

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในส่วนของอาคารพาณิชย์ต่างๆและที่อยู่อาศัย เนื่องจากมีความสะดวกในการติดตั้งและบำรุงรักษา ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเพื่อเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ และจากการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารพาณิชย์และที่อยู่อาศัย พบว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศมากถึง 70% ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (Surapong, 2005) ดังนั้นเครื่องปรับอากาศในอาคารพาณิชย์และที่อยู่อาศัยจึงเป็นจุดที่ใช้พลังงานมากและจากภาวะของราคาพลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้น จึงมีการพัฒนาเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าของการใช้พลังงานและเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีขีดการจำหน่ายสูงในท้องตลาดปัจจุบัน คือเครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 บีทียู เนื่องจากขนาดของห้องโดยส่วนใหญ่ที่ต้องการปรับอากาศในอาคารพาณิชย์มีขนาดเหมาะสมที่จะใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 บีทียู ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ เครื่องอัดไอ (Compressor) เครื่องควบแน่น (Condenser) วาล์วขยายตัว (Expansion Valve) เครื่องระเหย (Evaporator)

โดยในส่วนของเครื่องระเหยหรือคอยล์เย็น ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะใช้แบบท่อและครีบริบ การใช้ครีบริบติดตั้งกับท่อสารทำความเย็นของคอยล์เย็นเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวด้านนอกของคอยล์เย็นซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำความเย็นให้มากขึ้น โดยครีบริบจะทำหน้าที่รับความร้อนมาจากอากาศบริเวณรอบคอยล์เย็นที่ไม่ได้สัมผัสกับท่อของสารทำความเย็นโดยตรงแล้วทำการถ่ายเทความร้อนให้กับท่อของสารทำความเย็นอีกต่อหนึ่ง สารทำความเย็นที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้ ส่วนใหญ่ใช้สารทำความเย็น R-22 ส่วนระยะห่างระหว่างครีบริบแต่ละครีบริบและความหนาของครีบริบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบของเครื่องปรับอากาศและขนาดท่อของสารทำความเย็น โดยทั่วไปจำนวนครีบริบของคอยล์เย็นในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะอยู่ในช่วง 10 – 14 ครีบริบต่อความยาวหนึ่งนิ้วของคอยล์เย็น (อัคครัตน์ พูลกระจ่าง, 2547) ในทางทฤษฎีจำนวนของครีบริบยังมีมากประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนก็ย่อมดีขึ้น แต่ขณะเดียวกันจะทำให้อากาศไหลผ่านคอยล์เย็นได้น้อยลง เนื่องจากถ้ามีครีบริบมาก ช่องว่างที่อากาศไหลผ่านจะน้อยและความต้านทานเพิ่มขึ้น ทำให้อากาศไหลผ่านช่องว่างระหว่างครีบริบไม่สะดวก ระยะห่างระหว่างครีบริบที่มากเกินไปก็

จะมีผลให้จำนวนของครีบลดน้อยลง ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนของคอยล์เย็นลดลง ดังนั้นในการวิจัยนี้จะศึกษาว่าคอยล์เย็นในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 18,000 บีทียูที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ ควรจะมีจำนวนครีบท่าใดต่อระยะหนึ่งนิ้วของคอยล์เย็น จึงจะทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศ และสารทำความเย็นดีที่สุด ซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพดีที่สุดด้วย

1.2 การตรวจเอกสาร

Rich, D.G. (1973) ศึกษาเรื่องผลของ fin spacing on the heat transfer and friction performance โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีบบ และท่อ ซึ่งมีจำนวน 9 ท่อ ทำการทดลองด้วยวิธีการใช้คอยล์ที่เหมือนกันทุกครั้งของการทดลอง ยกเว้นระยะของครีบบที่ไม่เท่ากัน ทำการทดลองเปลี่ยนแปลงจำนวนครีบบตั้งแต่ 0-21 ครีบบต่อระยะ 1 นิ้ว และเปลี่ยนแปลงความเร็วลมเป่าผ่านคอยล์ ตั้งแต่ 200-1800 ft/min ซึ่งได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน เป็นอิสระต่อระยะของครีบบในช่วง 3-21 ครีบบต่อระยะ 1 นิ้ว และความดันตกที่เกิดขึ้นเกิดจากกลุ่มท่อในคอยล์ ส่วน friction factor ของครีบบเป็นอิสระต่อระยะห่างของครีบบ เมื่อมีจำนวนครีบบ 3-14 ครีบบต่อระยะ 1 นิ้ว

Bejan, A. et.,al (1994) ศึกษาเรื่องระยะห่างที่ดีที่สุดของท่อที่วางเรียงกันในแนวนอน และระบายความร้อนโดยการพาความร้อนแบบธรรมชาติ โดยใช้ท่อทรงกระบอกที่มีขนาดเท่ากันทุกท่อวางเรียงกันในปริมาตรที่กำหนดและทำการเปลี่ยนแปลงระยะห่างของท่อแต่ละท่อ โดยเริ่มจากการใช้ท่อจำนวนหนึ่งวางเรียงกันในปริมาตรที่กำหนด หรือก็คือการทำให้ระยะห่างระหว่างท่อแต่ละท่อมีค่าน้อย แล้วเมื่อทำการทดลองครั้งต่อไปก็ลดจำนวนท่อลง หรือเป็นการเพิ่มระยะห่างระหว่างท่อแต่ละท่อให้มีค่ามากขึ้น พบว่า ระยะห่างของท่อและการถ่ายเทความร้อนที่ดีที่สุด เป็นไปตามทฤษฎี คือ เมื่อระยะห่างระหว่างท่อแต่ละท่อมีค่าน้อย การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนจะไม่ดีเท่าที่ควร การถ่ายเทความร้อนจะดีขึ้นเมื่อเพิ่มระยะห่างระหว่างท่อ แต่ดีขึ้นเมื่อถึงระยะห่างค่าหนึ่งแล้ว ค่าการถ่ายเทความร้อนก็จะลดลงอีก

Green, R.H. และ Roberts, L. (1996) ศึกษาเรื่องผลของการออกแบบคอยล์ ของ heat pumps และเครื่องปรับอากาศ โดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของ heat pump ในการออกแบบคอยล์เย็น ซึ่งมีผลกับการถ่ายเทความร้อนจากอากาศไปยังน้ำของ heat pump และจากการทดลองสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพสูงสุด ภายใต้เงื่อนไขที่ไม่มีเกิดการเกิดน้ำแข็งขึ้นที่คอยล์เย็น ได้จากการใช้คอยล์เย็นที่มีพื้นที่ผิวมาก ความลึกน้อย ระยะห่างของครีบบน้อย อัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์น้อย มีอุณหภูมิของการกลายเป็นไอสูงเท่าที่จะเป็นไปได้ และไม่เกิดไอร้อนยวดยิ่งที่คอยล์

Parker, D.S. et.,al (1997) ศึกษาผลกระทบของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยทำการทดลองด้วยเครื่องปรับอากาศขนาด 2-4 ตันความเย็น และกำหนดให้ปริมาณอากาศไหลที่ผ่านคอยล์อยู่ในช่วง 130-510 cfm/ตันความเย็น พบว่าปริมาณของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นที่เพียงพอ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ความสมดุลระหว่างค่าความร้อนสัมผัสและค่าความร้อนแฝงเป็นไปอย่างเหมาะสม ซึ่งอัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์มีค่าประมาณ 350-450 cfm /ตันความเย็น และผลการทดลองที่ได้พบว่า การไหลของอากาศไม่พอเพียงเนื่องจากท่ออากาศที่ไหลกลับเข้าสู่เครื่องปรับอากาศมีขนาดเล็กเกินไป ความเร็วของพัดลมเป่าอากาศไม่เหมาะสม และเกิดการอุดตันของแผ่นกรองอากาศ ซึ่งจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

Halici, F. et.,al (1998) ศึกษาผลของจำนวนแถวของท่อต่อการถ่ายเทความร้อน, การถ่ายเทมวล และการถ่ายเทโมเมนตัมในคอยล์แบบท่อติดครีบบนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ประกอบด้วยครีบบระบายความร้อนทำจากอลูมิเนียมและท่อทองแดง ทำการทดลองโดยใช้ครีบบระบายความร้อนจำนวน 10 ครีบบต่อความยาว 1 นิ้วของคอยล์เหมือนกันหมด แต่เปลี่ยนแปลงจำนวนแถวของท่อ ตั้งแต่ 1- 4 แถว ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสำหรับกรณีสภาวะพื้นผิวเปียก และพื้นผิวแห้ง สามารถหาได้จากการให้ความร้อน และการให้ความเย็นของอากาศชื้นที่ไหลผ่านครีบบและท่อ และได้มีการเอาค่าการถ่ายเทความร้อน, Colburn factor และ friction factor มาพิจารณาด้วย พบว่า Colburn factor และ friction factor สำหรับสภาวะพื้นผิวเปียก มีค่ามากกว่าในสภาวะพื้นผิวแห้ง นอกจากนี้ Colburn factor และ friction factor มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มจำนวนแถวของท่อ

Horuz, I. et.,al (1998) ศึกษาเรื่องความสามารถในการทำความเย็นและการถ่ายเทความร้อนรวมของคอยล์เย็น โดยศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปร ความเร็วของอากาศ ระยะห่างของครีบบ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ อุณหภูมิของคอยล์เย็นและชนิดของสารทำความเย็น พบว่าความสามารถในการทำความเย็นของคอยล์เย็น และ การถ่ายเทความร้อนรวมขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ร่วมกันของตัวแปรทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้ว และพิสูจน์ได้ว่าการเพิ่มความเร็วและปริมาณของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ทำให้มีการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้น ส่วนการเพิ่มระยะห่างของครีบบมากขึ้นจะทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมเพิ่มมากขึ้นด้วย และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนภายในท่อลดลงแต่ในทางตรงกันข้าม สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนภายนอกท่อและสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของท่อเพิ่มขึ้นเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนเพิ่มมากขึ้น

Liang, S.Y. et.,al (1999) สร้างแบบจำลองสำหรับทำนายสมรรถนะสภาวะคงตัวของ direct-expansion air cooling coil โดยแบบจำลองได้ใช้วิธีเชิงตัวเลขในการคำนวณหาสมรรถนะของครีบบระบายความร้อนทั้งในภาวะที่เปียกบางส่วนและเปียกทั้งหมด และยังได้พิจารณาการเกิดความดันตก ของสารทำความเย็นในคอยล์ และแบบจำลองนี้ ได้พิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อลักษณะของคอยล์เย็นในภาวะแวดล้อมที่มีค่าต่าง ๆ กัน ซึ่งสรุปได้ว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรที่สำคัญในการหาค่าการใช้พลังงานและคุณสมบัติของเครื่องปรับอากาศ และพบว่า ที่สภาวะแวดล้อมที่มีความชื้นสูง จะมีภาระความเย็นและ การใช้พลังงานที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับในสภาวะแวดล้อมที่มีค่าความชื้นต่ำ ส่วนการเปรียบเทียบในส่วนของคอยล์ที่ใช้ R134a และ R-12 เป็นสารทำความเย็น พบความแตกต่างของรูปแบบคอยล์ และคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนคือ R134a จะใช้พื้นที่สำหรับถ่ายเทความร้อนน้อยกว่า R-12 ประมาณ 7% เนื่องจาก R134a มีค่า heat transfer coefficient ที่สูงกว่า

Watel, B. et.,al (1999) ศึกษาอิทธิพลของระยะห่างของครีบบระบายความร้อนและการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการหมุนของครีบบและท่อ ซึ่งมีผลกับการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดครีบบและท่อแบบหมุน ทำการทดลองโดยการเปลี่ยนแปลง Reynolds numbers ในช่วง 400 ถึง 30,000 และเปลี่ยนแปลงระยะห่างของครีบบ พบว่าผลการทดลองที่ได้สามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ของ Reynolds numbers และ ระยะห่างของครีบบและที่ระยะห่างของครีบบแต่ละระยะ ที่ความเร็วต่ำสุดของการหมุน ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน เป็นอิสระจากค่าความเร็วของการหมุน

Lozza, G. และ Merlo, U. (2000) ศึกษาการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานที่เกิดขึ้นในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีบบและท่อ ได้ทำการทดลองโดยใช้คอยล์ต้นแบบ 15 ตัว มีขนาดของท่อและระยะห่างของครีบบเท่ากัน แต่แตกต่างกันที่ลักษณะของครีบบซึ่งมีแบบ flat, wavy, louvered และ winglet ที่ให้ค่าการถ่ายเทความร้อนและค่าความดันตกที่แตกต่างกันออกไป พบว่าครีบบระบายความร้อนแบบ louvered สามารถทำให้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่นำมาทำการทดลอง มีสมรรถนะดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับครีบบระบายความร้อนแบบอื่น

Wellsandt, S. และ Vamling, L. (2001) ศึกษาการถ่ายเทความร้อนและความดันตกที่เกิดขึ้นในคอยล์เย็นแบบแผ่น โดยการศึกษาคอยล์เย็นที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้อากาศไหลผ่านคอยล์เย็นแบบตามธรรมชาติ ใช้สารทำความเย็น R-22 , R134a และทั้งสองชนิดผสมกัน เป็นสารทำความเย็น และได้ศึกษารายละเอียดของการวัดค่า การถ่ายเทความร้อน และ ความดันตกในคอยล์เย็น ซึ่งจะเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองกับผลที่ได้จากวิธีการคำนวณของค่า การถ่ายเทความร้อนและความดันตกไปพร้อมๆกัน ซึ่งพบว่า ผลที่ได้จากวิธีการคำนวณค่า การถ่ายเท

ความร้อนจะมีค่ามากกว่าที่วัดได้จากการทดลอง 12% ของสารทำความเย็นแต่ละชนิด และ 15% ของสารทำความเย็นที่ผสมกัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภาวะของคอยล์เย็น ส่วนผลที่ได้จากวิธีการคำนวณค่า ความดันตก อยู่ในเกณฑ์ $\pm 5\%$ ของค่าที่วัดได้จากการทดลอง

Mon, M.S. และ Gross, U. (2003) ศึกษาผลของระยะห่างระหว่างครีบบระบายความร้อนของกลุ่มท่อที่มีครีบบระบายความร้อนแบบวงแหวน โดยใช้วิธีเชิงตัวเลขแบบ 3 มิติ พบว่า กระแสลมวนที่เกิดขึ้นในกลุ่มท่อ ส่งผลกระทบต่อ boundary layer ที่เกิดขึ้นที่ผิวของท่อและครีบ ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของระยะห่างระหว่างครีบต่อความสูงของครีบ และเมื่ออัตราส่วนดังกล่าวเพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นด้วย แต่ค่าความดันตกที่เกิดขึ้นกลับมีค่าน้อยลง

Zhang, J. et.,al (2003) ศึกษาการพาความร้อนแบบ 2 มิติของ wavy-plate-fin โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข โดยได้นำค่า ความเร็ว, อุณหภูมิ, ค่าความเสียดทานของพัคคัมและ Colburn factor มาพิจารณาที่ อัตราการไหลของอากาศที่มีค่าเรโนลด์นัมเบอร์อยู่ในช่วง $10 \leq Re \leq 1000$, อัตราส่วนระหว่างช่องการย่นของครีบอยู่ในช่วง $0.125 \leq \gamma \leq 0.5$ และ อัตราส่วนระยะห่างระหว่างช่องของครีบอยู่ในช่วง $0.1 \leq \varepsilon \leq 3.0$ ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของ wavy-plate-fin จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ flat- plate แต่ wavy-plate-fin ทำให้เกิดความดันตกในคอยล์ ซึ่งจากการทดลองได้ผลดีที่สุดคือ $Re > 100$ ที่อัตราส่วนระหว่างช่องการย่นของครีบ $\gamma > 0$ และอัตราส่วนระยะห่างของช่องระหว่างครีบ $1.0 \leq \varepsilon \leq 1.2$

Yang, D. et.,al (2006) ศึกษาหาระยะห่างที่ดีที่สุดของครีบบระบายความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบครีบและท่อ ภายใต้เงื่อนไขการเกิดน้ำแข็งขึ้นที่ครีบ โดยในการศึกษาได้เลือกที่จะศึกษาตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ระยะห่างของครีบบระบายความร้อน, อัตราการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ย, อัตราการเกิดน้ำแข็งและระยะเวลาในการทำงานของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ในการออกแบบการทดลองได้ใช้ response surface methods และ Taguchi methods ซึ่งได้ผลว่าจากการใช้ response surface methods ได้อัตราการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 6.3% และ Taguchi methods ได้ระยะเวลาการทำงานของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพิ่มขึ้น 12.9% เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองที่ใช้อ้างอิง

1.3 วัตถุประสงค์

ศึกษาหาจำนวนครีบบระบายความร้อนต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็นที่เหมาะสมในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครีบบ กับปริมาณการถ่ายเทความร้อน และความดันตกของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เมื่อได้จำนวนของครีบบระบายความร้อนต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็นที่เหมาะสมที่ทำให้คอยล์เย็นมีประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว สามารถนำจำนวนของครีบบระบายความร้อนต่อระยะ 1 นิ้วที่ดีที่สุดไปใช้ในการผลิตคอยล์เย็นในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศที่ทำให้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ศึกษาหาจำนวนครีบบระบายความร้อนต่อระยะ 1 นิ้วของคอยล์เย็น โดยศึกษาเฉพาะครีบบระบายความร้อนของคอยล์เย็นในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 18,000 บีทียู

1.5.2 ทดลองหาสมรรถนะของคอยล์เย็นที่จำนวนครีบบต่อระยะ 1 นิ้วมีค่าระหว่าง 10-20 ครีบบต่อระยะ 1 นิ้ว

1.5.3 ใช้ครีบบแบบ Corrugated fin และ Louvered fin โดยครีบบมีความหนา 0.115 มิลลิเมตร

1.5.4 สร้างแผนภาพเพื่อทำนายอิทธิพลของจำนวนครีบบต่อระยะ 1 นิ้ว ที่มีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อน และความดันตกของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็น