บทที่ 2

งานวิจัยที่ผ่านมา

Laurencecc V.Wilson ,Barry Nuget (1993) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็น(liquid chiller)ระบายความร้อนด้วยอากาศกับเครื่องทำของเหลวเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำร่วมกับหอทำความเย็นในการทำความเย็นในอาคาร โดยการทดลองระบบที่ความสามารถ ในการถ่ายเทความร้อนเท่ากัน ทำการเปรียบเทียบในหลายๆด้าน คือ ตัวแปรออกแบบในระบบ ผลของระบบทางด้านสถาปัตยกรรมด้านโครงสร้าง และระบบไฟฟ้าของอาคาร การควบคุมความสามารถ ในการทำความเย็น ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำ การบำรุงรักษา อายุการใช้งานของอุปกรณ์ ต้นทุนตลอดอายุการใช้งาน การประเมินโดยใช้ evaluation matrix ในการถ่วงน้ำหนักเพื่อให้ได้ระบบที่เหมาะสมต่องานที่พิจารณา พบว่าเครื่องทำของเหลวเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศต้องใช้พื้นที่ถ่ายเทความร้อน อุณหภูมิควบแน่นและความต้องการกำลังไฟฟ้าในคอมเพรสเซอร์สูงกว่า จึงมีค่าCOPต่ำกว่ารวมทั้งระบบระบายความร้อนด้วยอากาศต้องใช้ปริมาณลมมากกว่าถึง 6 เท่า เพราะการระบายความร้อนด้วยอากาศใช้ความร้อนสัมผัสแต่ในหอทำความเย็นมีการถ่ายเทความร้อนทั้งความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง ทำให้ต้องใช้กำลังพัดลมระบายความร้อนสูงกว่าพัดลมระบายความร้อนในหอทำความเย็นคือ 1.2-1.3 kW /ton กับ 0.85-1.0 kW /ton แต่ว่าเมื่อเทียบต้นทุนแรกเริ่ม(first cost) ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำมีราคาสูงกว่าและต้องการการบำรุงรักษามากกว่าด้วย ผลของการถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบทุกตัวแปรแล้วพบว่าการระบายความร้อนด้วยอากาศเหมาะกับอาคาร ที่มีภาระความร้อนน้อยคือ 200,000 ft^2(18,600 m^2) หรือน้อยกว่า ส่วนระบบระบายความร้อนด้วยน้ำเหมาะกับอาคารที่มีภาระความร้อนมากคือ400,000 ft^2(37,000 m^2) หรือมากกว่า ส่วนอาคารที่มีช่วงระหว่างนี้ผู้ออกแบบต้องพิจารณาอย่างละเอียดเพื่อความเหมาะสมที่สุด

ASHRAE Systems and Equipments Handbook (1996) , Stoecker (1998) กล่าวว่าเครื่องควบแน่นแบบระเหยจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศที่ใช้การถ่ายเทความร้อนสัมผัสจึงมีข้อจำกัดของอุณหภูมิควบแน่นที่ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศ ในขณะที่เครื่องควบแน่นแบบระเหยมีการถ่ายเทความร้อนในรูปความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงที่มีข้อจำกัดอุณหภูมิควบแน่นที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะแห้งเสมอ ทำให้สามารถออกแบบอุณหภูมิควบแน่นต่ำได้ และเครื่องควบแน่นแบบไอระเหยจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องควบแน่นแบบ

ระบายความร้อนด้วยน้ำเพราะถึงแม้ว่าใช้การถ่ายเทความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงเหมือนกัน แต่ประสิทธิภาพของการถ่ายเทความร้อนสัมผัส ที่สัมพันธ์กับผลต่างของอุณหภูมิที่เหมาะสม ทำให้เครื่องควบแน่นแบบระเหยที่มีอุปกรณ์ชิ้นเดียวสามารถกำหนดอุณหภูมิควบแน่นที่ต่ำกว่าเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

José M. Corberán,Mónica García melón (1998) สร้างแบบจำลองเพื่อพิจารณาพฤติกรรมของท่อมีครีบในเครื่องระเหยและเครื่องควบแน่นที่ใช้ R134a เป็นสารทำความเย็น ค่าสัมประสิทธิ์ความดันลดและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนควบแน่นของสารทำความเย็นสถานะเดียวและ2สถานะที่ให้ค่าที่ใกล้เคียงกับผลการทดลองระบบปรับอากาศขนาดเล็กที่ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลขวาง ผลที่ได้มีการเปรียบเทียบกับแบบจำลองเพื่อการทำนายภาระความร้อน การเป็นไอร้อนยิ่งยวดหรือของเหลวเย็นยิ่งรวมทั้งความดันลดในท่อเนื่องจากความเสียดทาน ได้นำแบบจำลองที่มีผู้อื่นทำมาแล้วมาเปรียบเทียบพบว่า VDI Atlas ให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ใกล้เคียงที่สุด และยังมีแบบจำลองของ Martinelli และ Nelson ที่ให้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้ มีบางกรณีที่ไม่ถูกต้องรวมทั้งความดันลดที่เกิดในท่อกลับ 180 องศา แบบจำลองสามารถใช้ได้ดีในสภาวะที่การศึกษา ยังไม่สามารถครอบคลุมช่วงการทำงานอื่น

N.Usta , A.Iteri (1998) การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดทางเศรษฐศาสตร์ของระบบอุตสาหกรรมทำความเย็นขนาดใหญ่ด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณหาตัวแปรในการออกแบบระบบทำความเย็นที่เหมาะสมที่สุด พบว่าตัวแปรที่สำคัญที่สุดคือ ชนิดของคอนเดนเซอร์ อุณหภูมิของบรรยากาศ จำนวนชั่วโมงทำงานต่อปี อัตราค่าไฟฟ้า อัตราดอกเบี้ยที่แท้จริง ได้ผลว่าแอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นที่ให้ค่าCOPสูงที่สุดและราคาถูกที่สุดด้วยเมื่อเทียบกับสารทำความเย็นพวกฮาโลเจน มีการกล่าวถึง วัฏจักรการทำความเย็นว่าตามความเป็นจริงควรพิจารณาถึงirreversibility คือการพิจารณาexergy ตามกฎข้อที่สองทางเทอร์โมไดนามิกส์ แต่เมื่อในการศึกษานี้เมื่อกำหนดให้งานที่ให้และงานที่ได้รับมีค่าคงที่ดังนั้นการใช้กฎข้อที่หนึ่งทางเทอร์โมไดนามิกส์(energy) จึงมีประสิทธิผลเพียงพอที่จะใช้พิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ

Yunho Hwang,Reinhard Radermacher,William Koto (2001) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องควบแน่นแบบระเหยรูปแบบใหม่กับเครื่องควบแน่นแบบใช้อากาศ โดยทำการทดลองในระบบทำความร้อนแบบแยกส่วน (split heat pump) ซึ่งตั้งให้ทำงานในสภาวะตามมาตรฐาน ASHARE Standard116 ใช้R-22 เป็นสารทำความเย็น . เครื่องควบแน่นแบบระเหยที่

ใช้โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพดีแต่มีข้อเสียคือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่นการเกิดจุลินทรีย์ หรือว่าตะไคร่น้ำที่ก่อให้ลดประสิทธิภาพระบบ ต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นมีการออกแบบใหม่ให้ท่อของเครื่องควบแน่นจมอยู่ในอ่างน้ำ แล้วด้านผิวน้ำมีแผ่นจานให้จมอยู่ในน้ำเพียงบางส่วน เมื่อแผ่นจานนี้หมุนด้วยกำลังของมอเตอร์ก็จะมีฟิล์มน้ำติดมากับแผ่นจาน ลมจากพัดลมก็จะพัดเอาความร้อนและมวลบางส่วนของน้ำถ่ายเทสู่บรรยากาศต่อไปโดยสามารถลดอุณหภูมิของน้ำให้ต่ำสุดถึงอุณหภูมิกระเปาะเปียกของบรรยากาศ เป็นการถ่ายเทความร้อนทั้งในรูปความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัสทำให้ถ่ายเทความร้อนได้มากกว่าเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศที่ถ่ายเทเฉพาะความร้อนสัมผัส การใช้แผ่นจานทำให้เพิ่มฟิล์มน้ำเพื่อเพิ่มการถ่ายเทความร้อนแฝง ใช้พัดลมและมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า รวมทั้งสามารถออกแบบให้มีอุณหภูมิควบแน่นต่ำกว่าทำให้ค่าCOPสูงกว่า จากการทดลองเครื่องควบแน่นแบบไอระเหยรูปแบบใหม่นี้มีความสามารถในการทำความร้อน 1.8-8.1% , COP 11.1-21.6 % และ SEER 14.5% มากกว่าเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

David L. Schwaller (2003) เปรียบเทียบลำดับความจำเป็นขององค์ประกอบที่ต้องพิจารณาในการออกแบบกับลำดับความต้องการที่จำเป็นในการดำรงชีพของมนุษย์ซึ่งเรียงลำดับความสำคัญที่สุดเป็นฐานปิรามิดเรียงตามลำดับจนถึงยอดที่สำคัญน้อยที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบลำดับความสำคัญขององค์ประกอบในการออกแบบคือ ความปลอดภัยทั้งต่อตัวบุคคลและระบบการทำงาน,ความเชื่อมั่นว่าอุปกรณ์หรือระบบจะทำงานได้ตามต้องการทุกสภาวะทั้งที่ภาระมากที่สุดหรือน้อยที่สุด,ความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์หรือระบบได้อย่างแม่นยำในช่วงที่ยอมรับได้, ประสิทธิภาพทางพลังงานคืออัตราส่วนพลังงานที่ใช้ได้จริงต่อพลังงานที่ต้องใช้ทั้งหมด ซึ่งข้อนี้เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเมื่อสามารถทำให้ระบบเป็นไปตามข้อพิจารณาอื่นๆแล้ว

Khan,J.,et al. ทำการศึกษาหอทำความเย็นแบบไหลสวนทาง (Counter flow cooling tower) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ถ่ายเทมวลและความร้อนที่มีการใช้อย่างแพร่หลายอย่างหนึ่ง ในการศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลองรายละเอียดของหอทำความเย็นเพื่อทำนาย characteristics performance ของหอทำความเย็น และตรวจสอบความถูกต้องโดยข้อมูลจากการทดลอง ประสิทธิภาพทางความร้อนของหอทำความเย็นอธิบายได้ด้วยเทอมของการแปรเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำและอากาศ และศักย์เอนทัลปี (driving potential) ของการพาความร้อนและการถ่ายเทความร้อนแบบระเหยไปตามความสูงของหอทำความเย็น การทดสอบจากตัวอย่างปัญหาพบว่า การถ่ายเทความร้อนแบบระเหยมีอิทธิพลมากกว่า โดยมีค่าประมาณ 62.5 % ของการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดที่ทาง

ด้านล่างของหอทำความเย็น และสูงเกือบ 90% ที่ตำแหน่งบนสุด. แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำและอากาศบนไซโครเมตรีชาร์ต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย