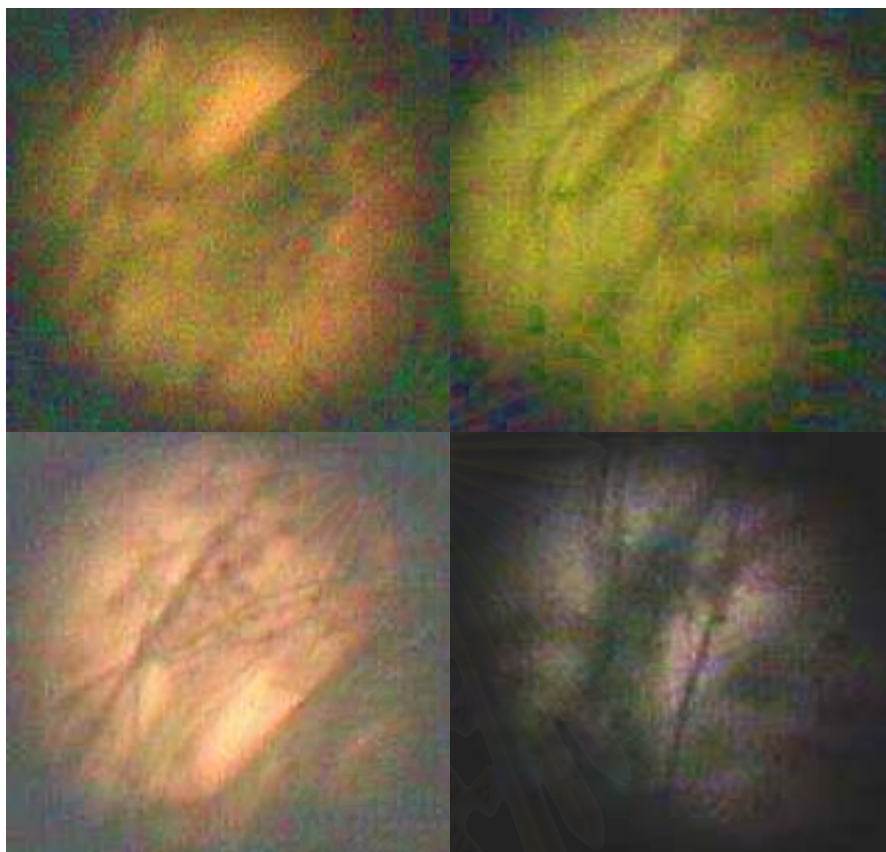
เฟาเลี้ยงที่เกิดขึ้นที่บริเวณผิวท่อเครื่องควบแน่นเป็นเฟาเลี้ยงแบบชีวภาพ ในการแยกประเภทว่าเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทใดนั้นได้กระทำเพื่อความถูกต้องเหมาะสมของข้อเสนอแนะที่เสนอต่อทางโรงงาน ดังนั้นการที่จำแนกได้ชัดเจนว่าสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นปกคลุมผิวท่อแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใดจึงเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางป้องกันหรือควบคุมการเจริญเติบโตได้อย่างแม่นยำและเหมาะสม อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยต่อไปเกี่ยวกับเฟาเลี้ยงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกันกับงานวิจัยนี้

จ1 ผลการจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิต

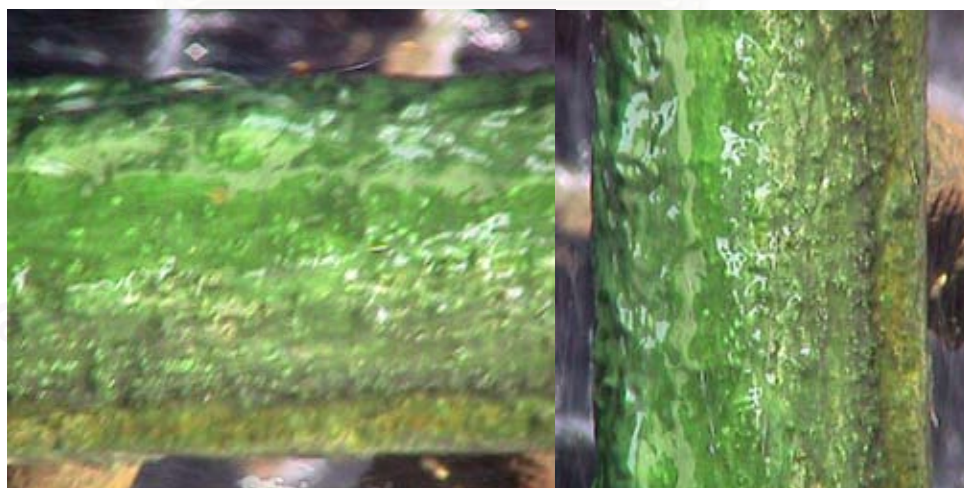
ในการทำการวิเคราะห์เพื่อทำการจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้นได้ทำที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้นำสิ่งมีชีวิตที่เกาะอยู่ที่ผิวท่อมาทำการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ขนาดกำลังขยาย 10 เท่า เพื่อดูลักษณะของโครงสร้างเซลล์ ดังรูป จ1 นอกจากนี้ยังดูลักษณะภายนอกของสิ่งมีชีวิตที่นำมานี้เพื่อเปรียบเทียบกับรูปภาพของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในศัพท์พจนานุกรมทางชีววิทยา ดังรูป จ2

จากการวิเคราะห์พบว่าสิ่งมีชีวิตที่ปกคลุมผิวท่ออยู่นั้นเป็นพืชจำพวกสาหร่ายอยู่ในวงศ์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สามารถสังเคราะห์แสงเองได้เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ นอกจากนี้ยังมีสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในสาหร่ายนี้ได้แก่

- Rotifer (หนอนจิ้งกร)
- Nematode (หนอนตัวกลม)
- Many type of Protozoa (โปรโตซัวชนิดต่างๆ)
- Aquatic oligototche (ไล้เต็อนน้ำ)



รูปที่ ๑1 แสดงภาพลักษณะโครงสร้างของพืชที่ปกคลุมผิวท่อที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ ๑2 แสดงลักษณะของเฟอโดมที่ปกคลุมเครื่องควบแน่น



รูปที่ ๓3 บ่อน้ำที่นำน้ำมาใช้ในการหล่อเย็นเครื่องควบคุมแน่นในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน



รูปที่ ๓4 บ่อน้ำที่นำน้ำมาใช้ในการหล่อเย็นเครื่องควบคุมแน่นในช่วงฤดูฝน

จากการที่ได้ทำการสังเกตบริเวณของบ่อน้ำหล่อเย็นในช่วงที่ได้เข้าไปทำวิจัย มีข้อสังเกตที่เด่นชัดคือในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนบริเวณบ่อจะถูกปกคลุมไปด้วยผักบุงเกือบเต็มพื้นที่บ่อน้ำ ส่วนในฤดูฝนนั้นผักบุงเหล่านี้จะมีปริมาณลดลงอย่างมาก

ลักษณะเช่นนี้ทำให้ทราบว่าน้ำหล่อเย็นที่อยู่ในบ่อนั้นมีสารอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชอยู่มาก ในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนการถ่ายเทของน้ำในบ่อกับน้ำภายนอกมีน้อยจึงมีการสะสมของสารอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเป็นจำนวนมากจึงทำให้ผักบุงเจริญเติบโตได้ดีมาก ส่วนในช่วงฤดูฝนมีการถ่ายเทของน้ำจากภายนอกบ่อเข้ามาทำให้สารอาหารเหล่านี้เจือจางลง ดังรูป ที่ ๓3 และ ๓4

ดังนั้นสภาพที่มีการใช้น้ำหล่อเย็นจากแหล่งน้ำที่กล่าวมาแล้วนั้นมาใช้ในการฉีดพรมท่อ จึงทำให้ทั้งอุณหภูมิ , ความชื้น และ สารอาหารมีความเหมาะสมต่อการเร่งการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตประเภทสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินตามที่ได้วิเคราะห์ออกมาแล้วในช่วงต้นนั้นเป็นอย่างยิ่ง ลักษณะเช่นนี้ทำให้ต้องทำความสะอาดผิวท่อเครื่องควบแน่นบ่อย

จากสภาพที่พบจะเห็นได้ว่าการหมุนเวียนถ่ายเทน้ำหล่อเย็นนี้ให้ดียิ่งขึ้นจะมีแนวโน้มทำให้ลดอัตราการเจริญเติบโตของเฟาสิ่งที่เกิดขึ้นปกคลุมผิวท่อเครื่องควบแน่นนี้ลงได้อีกทั้งควรทำการบำบัดน้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นเครื่องควบแน่นนี้โดยการเติมสารยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายลงไปก่อนที่จะนำน้ำมาฉีดพรมเครื่องควบแน่น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

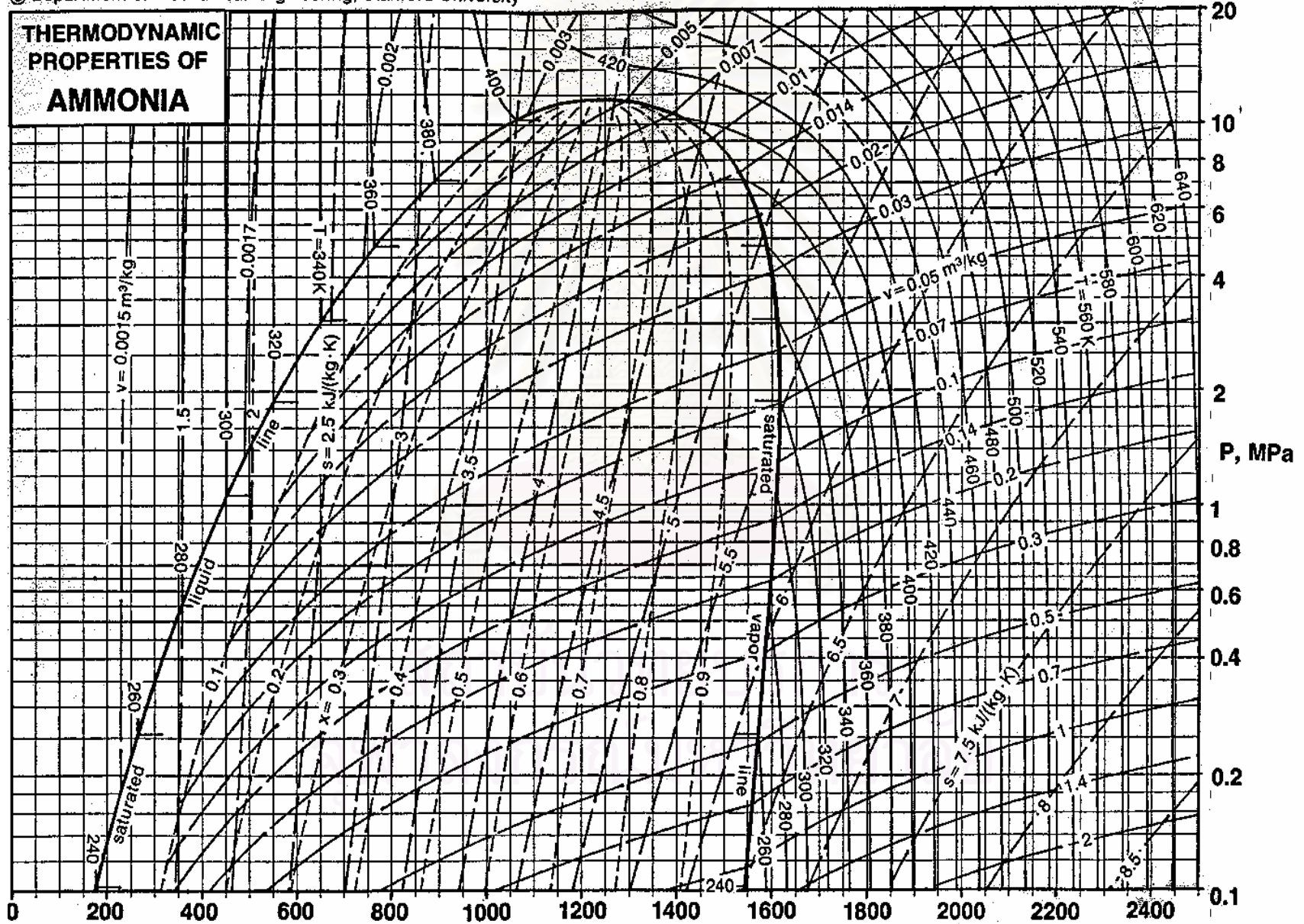
ภาคผนวก ซ

แผนภาพ P – h ของสารทำความเย็นแอมโมเนีย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

© Department of Mechanical Engineering, Stanford University



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายดำรงวิทย์ ทองดินอก เกิดเมื่อวันที่ 5 กันยายน 2522 ที่ จ.ขอนแก่น สำเร็จ การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนขอนแก่นวิทยายน จ.ขอนแก่น ในปีการศึกษา 2539 ได้เข้าศึกษาต่อและสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจาก ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2542 จากนั้นได้ทำงานใน ตำแหน่งวิศวกร ที่บริษัท เซเลซติกา (ประเทศไทย) จำกัด และเข้าศึกษาต่อในระดับ ปริญญาโทที่ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2545



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย