บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

ในปัจจุบันประเทศไทยมีความจำเป็นที่ต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น ทั้งในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมและในส่วนของอาคารต่าง ๆ โดยจากการสำรวจพบว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทางด้านระบบปรับอากาศมีปริมาณการใช้มากที่สุด โดยเฉพาะการใช้เพื่อปรับสภาพอากาศให้มนุษย์มีความรู้สึกสบายที่สุด ซึ่งระบบปรับอากาศที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดคือระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type) เพราะระบบปรับอากาศแบบนี้เป็นระบบปรับอากาศที่ไม่ใหญ่ อุปกรณ์ต่าง ๆ ติดตั้งง่าย และราคาไม่แพงมาก จึงเหมาะกับอาคารสถานที่ต่าง ๆ ที่มีพื้นที่จำกัด และเมื่อคำนึงถึงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารจะพบอีกว่า เครื่องปรับอากาศมักจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างน้อยประมาณ 60 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในอาคาร ซึ่งอาจประมาณได้ง่าย ๆ สำหรับสำนักงานทั่วไปไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศจะอยู่ระหว่าง 50 – 80 วัตต์ต่อหนึ่งตารางเมตรของพื้นที่ห้อง ดังนั้นการจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้สามารถใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าก็คือการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศให้มีสมรรถนะการใช้งานได้ดีขึ้น จึงต้องเข้าใจหลักการทำงานของระบบปรับก่อน

ดังนั้นระบบปรับอากาศที่จะกล่าวถึงคือระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type Air Conditioner) ซึ่งประกอบด้วย เครื่องเป่าลมเย็น (Fan coil Unit) หรือเครื่องทำระเหย (Evaporator unit), คอมเพรสเซอร์ (Compressor), ชุดควบแน่น (Condensing unit) และอุปกรณ์ลดความดัน (Expansion valve) ซึ่งระบบปรับอากาศแบบนี้โดยปกติที่ใช้กันอยู่จะใช้คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศเพราะเป็นคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนได้ดีพอสมควรและการออกแบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้นการทำงานของคอนเดนเซอร์จึงขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศภายนอกที่นำมาใช้ระบายความร้อนและจะส่งผลต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์ด้วย กล่าวคือในทางทฤษฎีในระบบปรับอากาศจะมีการควบคุมความสามารถในการทำความเย็นในห้องปรับอากาศให้พอเหมาะกับภาระความร้อน(Load)ของห้องที่ได้ออกแบบไว้ ดังนั้นถ้าสภาวะอากาศภายนอกที่ใช้ระบายความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นก็จะสูงขึ้นตาม นั่นคือเครื่องปรับอากาศจะต้องทำงานหนักขึ้นหรือคอมเพรสเซอร์จะต้องใช้พลังงานมากขึ้นตามไปด้วย ในทางกลับกันถ้าสภาวะอากาศภายนอกที่ใช้ระบายความร้อนมีอุณหภูมิต่ำลง อุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นก็จะต่ำลง เครื่องปรับอากาศก็จะทำงานน้อยลงหรือพลังงานที่ใช้ใน

คอมเพรสเซอร์ก็จะน้อยลงตาม ดังนั้นถ้าสามารถปรับอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นให้ทำงานสม่ำเสมอที่อุณหภูมิต่ำได้ก็ยิ่งทำให้การทำงานของคอนเดนเซอร์ทำงานตามภาระความร้อนในห้องปรับอากาศที่ได้ออกแบบไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพคุ้มค่ากับพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปมากขึ้น และยังสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งการที่จะปรับอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นให้ต่ำลงจะต้องรู้จักหลักการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์แบบต่าง ๆ เพื่อนำเอาข้อดีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ดังนี้

คอนเดนเซอร์เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดหนึ่งมีหน้าที่สำหรับระบายความร้อนหรือถ่ายเทพลังงานความร้อนของสารทำงานหรือสารทำความเย็นซึ่งมีอุณหภูมิสูงไปสู่สารอีกชนิดหนึ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือเรียกว่าสารหล่อเย็น โดยทำให้สารทำงานเกิดมีการเปลี่ยนสถานะจากไอให้ควบแน่นมาเป็นของเหลว โดยพลังงานความร้อนส่วนนี้จะถูกถ่ายเทไปให้สารหล่อเย็นมารับพลังงานส่วนนี้ไป ซึ่งคอนเดนเซอร์โดยทั่วไปจะมีการระบายความร้อนแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1.) คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ(Air-cooled condensers)

2.) คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ(Water-cooled condensers)

3.) คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำ(Evaporative condensers)

1.) คอนเดนเซอร์แบบระยายความร้อนด้วยอากาศ

คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศประกอบไปด้วยขดท่อระบายความร้อนซึ่งส่วนมากจะใช้ขดท่อที่มีครีบ(โดยจะเป็นครีบอะลูมิเนียมหรือทองแดง) และพัดลมดูดอากาศให้อากาศเป็นสารหล่อเย็นไหลผ่านขดท่อในแนวตั้งฉากกับผิวของขดท่อ สารทำความเย็นในขดท่อซึ่งมีลักษณะเป็นไอมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศจึงถ่ายเทความร้อนจากสารทำความเย็นให้กับอากาศทำให้สารทำความเย็นควบแน่นเป็นของเหลว

ข้อดี: 1. ไม่ต้องมีน้ำหล่อเย็น เหมาะกับบริเวณที่มีน้ำหล่อเย็นไม่เพียงพอ

2. ติดตั้งง่ายและอยู่ภายนอกอาคาร

3. มีการเป็นสนิมน้อยกว่า

ข้อเสีย: 1. ต้องทำงานที่อุณหภูมิควบแน่นสูงโดยมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศประมาณ 15 – 20 °C โดยเฉพาะในฤดูร้อนอุณหภูมิควบแน่นจะสูงถึง 50 – 55 °C

2. ยิ่งอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นคอมเพรสเซอร์ก็ต้องทำงานหนักมากขึ้นทำให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นตามไปด้วย

3. อากาศมีค่าความจุความร้อน(C_p) ต่ำกว่าน้ำ

2.) คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำแบ่งออกด้วยกันเป็น 3 ประเภทคือ แบบท่อสองชั้น(Double tube) แบบขดท่อในถัง(Shell and coil) และแบบท่อและถัง(Shell and tube) ซึ่งหลักการระบายความร้อนจะอาศัยน้ำเป็นสารหล่อเย็นแทนอากาศ ดังนั้นจึงมีประสิทธิภาพการระบายความร้อนได้ดีกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ แต่การออกแบบจะยุ่งยากขึ้น รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการสร้างและการดำเนินการที่มากขึ้นด้วย น้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นอาจใช้น้ำจากน้ำบาดาล แม่น้ำ น้ำทะเลหรือน้ำประปาก็ได้ โดยถ้าใช้น้ำที่มีคุณภาพดีหรือสะอาดก็จะยิ่งดีขึ้น

ข้อดี 1. มีการถ่ายเทความร้อนที่ดีกว่าอากาศคือมีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมากกว่าอากาศประมาณ 30 – 40 เท่า

2. น้ำเป็นสารหล่อเย็นที่มีค่าความจุความร้อน(C_p) สูงกว่าอากาศ

3. ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร

4. อุณหภูมิควบแน่นต่ำเมื่อใช้น้ำหล่อเย็น

ข้อเสีย 1. ติดตั้งยุ่งยากไม่สามารถถอดหรือเปลี่ยนท่อระบายความร้อนได้

2. ตรวจดูการเป็นสนิมและการสึกกร่อนของท่อได้ยาก

3. การออกแบบยุ่งยากเพราะต้องมีการระบายความร้อนของน้ำที่รับมาจากคอนเดนเซอร์ไปให้อากาศอีกครั้งหนึ่งทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก

3.) คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำ

คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำนี้จะรวมหอทำความเย็น(Cooling tower) และการระบายความร้อนด้วยอากาศเข้าด้วยกัน โดยจะให้ไอของสารทำความเย็นไหลในท่อทองแดงหรือท่อโลหะเช่นเหล็ก (เมื่อสารทำความเย็นเป็นแอมโมเนีย) น้ำหล่อเย็นจะถูกสูบจากถังพักน้ำของคอนเดนเซอร์ไปตามท่อแล้วพ่นเป็นฝอยหรือหยดลงมาหล่อเย็นท่อทองแดง ส่วนอากาศจะถูกเป่าด้วยพัดลมสวนทางกับน้ำที่พ่นหรือหยดลงมา น้ำหล่อเย็นเมื่อผ่านท่อทองแดงซึ่งร้อนกว่าจะมีการถ่ายเทความร้อนจากสารทำความเย็นไปสู่ผิวน้ำ ทำให้น้ำที่ได้รับความร้อนจะระเหยกลายเป็นไอด้วยความร้อนแฝงและจะถูกอากาศพาติดไปด้วย และน้ำในถังจะลดน้อยลงเนื่องจากน้ำที่ระเหยไปกับอีกบางส่วนที่กระเซ็นออกไป ดังนั้นจึงต้องมีการเติมน้ำบางส่วนลงไปซึ่งประมาณ 1.5 – 3 % ของปริมาณน้ำที่ใช้ โดยใช้ลิ้นเปิดปิดแบบใช้ลูกลอยเป็นตัวบังคับควบคุมระดับน้ำให้มีปริมาณคงเดิมตลอดการทำงาน

จะเห็นว่าคอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำมีการใช้ทั้งอากาศและน้ำเป็นสารหล่อเย็นสารทำความเย็นในขดท่อทองแดง ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนของระบบนี้จะมี

ประสิทธิภาพดีกว่าคอนเดนเซอร์ชนิดอื่นที่ผ่านมา และช่วยลดการอุดตันในท่อเนื่องจากน้ำหล่อเย็นไม่สะอาดพอ และลดปัญหาฝุ่นละอองไปเกาะบริเวณครีบรอบผิวท่อเนื่องจากอากาศหล่อเย็นที่ใช้มีฝุ่นละอองติดมาด้วย

ข้อดี 1. ใช้น้ำหล่อเย็นซึ่งไหลเวียนในระบบน้อยกว่าคอนเดนเซอร์แบบใช้น้ำหล่อเย็นอย่างเดียว คือใช้น้ำประมาณ 5 – 10 % ของคอนเดนเซอร์แบบใช้น้ำหล่อเย็นอย่างเดียวเมื่อมีสมรรถนะในการถ่ายเทความร้อนเท่ากัน

2. ใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กในการเดินเครื่อง

3. มีน้ำระเหยไปจำนวนน้อย

4. ระบบทางเดินท่อน้ำหล่อเย็นมีขนาดเล็กกว่าและสั้นกว่าระบบคอนเดนเซอร์แบบใช้น้ำหล่อเย็นเพียงอย่างเดียว

5. อุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นต่ำกว่าเมื่อใช้น้ำหล่อเย็น

6. สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนดีกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศแต่จะน้อยกว่าแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

ข้อเสีย 1. มีความยุ่งยากในการติดตั้ง

2. การสึกกร่อนจะมีมากกว่าการระบายความร้อนด้วยอากาศแต่น้อยกว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำ

3. น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำที่สะอาดพอ

4. การบำรุงรักษามากกว่าการระบายความร้อนด้วยอากาศแต่น้อยกว่าการระบายความร้อนด้วยน้ำ

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าคอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำเป็นระบบที่น่าสนใจเพราะสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นและสามารถทำได้ง่ายกว่าแบบอื่น ดังนั้นในงานวิทยานิพนธ์นี้จึงเป็นการศึกษาวิธีการที่จะสามารถทำให้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้นไม่ว่าสภาวะอากาศภายนอกจะเป็นอย่างไรก็ตาม โดยพิจารณาศึกษาการระบายความร้อนของสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์ด้วยการระเหยน้ำโดยใช้คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำ (Evaporative condenser) แทนการระบายความร้อนของสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์ด้วยอากาศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยการใช้คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำแทนการใช้คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาและสร้างคอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำเพื่อทดสอบระบบการปรับอากาศ
2. ทำการทดลองเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (COP) และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ระหว่างระบบปรับอากาศที่ใช้คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำกับระบบปรับอากาศที่ใช้คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ
3. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความสามารถในการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายของระบบปรับอากาศที่ใช้คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำกับระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ
4. ศึกษาสมรรถนะเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำในสภาวะอากาศต่าง ๆ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต วิธีการศึกษา และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
3. ศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบอัดไอชนิดแยกส่วน และหลักการการระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำ
4. ทำการออกแบบและสร้างเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำ
5. ทำการทดลองและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและแบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำ
6. นำผลการทดลองที่ได้มาคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ
7. ทำการเปรียบเทียบผลการทดลองและวิเคราะห์ค่าเชิงเศรษฐกิจ
8. สรุปและวิเคราะห์ผล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type) ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นและสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้
2. ทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องปรับอากาศที่ใช้คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำได้
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องปรับอากาศหรือเครื่องทำความเย็นแบบต่าง ๆ ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ