



บทที่ 1

บทนำ

สาเหตุของการวิจัย

อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อความสบายในการทำงานนั้นจะใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างน้อย 70% ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารทั้งหมด ดังนั้นการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศได้มากก็ยิ่งประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารได้มาก วิธีการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การตั้งเทอร์โมสแตท การควบคุมอากาศภายนอกที่เข้าสู่ห้องปรับอากาศให้มีอุณหภูมิ และความชื้นต่ำโดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การเปิดเครื่องปรับอากาศให้น้อยที่สุด หรือ ให้คอมเพรสเซอร์เดินน้อยที่สุด

ความเป็นมาของปัญหา

ความร้อนที่เกิดขึ้นกับห้องปรับอากาศเฉพาะที่สำคัญมีดังนี้

1. ความร้อนเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ และ อุณหภูมิภายนอกห้อง รวมทั้งความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ (ความร้อนผ่านผนังพื้นเพดาน หรือ หลังคา)
2. ความร้อนจากอากาศภายนอกเข้าสู่ห้องปรับอากาศ หรือ เครื่องปรับอากาศโดยทั่วไปจะประมาณ 10% - 30% ของความร้อนที่เกิดขึ้นกับห้องปรับอากาศทั้งหมด
3. ความร้อนจากคนประมาณเท่ากับ 500 บีทียูต่อชั่วโมงต่อคน
4. ความร้อนจากแสงสว่างของดวงไฟ
5. ความร้อนชั่วขณะเฉพาะตอนที่เปิดเครื่องปรับอากาศ ปริมาณความร้อนเหล่านี้สามารถลดลงได้ โดยเฉพาะความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ห้องหรือเครื่องปรับอากาศสามารถลดลงได้โดยนำเอาอากาศในห้องปรับอากาศที่จะระบายทิ้งซึ่งยังคงมีอุณหภูมิ และ ความชื้นต่ำผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนรวมทำให้อากาศภายนอกมีอุณหภูมิ และ ความชื้นต่ำลงก็จะช่วยประหยัดพลังงานอย่างมากทีเดียว

การสำรวจงานวิจัยที่ทำมาแล้ว

ในอดีตจนกระทั่งปัจจุบันได้มีการค้นคว้าศึกษาถึงเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดต่างๆอย่างกว้างขวาง และ เรื่องที่ใกล้เคียงกับการวิจัยของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีดังต่อไปนี้

ในปี ค.ศ. 1969 M. Yoshino [1] ได้ประดิษฐ์เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำขึ้นจากกระดาษซึ่งในอดีตเคยใช้ทำบานประตูในประเทศญี่ปุ่น การประดิษฐ์นั้นจะนำเอากระดาษมาเรียงเป็นชั้นๆและให้อากาศไหลขวางตัดกัน ต่อมาในปี ค.ศ. 1982 Dr. Osamu Tanaka [2] ได้นำสิ่งประดิษฐ์นี้มาพัฒนา โดยการนำเอาทฤษฎีการส่งผ่านความร้อน และ มวล มาวิเคราะห์ทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อน โดยการวัดอุณหภูมิแล้วแทนค่าอย่างง่ายๆแต่วิธีนี้จะไม่รวมถึงการแลกเปลี่ยนความชื้นที่เกิดขึ้นด้วย ผลการพัฒนาการสร้าง และ ทดสอบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนนี้ พบว่าการที่นำกระดาษมาเคลือบผิว เพื่อป้องกันการไหลซึมผ่านของอากาศ จะทำให้ความต้านทานมวลของอากาศ มีค่าน้อยกว่าของกระดาษ เนื่องจากรูพรุนของกระดาษมีจำนวนน้อยลง ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านมวลทั้งหมด ถูกกำหนดด้วยสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของอากาศผ่านกระดาษซึ่งจะยอมให้อิอน้ำผ่านได้ดี อย่างไรก็ตามในกรณีที่กระดาษที่ได้รับการเคลือบผิวยอมให้อิอน้ำผ่านไปได้นั้น มีผลมาจากการแลกเปลี่ยนความชื้นที่เกิดขึ้นที่กระดาษ และ ที่ชั้นของอากาศ นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะ และ วิเคราะห์ว่าการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิ โดยการใช่วัสดุที่มีค่าสภาพการนำความร้อนที่สูงกว่ามาทดแทน ก็จะมีประสิทธิภาพเพียง 1 % ส่วนประสิทธิภาพเชิงความชื้นจะขึ้นกับ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านไอน้ำในกระดาษ ต่อมาในปีเดียวกัน Mr. K. Takahashi [3] ได้ทำการวัดค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของไอน้ำในกระดาษ โดยการนำเอากระดาษที่จะทดสอบมาปิดลงบนถ้วยอลูมิเนียมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 69 มม. สูง 25 มม. โดยบรรจุน้ำไว้ในถ้วยจนเกือบเต็มถ้วย จากนั้นนำเอาอากาศที่ถูกควบคุมอุณหภูมิและ ความชื้น พัดผ่านผิวกระดาษประมาณ 8 ชั่วโมง แล้วชั่งปริมาณน้ำที่หายไป การทดสอบได้ใช้กระดาษ 1 แผ่น และ 2 แผ่น ทดสอบ 4-5 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ของการซึมผ่านกระดาษ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงคุณสมบัติการซึมผ่านความชื้นผ่านวัสดุที่มีรูพรุนโดย Mr. k. Nakajima [3] ได้ทำการวัดการซึมผ่านไอน้ำผ่านโมเดลของท่อเล็ก

ภายในโครงสร้างของวัสดุ โดยมีข้อสมมุติฐานว่าโมเลกุลของอากาศ และความชื้นแยกกัน

Bowlen, K.L. [4] ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งเป็นชนิดที่ถ่ายเททั้งความร้อนแฝง และความร้อนสัมผัส กับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ถ่ายเทเฉพาะความร้อนสัมผัส พบว่าในกรณีที่มีการทำความเย็นและลดความชื้นของอากาศ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะได้พลังงานกลับคืนเป็นจำนวน 2.5 เท่าของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสัมผัส และเมื่อนำมาใช้กับการทำความร้อนและเพิ่มความชื้น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะได้พลังงานกลับคืนมา 40% ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสัมผัส และ กล่าวว่าการประหยัดพลังงานได้มากที่สุดจะเกิดขึ้นเมื่อใช้อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนกับอาคารสำนักงานที่มีการระบายอากาศเป็นจำนวนมาก

Hausen, H. [5] ได้เสนอสูตรเอมไพริคัลสำหรับนัสเซิลที่นิยมเบอร์เฉลี่ยในการไหลแบบราบเรียบของอากาศซึ่งอุณหภูมิผิวเท่ากันตลอดพื้นผิวไว้ดังนี้

$$Nu = 3.66 + \frac{0.0668(d/l)RePr}{1 + 0.04[(d/l)RePr]^{2/3}}$$

เมื่อ d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อกลม
 l = ความยาวของท่อ

และเหมาะสำหรับการถ่ายเทความร้อนในช่วง $RePrd/l$ (Gz) มากกว่า 10

MASON, J.L. [6] ได้หาสมการความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลขวางตัดกันชนิดของไหลไม่ผสมกันไว้ดังนี้

$$\epsilon = \frac{1}{R(Ntu)} \sum_{n=0}^{\alpha} [1 - e^{-Ntu}]^n \sum_{m=0}^n (Ntu)^m \{1 - e^{-R(Ntu)}\}^m \sum_{m=0}^n [R(Ntu)]^m$$

เมื่อ ϵ = ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนหรือถ่ายเทมวล
 Ntu = พารามิเตอร์ของการถ่ายเทความร้อนหรือการถ่ายเทมวล
 R = อัตราส่วนของความจุความร้อนหรือความจุมวล

วัตถุประสงค์

1. ออกแบบ และสร้างเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นมีครีบ โดยใช้กระดาษที่ทำได้ภายในประเทศ
2. ทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นมีครีบ
3. หาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการออกแบบใช้งาน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาและออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนรวมชนิดแผ่นมีครีบ แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน และ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบสำหรับใช้งาน

ตอนที่ 2 สร้างและทดสอบเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นมีครีบ

ขอบเขตของการวิจัยนี้จะนำเอาตัวแลกเปลี่ยนความร้อน และ ความชื้นที่สร้างขึ้น โดยมีขนาดของลอนซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางเทียบเท่าท่อกลม 2 ขนาดคือ ขนาดลอนใหญ่ (2.5 มม.) และ ขนาดลอนเล็ก (1.7 มม.) แล้วบิดแผ่นเรียบบนกระดาษลอน โดยใช้กระดาษแผ่นเรียบที่ทำจากกระดาษบาง กระดาษลอกลาย และ กระดาษคราฟท์ มาทำการทดสอบในสภาวะอากาศภายนอกอาคารทั้ง 3 ฤดูของประเทศไทย โดยกำหนดให้ค่าอัตราการไหลในแต่ละการทดสอบมี 4 ค่า แลกเปลี่ยนกับอากาศภายในห้องปรับอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่ แล้ววัดค่าอุณหภูมิของอากาศที่แลกเปลี่ยนความร้อนทั้งทางเข้า และ ทางออกเพื่อนำมาหาประสิทธิภาพ ดังที่ได้กล่าวตามขั้นตอนข้างต้น

ประโยชน์ที่ได้รับมาจากการวิจัย

1. ได้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน และ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นมีครีบ
2. ได้ทราบถึงประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิ ประสิทธิภาพเชิงความชื้น และประสิทธิภาพเชิงเอนทาลปีของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

3. เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน
ที่ใช้วัสดุภายในประเทศ

การดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของกระดาษ
2. ศึกษาและออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นมีครีป
3. สร้างระบบตามข้อ 2.
4. ทำการทดลองวัดค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิกระเปาะเปียก
และ อัตราการไหลของอากาศ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวล และ ประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนรวม
5. สรุปผลการวิจัยเพื่อใช้ออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนรวม