

การศึกษามรรคนะของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัสม์สและระเหยโดยตรง



นายพรชัย สุวัฒน์เมสินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-3666-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 21234036

31 พ.ค. 2549

A STUDY ON THE PERFORMANCE OF  
A DIRECT CONTACT AND EVAPORATIVE COOLER

Mr.Pornchai Suwatmakin

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 2003

ISBN 974-17-3666-5



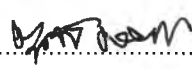
นายพรชัย สุวัฒน์เมฆินทร์ : การศึกษาสมรรถนะของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง ( A STUDY ON THE PERFORMANCE OF A DIRECT CONTACT AND EVAPORATIVE COOLER ), อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ตุลย์ มณีวัฒนา, 144 หน้า.  
ISBN 974-17-3666-5

ระบบทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรงมีการติดตั้งใช้งานกันอย่างแพร่หลายในภาคเกษตรกรรม เช่น ในโรงเรือนเพาะปลูก หรือโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากมีข้อดี คือ สามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในระบบ โดยมีต้นทุนในการติดตั้ง การทำงาน และการบำรุงรักษาต่ำเมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบอื่น แต่ปัญหาที่สำคัญของระบบนี้ คือ หากอากาศภายนอกมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ระบบจะสามารถลดอุณหภูมิอากาศลงได้ไม่มากนัก

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาศมรรถนะของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง ทั้งแบบอะเดียบาติกและแบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก โดยทำการศึกษาลักษณะของอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำและความเร็วลมที่มีต่ออุปกรณ์แบบอะเดียบาติก และศึกษาลักษณะของอุณหภูมิ น้ำเข้าและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศที่มีต่ออุปกรณ์แบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก

จากผลการทดลอง พบว่า ในส่วนของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรงแบบอะเดียบาติก อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำจะไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศขาออกอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความเร็วลมจะมีผลต่ออุณหภูมิอากาศขาออกของอุปกรณ์ กล่าวคือ การใช้ความเร็วลมต่ำ จะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศขาออกลดต่ำลง สำหรับในส่วนของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรงแบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก อุณหภูมิ น้ำเข้าที่จ่ายให้อุปกรณ์จะมีผลต่ออุณหภูมิอากาศขาออก กล่าวคือ เมื่อลดอุณหภูมิ น้ำเข้าลง จะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศขาออกลดต่ำลง ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศขาออกที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ จะมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศขาออกลดต่ำลง นอกจากนี้ จากการทดลองยังพบอีกด้วยว่า ที่อุณหภูมิ น้ำเข้าเท่าเดียวกัน การใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศเท่ากัน อุณหภูมิอากาศขาออกจะมีค่าใกล้เคียงกัน

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิสิต.....นาย โย สุวัฒน์เมฆินทร์.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

# # 4370404821 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING

KEYWORD : EVAPORATIVE COOLING / DIRECT CONTACT

PORNCHAI SUWATMAKIN : A STUDY ON THE PERFORMANCE OF A DIRECT CONTACT AND EVAPORATIVE COOLER : ASST.PROF.TUL MANEEWATTANE , Ph.D., 144 pp. ISBN 974-17-3666-5

A direct contact evaporative cooler have been widely used in various agricultural sectors such as green-houses or animal barns. It has many advantages such as reducing ventilating air temperature, low cost of installation, operation and maintenance when compared with the other type of environmental control systems. This system, however, has a major deficiency particularly in lowering supply air temperature when the ambient air has high relative humidity.

This research studied a performance of a direct contact evaporative cooler for both adiabatic and non-adiabatic types. Two set of experiments were conducted. The first one was conducted to analyze the effects of water mass flow rates and also the effect of air velocity on the adiabatic system. The second one was conducted to find the effect of various inlet water temperatures and water-to-air mass flow ratios on non-adiabatic system.

The results showed that in the adiabatic system the water mass flow rates had a little effect on the outlet air temperature while the air velocity has much greater effect. The use of low air velocity would assist in lowering outlet air temperature. In the non-adiabatic system the temperature of the inlet water has large effect on the outlet air temperature. The lower inlet water air temperature had a remarkable low outlet air temperature. The important factor effecting outlet air temperature is the water-to-air mass flow ratio. It was also found that increasing water-to-air mass flow ratio could lower the outlet air temperatures. In addition, we also found that at a fixed inlet water temperature using similar water-to-air mass flow ratio would produce a similar outlet air temperature.

Department Mechanical Engineering

Student's Signature.....

*Pornchai Suwattakin*

Field of study Mechanical Engineering

Advisor's Signature.....

*T. Manee Wattane*

Academic year 2003

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์ จากหลายฝ่ายด้วยกัน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตุลย์ มณีวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือให้คำปรึกษา ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึง รองศาสตราจารย์ ทวี เวชพฤติ รองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฤชากร จิรกาลวสาน ที่ได้เอื้อเฟื้อและแนะนำข้อคิดเห็นต่างๆ นำมาซึ่งความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท ยูที เอ็นยีเนียร์ริง อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัสดุผิวเปียกและความรู้ต่างๆที่จำเป็นในการทำวิจัย

ณ เวลาที่ศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ที่ห้องปฏิบัติการวิจัยทางเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม ข้าพเจ้าได้รับกำลังใจ และความเอื้ออาทรจาก พี่ เพื่อน และน้องเป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณพี่วัฒนา ศรีวัจนะ พี่ระชาติ พรพิบูลย์ พี่ธีรชัย ตันติมงคลสุข พี่อายุวัฒน์ วาณิชกร พี่สรรพงค์ รุ่งแสงมัญญ์ พี่ณัฐวุฒิ วัลยกันก ที่ให้คำปรึกษาในทุกๆด้าน ไอลู อัมพวานนท์ วีรภัทร์ ตั้งพรพิพัฒน์ นิรุบล กาญจนางกูรพันธ์ ที่ได้ฝ่าฟันอุปสรรคตลอดการทำงานมาด้วยกัน ทรงพล โพธิ์สุวัฒนากุล มนัสชัย คงรักษ์กวิน วสันต์ เลาะห์กมล ธีระ สุทธิญา โดยเฉพา พฤชา ตันทรงเจริญ ที่ได้ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา อีกทั้งขอขอบพระคุณบุคลากรทุกท่าน ซึ่งไม่สามารถยกมากล่าวได้ทั้งหมดในที่นี้ ที่ได้ช่วยเหลืองานในด้านต่างๆ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

และในท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณบิดา และมารดา ซึ่งคอยเป็นกำลังใจ อบรมสั่งสอนและให้ความสนับสนุนในด้านต่างๆอย่างดียิ่งจนกระทั่งข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ .....	ง
บทคัดย่อวิทยานิพนธ์อังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฌ
สารบัญภาพ .....	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ .....	ม
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย .....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย .....	2
บทที่ 2 งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1 งานวิจัยที่ผ่านมา .....	3
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	5
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย .....	23
3.1 แผนการวิจัย .....	23
3.2 อุปกรณ์ทดลอง.....	23
3.3 ขั้นตอนการทดลอง .....	35
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	59
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	59
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	60
รายการอ้างอิง.....	61

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	63
ภาคผนวก ก กราฟและตารางแสดงผลการทดลอง .....	64
ภาคผนวก ข การคำนวณ.....	138
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	144



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 3.1	อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำในกรณีการทดลองต่างๆ.....	39
ตารางที่ 4.1	อุณหภูมิอากาศขาออกของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและ ระเหยโดยตรงแบบอะเดียบาติก ในสภาวะการทดลองต่างๆ.....	42
ตารางที่ 4.2	ค่าประสิทธิภาพการอัดตัวของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและ ระเหยโดยตรงแบบอะเดียบาติก ในสภาวะการทดลองต่างๆ.....	44
ตารางที่ 4.3	อุณหภูมิอากาศขาออกของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและ ระเหยโดยตรงแบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก แยกตามอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ.....	47
ตารางที่ 4.4	ปริมาณการลดอุณหภูมิน้ำขาเข้า เมื่อต้องการลดอุณหภูมิอากาศขาออก ลง $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ในแต่ละอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ.....	48
ตารางที่ 4.5	อุณหภูมิอากาศขาออกของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและ ระเหยโดยตรงแบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก แยกตามอุณหภูมิน้ำขาเข้า.....	51
ตารางที่ 4.6	ปริมาณการเพิ่มอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เมื่อต้องการลดอุณหภูมิ อากาศขาออกลง $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ในแต่ละอุณหภูมิน้ำขาเข้า.....	52
ตารางที่ 4.7	การเปรียบเทียบผลการทดลองเพิ่มเติมกับผลการคำนวณด้วยสมการ ที่ 4.1 ของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรงแบบ อะเดียบาติก.....	54
ตารางที่ 4.8	การเปรียบเทียบผลการทดลองเพิ่มเติมกับผลการคำนวณด้วยสมการ ที่ 4.2 ของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบที่ไม่ เป็นอะเดียบาติก.....	56
ตารางที่ ก.1	ผลการทดลอง เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ $17.16\text{ kg/min}$ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ และความชื้น สัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ $54\%rh$ .....	125
ตารางที่ ก.2	ผลการทดลอง เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ $25.74\text{ kg/min}$ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ และความชื้น สัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ $54\%rh$ .....	126

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ ก.3	ผลการทดลอง เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh .....	127
ตารางที่ ก.4	ผลการทดลอง เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh .....	128
ตารางที่ ก.5	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh และ อุณหภูมิน้ำขาเข้า 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ).....	129
ตารางที่ ก.6	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35°C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh.....	130
ตารางที่ ก.7	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35°C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh.....	131
ตารางที่ ก.8	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35°C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh.....	132
ตารางที่ ก.9	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35°C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh.....	133

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
ตารางที่ ก.10	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับ ผลการทดลองเพิ่มเติม ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวล อากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีสภาวะอากาศขาเข้าต่างกัน.....	134
ตารางที่ ก.11	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับ ผลการทดลองเพิ่มเติม ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวล อากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีสภาวะอากาศขาเข้าต่างกัน.....	135
ตารางที่ ก.12	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับ ผลการทดลองเพิ่มเติม ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวล อากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีสภาวะอากาศขาเข้าต่างกัน.....	136
ตารางที่ ก.13	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับ ผลการทดลองในงานวิจัยของ J.D. Simmon and B.D.Lott ซึ่งใช้ อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 อุณหภูมิกระเปาะเปียกของ อากาศขาเข้าคงที่ 21 °C และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 32 , 35 และ 38 °C ..	137

## สารบัญญภาพ

รูปที่		หน้า
รูปที่ 2.1	ลักษณะผิวสัมผัสระหว่างน้ำและอากาศ.....	7
รูปที่ 2.2	ทิศทางการถ่ายเทความร้อนสัมผัส.....	8
รูปที่ 2.3	ทิศทางการถ่ายเทความร้อนแฝง.....	9
รูปที่ 2.4	ทิศทางการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด.....	10
รูปที่ 2.5	อุปกรณ์ Adiabatic saturation.....	11
รูปที่ 2.6	ไซโครเมตริกซ์ชาร์ตของการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศและน้ำแบบ อะเดียบาติก.....	11
รูปที่ 2.7	อากาศไหลผ่านผิวน้ำที่มีอุณหภูมิคงที่.....	12
รูปที่ 2.8	กระบวนการของอากาศที่ไหลผ่านผิวน้ำที่มีอุณหภูมิคงที่.....	14
รูปที่ 2.9	อุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรงแบบอะเดียบาติก.....	15
รูปที่ 2.10	ไซโครเมตริกซ์ชาร์ตของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบอะเดียบาติก.....	15
รูปที่ 2.11	อุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรงแบบที่ไม่เป็นอะเดีย บาติก.....	17
รูปที่ 2.12	หน้าตัดด้านข้างภายในอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติกที่มีการไหลแบบขนาน.....	18
รูปที่ 2.13	ไซโครเมตริกซ์ชาร์ตสภาวะของอากาศและน้ำภายในอุปกรณ์ทำ ความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรงแบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติกที่มี การไหลแบบขนาน.....	18
รูปที่ 2.14	หน้าตัดด้านข้างภายในอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติกที่มีการไหลแบบตั้งฉากกัน.....	19
รูปที่ 2.15	การกระจายอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายในอุปกรณ์ทำความเย็น แบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก.....	20
รูปที่ 2.16	การถ่ายเทความร้อนในอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก.....	20
รูปที่ 3.1	พัดลม.....	24
รูปที่ 3.2	Volume Damper.....	24

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ 3.3	ชุดควบคุมอุณหภูมิอากาศ.....	25
รูปที่ 3.4	ตาข่ายอลูมิเนียม.....	25
รูปที่ 3.5	Orifice.....	26
รูปที่ 3.6	Honeycomb.....	26
รูปที่ 3.7	ปั้มน้ำ.....	27
รูปที่ 3.8	วาล์วน้ำ.....	27
รูปที่ 3.9	ถังน้ำ.....	28
รูปที่ 3.10	วัสดุผิวเปียก.....	29
รูปที่ 3.11	เครื่องวัดความเร็วลม.....	30
รูปที่ 3.12	เครื่องวัดความดัน.....	30
รูปที่ 3.13	เครื่องวัดอุณหภูมิ.....	31
รูปที่ 3.14	เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์.....	31
รูปที่ 3.15	ตาชั่งวัดน้ำหนัก.....	31
รูปที่ 3.16	ชุดทดลอง.....	32
รูปที่ 3.17	แบบชุดทดลอง.....	33
รูปที่ 3.18	แบบระบบจ่ายน้ำ.....	34
รูปที่ 3.19	โพรบวัดอุณหภูมิอากาศ.....	36
รูปที่ 3.20	การปรับ Damper ควบคู่กับการอ่านค่าความดันลดคร่อม Orifice จาก Manometer.....	37
รูปที่ 3.21	โพรบวัดอุณหภูมิน้ำ.....	37
รูปที่ 3.22	การชั่งน้ำหนักน้ำที่ออกจากวัสดุผิวเปียก.....	38
รูปที่ 4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออก และความเร็วลมของ อุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบอะเดียบาติก.....	43
รูปที่ 4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิมตัว และความเร็วลมของ อุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบอะเดียบาติก.....	44
รูปที่ 4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออก และอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณี ที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 ,0.5 และ 0.7.....	48

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ 4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออก และอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C .....	52
รูปที่ ก.1	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีความเร็วลม เท่ากับ 1.0 m/s (อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศเท่ากับ 17.16 kg/min) สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	65
รูปที่ ก.2	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีความเร็วลม เท่ากับ 1.5 m/s (อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศเท่ากับ 25.74 kg/min) สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	65
รูปที่ ก.3	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีความเร็วลม เท่ากับ 2.0 m/s (อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศเท่ากับ 34.33 kg/min) สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	66
รูปที่ ก.4	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีความเร็วลม เท่ากับ 2.5 m/s (อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศเท่ากับ 42.91 kg/min) สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	66
รูปที่ ก.5	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh....	67
รูปที่ ก.6	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh....	67
รูปที่ ก.7	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh....	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.8	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh....	68
รูปที่ ก.9	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 ,0.3 ,0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	69
รูปที่ ก.10	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิมตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh....	69
รูปที่ ก.11	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิมตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh....	70
รูปที่ ก.12	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิมตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh....	70
รูปที่ ก.13	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิมตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh....	71
รูปที่ ก.14	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิมตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 ,0.3 ,0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	71
รูปที่ ก.15	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.16	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	72
รูปที่ ก.17	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	73
รูปที่ ก.18	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	73
รูปที่ ก.19	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	74
รูปที่ ก.20	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	74
รูปที่ ก.21	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	75



## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ ก.22	
ความสัมพันธระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า	
ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมี	
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C	
54%rh.....	75
รูปที่ ก.23	
ความสัมพันธระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า	
ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมี	
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C	
54%rh.....	76
รูปที่ ก.24	
ความสัมพันธระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า	
ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมี	
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C	
54%rh.....	76
รูปที่ ก.25	
ความสัมพันธระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า	
ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมี	
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C	
54%rh.....	77
รูปที่ ก.26	
ความสัมพันธระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า	
ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมี	
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C	
54%rh.....	77
รูปที่ ก.27	
ความสัมพันธระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า	
ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมี	
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C	
54%rh.....	78

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.28	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	78
รูปที่ ก.29	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	79
รูปที่ ก.30	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	79
รูปที่ ก.31	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	80
รูปที่ ก.32	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	80
รูปที่ ก.33	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	81

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.34	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมี อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	81
รูปที่ ก.35	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอัตราการไหล ของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	82
รูปที่ ก.36	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอัตราการไหล ของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	82
รูปที่ ก.37	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอัตราการไหล ของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	83
รูปที่ ก.38	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอัตราการไหล ของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	83
รูปที่ ก.39	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	84

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.40	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	84
รูปที่ ก.41	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	85
รูปที่ ก.42	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12 °C สภาวะอากาศขา เข้า 35 °C 54%rh .....	85
รูปที่ ก.43	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16 °C สภาวะอากาศขา เข้า 35 °C 54%rh .....	86
รูปที่ ก.44	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20 °C สภาวะอากาศขา เข้า 35 °C 54%rh .....	86
รูปที่ ก.45	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	87

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ ก.46	87
ความสัมพัทธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	
รูปที่ ก.47	88
ความสัมพัทธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12 °C สภาวะอากาศขา เข้า 35 °C 54%rh .....	
รูปที่ ก.48	88
ความสัมพัทธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16 °C สภาวะอากาศขา เข้า 35 °C 54%rh .....	
รูปที่ ก.49	89
ความสัมพัทธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20 °C สภาวะอากาศขา เข้า 35 °C 54%rh .....	
รูปที่ ก.50	89
ความสัมพัทธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	
รูปที่ ก.51	90
ความสัมพัทธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.52	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	90
รูปที่ ก.53	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	91
รูปที่ ก.54	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	91
รูปที่ ก.55	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	92
รูปที่ ก.56	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	92
รูปที่ ก.57	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	93

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.58	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	93
รูปที่ ก.59	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh .....	94
รูปที่ ก.60	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	94
รูปที่ ก.61	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	95
รูปที่ ก.62	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	95
รูปที่ ก.63	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	96

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.64	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C โดยมีอัตราการไหลของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	96
รูปที่ ก.65	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 °C โดยมีอัตราการไหลของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	97
รูปที่ ก.66	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12 °C โดยมีอัตราการไหลของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	97
รูปที่ ก.67	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16 °C โดยมีอัตราการไหลของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	98
รูปที่ ก.68	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20 °C โดยมีอัตราการไหลของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	98
รูปที่ ก.69	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	99
รูปที่ ก.70	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	99



## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ ก.71	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เทียบกับผล การทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 100
รูปที่ ก.72	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เทียบกับผล การทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 100
รูปที่ ก.73	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เทียบกับผล การทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 101
รูปที่ ก.74	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผล การทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 101
รูปที่ ก.75	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผล การทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 102
รูปที่ ก.76	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผล การทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 102
รูปที่ ก.77	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผล การทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 103

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.78	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เปรียบเทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองเพิ่มเติมของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก.....	103
รูปที่ ก.79	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศขาออกจากการคำนวณด้วยสมการที่ 4.2 กับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1.....	104
รูปที่ ก.80	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศขาออกจากการคำนวณด้วยสมการที่ 4.2 กับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3.....	104
รูปที่ ก.81	การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศขาออกจากการคำนวณด้วยสมการที่ 4.2 กับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5.....	105
รูปที่ ก.82	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เปรียบเทียบกับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ เท่ากับ 0.1.....	105
รูปที่ ก.83	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เปรียบเทียบกับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ เท่ากับ 0.3.....	106
รูปที่ ก.84	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เปรียบเทียบกับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อ มวลอากาศ เท่ากับ 0.5.....	106
รูปที่ ก.85	อุณหภูมิอากาศขาออกจากการทดลองในงานวิจัยของ J.D. Simmon และ B.D.Lott ซึ่งใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขาเข้าคงที่ 21 °C และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 32 , 35 และ 38 °C .....	107

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ ก.86	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับผล การทดลอง ในงานวิจัยของ J.D. Simmon และ B.D.Lott ซึ่งใช้อุณหภูมิ กระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า 21 °C และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 32 °C ..... 107
รูปที่ ก.87	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับผล การทดลอง ในงานวิจัยของ J.D. Simmon และ B.D.Lott ซึ่งใช้อุณหภูมิ กระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า 21 °C และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 °C .... 108
รูปที่ ก.88	ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับผล การทดลอง ในงานวิจัยของ J.D. Simmon และ B.D.Lott ซึ่งใช้อุณหภูมิ กระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า 21 °C และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 38 °C .... 108
รูปที่ ก.89	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของ อากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 109
รูปที่ ก.90	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของ อากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 110
รูปที่ ก.91	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของ อากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 111
รูปที่ ก.92	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของ อากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh..... 112

## สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ ก.93	113
<p>กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....</p>	113
รูปที่ ก.94	114
<p>กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....</p>	114
รูปที่ ก.95	115
<p>กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....</p>	115
รูปที่ ก.96	116
<p>กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....</p>	116
รูปที่ ก.97	117
<p>กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....</p>	117
รูปที่ ก.98	118
<p>กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....</p>	118

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ ก.99	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	119
รูปที่ ก.100	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	120
รูปที่ ก.101	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	121
รูปที่ ก.102	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	122
รูปที่ ก.103	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	123
รูปที่ ก.104	กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh.....	124

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์		หน่วย
$A$	พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างอากาศและน้ำ	$m^2$
$c_{pm}$	ความร้อนจำเพาะของอากาศขึ้น	$kJ / kg \cdot ^\circ C$
$c_{pw}$	ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ	$kJ / kg \cdot ^\circ C$
$h_a$	เอนทัลปีของอากาศ	$kJ / kg$
$h_c$	สัมประสิทธิ์การพาความร้อน	$kJ / m^2 \cdot s \cdot ^\circ C$
$h_d$	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล	$m / s$
$h_{fg}$	ความร้อนแฝงของการระเหย	$kJ / kg$
$h_i$	เอนทัลปีของอากาศอิมิตวที่อุณหภูมิผิวสัมผัส	$kJ / kg$
LR	Lewis Relation	-
$m_a$	อัตราการไหลของอากาศ	$kg / s$
$m_s$	อัตราการแลกเปลี่ยนมวล	$kg / s$
$m_w$	อัตราการไหลของน้ำ	$kg / s$
$q_L$	อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง	$kJ / s$
NTU	Number of Transfer Unit	-
$q_s$	อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส	$kJ / s$
$q_T$	อัตราการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด	$kJ / s$
$rh$	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ	%
$rh^*$	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่สภาวะใดๆ	%
$T_{db}$	อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศ	$^\circ C$
$T_{db,in}$	อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า	$^\circ C$
$T_{db,in}^*$	อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้าที่สภาวะใดๆ	$^\circ C$
$T_{db,out}$	อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาออก	$^\circ C$
$T_{db,out}^*$	อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาออกที่สภาวะใดๆ	$^\circ C$
$T_i$	อุณหภูมิผิวสัมผัส	$^\circ C$
$T_w$	อุณหภูมิน้ำ	$^\circ C$
$T_{wb}$	อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ	$^\circ C$
$T_{wb}^*$	อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่สภาวะใดๆ	$^\circ C$

สัญลักษณ์

หน่วย

$V_a$	ความเร็วลม	$m / s$
$w_a$	อัตราส่วนความชื้นของอากาศ	$kg / kg \text{ of dry air}$
$w_i$	อัตราส่วนความชื้นของอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิผิวสัมผัส	$kg / kg \text{ of dry air}$
$w_w$	อัตราส่วนความชื้นของอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมิน้ำ	$kg / kg \text{ of dry air}$
$x$	ค่าคงที่	-
$y$	ค่าคงที่	-
$\epsilon_c$	ประสิทธิภาพการอิ่มตัว	-
$\rho_a$	ความหนาแน่นของอากาศ	$kg / m^3$
$\frac{m_w}{m_a}$	อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	-