

บทที่ 2

ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิศิษฐ์ โภคารัตน์กุลและศุภชัย ไพบูลย์(2549) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาระบบตรวจวัดสมรรถนะเครื่องทำน้ำเย็น งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาระบบตรวจวัดสมรรถนะเครื่องทำน้ำเย็น ระบบตรวจวัดสมรรถนะเครื่องทำน้ำเย็นจะรับค่าการวัดต่าง ๆ จากตัวตรวจวัด เช่น ค่ากำลังไฟฟ้าจาก VIP ENERGY อัตราการไหลจากตัวตรวจวัดอุลตราโซนิก อุณหภูมิจากตัวตรวจวัดเทอร์โมคัปเปิลและอื่น ๆ ผ่านทางพอร์ตสื่อสารข้อมูลมาตรฐาน RS485 และ RS232 ไปยังโปรแกรมตรวจวัดสมรรถนะเครื่องทำน้ำเย็น (CPTK) ข้อมูลเหล่านี้ทั้งหมดจะถูกบันทึกลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์และคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นโดยใช้โปรแกรม CPTK ที่พัฒนาขึ้นด้วย Microsoft Visual Basics จึงทำให้สามารถลดเวลาการวัดและการคำนวณค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นได้ ผลจากการทดลอง เมื่อใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นทำการตรวจวัดเครื่องทำน้ำเย็นจำนวน 4 เครื่อง เครื่อง ละ 4 ครั้ง ให้ผลการคำนวณที่ถูกต้อง นอกจากนี้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นยังแสดงข้อมูลการตรวจวัดคือ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า เพาเวอร์แฟคเตอร์ กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า อัตราการไหล อุณหภูมิและต้นความเย็นด้วย

วิทยา ยงเจริญและจිරศักดิ์ เมฆอัมพรพงศ์(2547) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นโดยใช้เครื่องล้างท่ออัตโนมัติ โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบการประหยัดพลังงานและการลงทุนระหว่าง วิธีใช้ลูกบอลฟองน้ำล้างท่อกับวิธีใช้แปรงลวดขัดตะกรันออกซึ่งเป็นวิธีปกติ ในวิธีใช้ลูกบอลล้างท่อ ลูกบอลจะถูกปล่อยเข้าไปในท่อคอนเดนเซอร์เพื่อขัดผิวท่อไม่ให้เกิดตะกรันเกาะจับจึงทำให้เครื่องทำน้ำเย็นมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงตลอดเวลา ลูกบอลที่ใช้ปริมาณ 30% ของจำนวนท่อน้ำไหลเข้าในคอนเดนเซอร์ ในหนึ่งรอบการทำงาน 1 ชั่วโมง จะประกอบด้วยเวลาปล่อยลูกบอลเข้าท่อ 2 นาที เก็บลูกบอลกลับเข้าถังเก็บ 3 นาทีและพักอีก 55 นาที ใน 1 วันเครื่องล้างท่อจะทำงาน 8-10 รอบ การเก็บข้อมูล อุณหภูมิความดัน อัตราการไหลและพลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นจะเก็บก่อนการใช้เครื่องล้างท่ออัตโนมัติ 4 เดือนและหลังการใช้อีก 4 เดือนจากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณหา พลังงานความเย็นประสิทธิภาพการทำงาน

และอุณหภูมิเข้าใกล้ จากการวิเคราะห์พบว่าที่ภาระทำความเย็นเท่ากัน อุณหภูมิเข้าใกล้ใช้เป็นดัชนีบอกสภาพของตะกรันได้ เครื่องทำน้ำเย็นประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 8.1% และมีเวลาคุ่มทุนภายใน 6.8 ปี 2.2 ปีและ 1.8 ปี สำหรับภาระทำความเย็น 150 500 และ 900 ตันตามลำดับ

วิโชติ ศรีวิเศษ (2546) ได้ทำการศึกษาศักยภาพการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมโดยการใช้อนวน ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการทางทฤษฎีกับค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่แนะนำในมาตรฐาน ASTM และมาตรฐาน BS โดยได้ศึกษาเปรียบเทียบ ในกรณีที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของอากาศแวดล้อมและมีการเคลื่อนที่ของอากาศแวดล้อม สมมุติฐานในการศึกษากำหนดให้อุณหภูมิอากาศแวดล้อมคงที่เท่ากับ 30°C หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาสร้างกราฟและตารางหา heat loss เพื่อใช้ในประเทศไทย ในการเปรียบเทียบในกรณีที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของอากาศแวดล้อมได้ใช้สมการทางทฤษฎีของ Churchill และ Ozone ใช้เปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจากมาตรฐาน ASTM และมาตรฐาน BS พบว่าในกรณีท่อเปลือยเมื่ออุณหภูมิผิวภายนอกท่อมีค่าไม่เกิน 100°C ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจากมาตรฐาน BS มีค่าใกล้เคียงกันกับค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจากสมการทางทฤษฎีของ Churchill และ Ozone แต่ถ้าท่อเปลือยที่มีอุณหภูมิผิวภายนอกท่อมีค่าเกิน 100°C ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่แนะนำจากสมการของมาตรฐาน BS โดยเฉลี่ยจะมีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจากสมการทางทฤษฎีอยู่ประมาณ 25% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่แนะนำ ในมาตรฐาน ASTM ในกรณีที่ไม่มีการเคลื่อนที่ของอากาศแวดล้อมภายนอกจะมีค่าต่ำกว่าค่าทางทฤษฎีอยู่ประมาณ 60% ส่วนในกรณีที่มีการเคลื่อนที่ของอากาศแวดล้อมภายนอกได้ใช้สมการทางทฤษฎีของ Hilpert เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของท่อเปลือยที่อุณหภูมิผิวท่อตั้งแต่ 40°C ถึง 600°C จากสองมาตรฐานดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่แนะนำจากมาตรฐาน BS จะสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจากสมการทางทฤษฎีอยู่ประมาณ 14%-20% ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่แนะนำในมาตรฐาน ASTM จะต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนจากสมการทางทฤษฎีอยู่ประมาณ 50%-60% ที่ความเร็วลม 1 m/s และ 2 m/s ตามลำดับ

จากการศึกษาเกี่ยวกับการหุ้มฉนวนท่อไอน้ำได้ศึกษาขนาดความหนาที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ในโรงงานของบริษัทไม้อัดไทย เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมมีค่าเหมือนกับกรณีแรกและอุณหภูมิผิวท่อไอน้ำเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง $100-200^{\circ}\text{C}$ โดยที่ท่อไอน้ำถูกส่งผ่านท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับ 21.7 mm และ 48.6 mm โรงงานดังกล่าวผลิตไอน้ำจากหม้อไอน้ำ

ประสิทธิภาพ 85 % โดยน้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิงและมีชั่วโมงการทำงานต่อปีเท่ากับ 6000 ชั่วโมง การศึกษาขนาดความหนาของฉนวนที่เหมาะสมของโรงงานตัวอย่างดังกล่าว ใช้สมการทางทฤษฎีเป็นสมการหาความร้อนสูญเสียโดยพิจารณาเป็นกรณีลมนิ่ง ผลการศึกษาสรุปได้ว่าท่อไอน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 48.6 mm ทางโรงงานได้ติดฉนวนหนา 50 mm ซึ่งเป็นความหนาที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์อยู่แล้ว ส่วนท่อไอน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21.7 mm และ 34 mm ทางโรงงานติดฉนวนหนา 50 mm ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า เป็นฉนวนที่หนาเกินไป โดยความหนาที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ของฉนวนไอน้ำทั้งสองคือ 28 mm

ฉัตรชัย เปล่งสะอาด (2545) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะนำไปใช้หาสภาพที่เหมาะสมของลำดับการเดินเครื่องในสภาพปัจจุบันของเครื่องทำน้ำเย็น 2 เครื่องที่มีขนาดแตกต่างกัน ซึ่งทำให้ระบบใช้พลังงานต่ำสุด สำหรับการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นการศึกษาถึงลักษณะการเดินเครื่องในสภาพปัจจุบันของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่อง เพื่อจะนำข้อมูลดังกล่าวไปพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการคำนวณหาลักษณะการแบ่งภาระการทำความเย็นของทั้งระบบให้กับเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละตัวได้ สำหรับในส่วนที่ 2 จะเป็นการเก็บข้อมูลการเดินเครื่องในสภาพที่เกิดขึ้นจริงของระบบ และนำข้อมูลดังกล่าวส่งเข้ามายังโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการคำนวณหาลักษณะของการแบ่งภาระการทำความเย็น และทำการปรับเปลี่ยนการเดินเครื่องของทั้งระบบให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมตามที่ต้องการได้ในทันที จากการทดลองจะสรุปได้ว่า โปรแกรมจะให้ค่าของการแบ่งภาระของการทำความเย็นของทั้งระบบเปลี่ยนแปลงไป โดยโปรแกรมจะทำการแบ่งภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพดีกว่าสูงขึ้น และลดการรับภาระการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพด้อยกว่าลง ซึ่งจากการเดินเครื่องดังกล่าว จะส่งผลให้การใช้พลังงานของทั้งระบบลดลงได้

ดร.ชลธิศ เขี่ยมวรวุฒิมกุล (2006) ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่อง Chiller ในระบบปรับอากาศสำหรับอาคารธุรกิจทั่วไปได้ถูกประเมินเปรียบเทียบบนพื้นฐานของปริมาณพลังงานเฉลี่ยรวมของระบบในรอบ 1 ปี ในลักษณะ integrated part load valve (IPLV) ซึ่งอัตราการใช้พลังงาน kW/ton ของเครื่องทำความเย็นแบบ ระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าแปรผันตาม ภาระความร้อนของอาคาร (Building load) และโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (Entering cooling water temperature หรือ ECWT) ซึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงเวลาการทำงานของระบบอัน

เนื่องจาก สภาพอากาศท้องถิ่น ณ เวลาที่ต่างกัน จุดประสงค์ของงานวิจัยเพื่อเสนอเป็นข้อมูล แก่ผู้ออกแบบระบบปรับอากาศ สำหรับประกอบการพิจารณาเลือกใช้เครื่อง chiller ให้มีความเหมาะสมในแง่ของการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการประเมิน ปริมาณการใช้พลังงานรวมหรือ IPLV ของระบบจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดค่าจำกัดของอุณหภูมิ น้ำ คอนเดนเซอร์ของเครื่อง Chiller ซึ่งการพิจารณาในส่วนนี้มีความจำเป็นในการช่วยทำความเข้าใจ ถึงพฤติกรรมการทำงานของระบบและลดความคลาดเคลื่อนในการประเมินปริมาณการใช้พลังงาน ของเครื่อง Chiller ได้ดียิ่งขึ้น

วัชร มังวิฑิตกุล (2549) ได้ทำการวิเคราะห์การเพิ่มอัตราการใช้ของน้ำเย็นและลด อุณหภูมิแตกต่างน้ำเย็นหรือลดอัตราการใช้และเพิ่มอุณหภูมิแตกต่างแทน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ ผลการใช้พลังงานจากพื้นฐานดังกล่าว 4 กรณีดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

แสดงผลการวิเคราะห์การใช้พลังงาน

Water Flow Rate Scenarios	2.4/3.0	2.0/3.0	1.3/3.0	1.3/2.0
Chilled water flow rate (gpm/ton)	2.4	2.0	1.3	1.3
Evaporator temperature difference (F)	10	12	18	18
Entering chilled water temperature (F)	54	54	60	60
Leaving chilled water temperature (F)	44	42	42	42
Cooling water flow rate (gpm/ton)	3.0	3.0	3.0	2.0
Condenser temperature difference (F)	10	10	10	15
Entering cooling water temperature (F)	85	85	85	85
Leaving cooling water temperature (F)	95	95	95	100
Annual Energy Consumption (kWh)				
Compressor	477,231	494,871	492,466	516,377
Cooling tower	147,963	148,756	148,648	114,928
Chilled water pump	218,894	126,731	37,727	37,725
Cooling water pump	329,508	329,508	329,508	97,537
System Total	1,173,596	1,099,866	1,008,347	766,564
Percent of baseline energy (%)	100%	94%	86%	65%

ซึ่งจากการศึกษาพบว่า หากลดอัตราการไหลของน้ำและเพิ่มอุณหภูมิแตกต่างของน้ำจะใช้พลังงานรวมต่ำสุด กล่าวคือ การใช้ระบบที่อัตราการไหลต่ำและอุณหภูมิน้ำแตกต่างมากจะทำให้การใช้พลังงานรวมของระบบต่ำกว่าระบบที่ใช้อัตราการไหลสูงและอุณหภูมิน้ำแตกต่างน้อยด้วย อย่างไรก็ตามอัตราการไหลต่ำก็ไม่一定会ช่วยประหยัดพลังงานโดยรวมเสมอไป ต้องเลือกอัตราการไหลที่เหมาะสมโดยพิจารณาคุณสมบัติและต้นทุนของปั๊มและเครื่องทำน้ำเย็นควบคู่กัน กล่าวโดยสรุปคือ การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานโดยเน้นแต่ละอุปกรณ์อาจจะไม่ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ถ้าเครื่องทำน้ำเย็นสามารถทำงานที่ช่วงอุณหภูมิน้ำแตกต่างที่กว้าง การใช้อัตราการไหลของน้ำต่ำจะช่วยลดการใช้พลังงานรวมทั้งระบบและลดเงินลงทุนเริ่มต้นเนื่องจากใช้คูลิ่งทาวเวอร์ ปั๊ม ท่อเล็กลง และจะคุ้มมากถ้าเป็นโครงการปรับปรุงงานเก่าที่ต้องการการระทำความเย็นมากขึ้น

เทพฤทธิ์ ทองซูป (2547) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นในการคำนวณภาระการทำความเย็น งานวิจัยนี้จะนำเสนอรูปแบบใหม่ในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยการใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นเข้ามา เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจหาผลลัพธ์ของค่าภาระการทำความเย็นที่เหมาะสม โดยมีหลักการ คือ ค่าความน่าจะเป็นของภาระการทำความเย็นจะขึ้นอยู่กับความน่าจะเป็นของปัจจัยแปรผันต่าง ๆ ที่มีผลต่อการคำนวณค่าภาระการทำความเย็น ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาอยู่ในรูปแบบต่อเนื่องของภาระการทำความเย็นทุกค่าที่เป็นไปได้ พร้อมกับค่าความน่าจะเป็นในภาวะเกิดของภาระการทำความเย็นแต่ละค่า ในแต่ละช่วงเวลา มิได้มีค่าตอบเดียวเหมือนการคำนวณในปัจจุบัน พร้อมกันนี้ได้แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าวเพื่อเป็นกรณีศึกษา โดยใช้อาคารสถาบันวิทยบริการของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อเราทราบข้อมูลความน่าจะเป็นของภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการเงื่อนไขที่กำหนดแล้ว จะช่วยให้การตัดสินใจเลือกใช้ค่าภาระการทำความเย็นที่เหมาะสม มีความเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น ผลที่ได้คือการจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงในการลงทุนในระบบปรับอากาศ

F.W. Yu, K.T. Chan (2005) ได้การศึกษาวิธีการใหม่เป็นกลยุทธ์ในการลด condensing temperature เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง Air cooled water chiller โดยระบบนี้จะใช้วาล์วลดความดันอัตโนมัติในการควบคุมการไหลของสารทำความเย็นที่จะถูกป้อนเข้าไปใน evaporator จากการศึกษาพบว่าเมื่ออุณหภูมิของ Condensing temp ลดลงมาประมาณที่ 20

องศาเซลเซียสนั้นจะทำให้การระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ทั้ง condensing temperature และการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง



ชำนาญกหอสมุด