

การศึกษาความเหมาะสมของการใช้ระบบปรับอากาศแบบดูดซึมในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี Feasibility Study of Using Absorption Air Conditioning System in Petrochemical Industry

ธนินทร์รัฐ วิทยาไกรสิน^{1*}, จิตติน แดงเที่ยง²

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนน พญาไท กรุงเทพฯ 10330

*ติดต่อ: โทรศัพท์: 089 770 5486, โทรสาร: 02 718 7387

E-mail: patchai_hotman@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้เสนอการศึกษาของความเหมาะสมและหาผลการประหยัดพลังงานในการปรับเปลี่ยนระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) มาเป็นระบบทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Chiller) โดยการทดลองตรวจวัดและเก็บข้อมูล จำนวนห้องที่ทำการตรวจวัดก่อนและหลังปรับปรุงระบบมี 3 ห้อง ระบบที่ทำการตรวจวัดก่อนปรับปรุงเป็นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยใช้เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit, AHU) ระบายความร้อนด้วยอากาศขนาดพิกัดทำความเย็นรวม 199.8 ตันทำความเย็น ส่วนระบบหลังปรับปรุงคือระบบทำความเย็นแบบดูดซึมขนาดพิกัดทำความเย็น 270 ตันทำความเย็น 1 ชุด ที่ใช้น้ำเกลือทิ้งและเครื่องส่งลมเย็นห้องละ 1 เครื่อง โดยที่การทดลองจะทำการตั้งอุณหภูมิห้องปรับอากาศก่อนและหลังปรับปรุงเท่ากัน ผลจากการศึกษาพบว่าภาระทำความเย็นจริงของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมมีค่าเท่ากับ 120 ตันทำความเย็น สัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพสมรรถนะของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมมีค่าต่ำกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน เมื่อวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าเมื่อทำการปรับเปลี่ยนระบบมาเป็นระบบเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมสามารถประหยัดพลังงานทางไฟฟ้าได้ประมาณครึ่งหนึ่งต่อปีทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน และยังทำให้มีการใช้พลังงานที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำหลัก: การอนุรักษ์พลังงาน, ระบบปรับอากาศแบบดูดซึม, ประสิทธิภาพ

Abstract

This paper presents the feasibility and energy saving from the field measurement obtained by replacing the conventional split-type system with the absorption refrigeration one. The study is performed in three testing rooms. Before implementation the split-type system consists of the air handling unit and the air-cooled condenser with the total cooling capacity of 199.8 tons. After implementation, an absorption chiller driven by the waste steam is utilized with the total capacity of 270 tons. The setting temperatures of each testing room are equal and served as a control parameter. The results indicate that the actual cooling capacity of the absorption chiller is 120 tons. The coefficient of performance of the absorption chiller is lower than that of the split-type system. The economic analysis shows that this implementation can reduce the electric consumption by 50 percent per year leading to cost saving and energy efficiency.

Keywords: Energy conservation , Absorption chiller system , efficiency

1. บทนำ

เนื่องจากในอดีตที่ผ่านมาการใช้ทรัพยากรทางด้านพลังงานมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆจึงทำให้ปริมาณของทรัพยากรทางด้านพลังงานมีปริมาณลดลง ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมัน เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องตระหนักถึงการใช้พลังงานให้คุ้มค่ามีประสิทธิภาพมากที่สุดหรือโดยการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนเพื่อให้ใช้พลังงานมีประสิทธิภาพ ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตมักจะมีพลังงานความร้อนเหลือทิ้ง ซึ่งพลังงานความร้อนนี้จะถูกระบายสู่บรรยากาศโดยที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อนนี้เลยทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและทำให้ต้นทุนการผลิตมีค่าสูงเนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานความร้อนที่เกินความจำเป็นในกระบวนการผลิตด้วยเหตุนี้ทางโรงงานอุตสาหกรรมจึงต้องมีการคำนึงถึงการนำพลังงานทางความร้อนที่เหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนทางด้านพลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีระบบปรับอากาศอยู่ชนิดหนึ่งที่ใช้พลังงานความร้อนเป็นหลักนั่นก็คือระบบปรับอากาศแบบดูดซึม เนื่องจากแหล่งพลังงานที่ใช้ในการทำงานของระบบคือพลังงานความร้อนซึ่งมีราคาถูกหรือได้จากความร้อนที่เหลือทิ้งทำให้เกิดความคุ้มค่าในการประหยัดค่าใช้จ่ายทางพลังงาน ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจในการลงทุนติดตั้งระบบปรับอากาศแบบดูดซึมเพื่อใช้เป็นระบบปรับอากาศในอุตสาหกรรมที่มีความร้อนเหลือทิ้ง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะการศึกษาความเหมาะสมของการใช้ระบบปรับอากาศแบบดูดซึมในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีที่มีความร้อนเหลือทิ้งเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาความเหมาะสมในการเลือกติดตั้งระบบต่อไป โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระบบปรับอากาศในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแห่งหนึ่งซึ่งทางโรงงานได้ทำการเปลี่ยนระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมาใช้เป็นระบบปรับอากาศแบบดูดซึมโดยเข้าไปทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูล หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ทางด้านประสิทธิภาพ

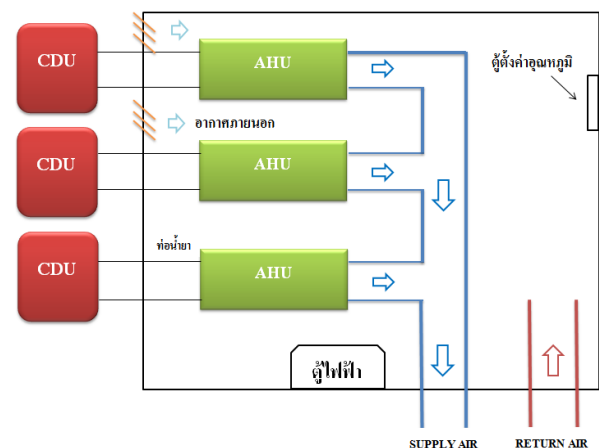
Tomasz M. Mrocz [9] งานวิจัยนี้ต้องทราบถึงอิทธิพลของ actual load ที่มีผลต่อ COP โดยทำการตรวจวัดระบบจริงแล้วนำผลมาวิเคราะห์จะพบว่าค่าเฉลี่ยของ COP ที่วิเคราะห์จากการตรวจวัดจริงมีค่าเท่ากับค่าของข้อมูลจากแคตตาล็อกซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.69 และยังพบว่าภาวะที่ให้ผลกำไรในการใช้ระบบ absorption

สามารถใช้เมื่อ heat unit price 0.005 \$/kWh และต่ำกว่า

M.Shekarchian , M.Moghavvemi , F.Motasemi และ T.M.I.Mahlia [4] พบว่า ความต้องการทางพลังในการทำความเย็นต่อหน่วยพื้นที่ของระบบ absorption chillers มีค่ามากกว่าของระบบ compression chillers ในทุกสภาพภูมิอากาศ แต่จะพบว่าผลรวมค่าใช้จ่ายทางพลังงานของระบบ compression chillers มีค่ามากกว่า absorption chillers

2. ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ระบบที่ทำการตรวจวัดเป็นระบบที่ใช้เครื่องส่งลมเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศขนาดพิกัดการทำความเย็น 400,000 BTU/h ยี่ห้อ Carrier จำนวนห้องที่ทำการตรวจวัดมี 3 ห้อง โดยแต่ละห้องได้แก่ ห้อง Control room (เครื่อง AC-CB-01 , AC-CB-02 , AC-CB-03) , ห้อง Lab (เครื่อง AC-CB-04 , AC-CB-05 , AC-CB-06) , ห้อง ISDL (เครื่อง AC-SW-01 , AC-SW-02 , AC-SW-03) จะมีเครื่องส่งลมเย็นแบ่งเป็นห้องละ 3 เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 1 การทำงานของระบบจะทำงานแบบการใช้งานสลับกันโดยทำงาน 2 เครื่อง สำรองอีก 1 เครื่อง

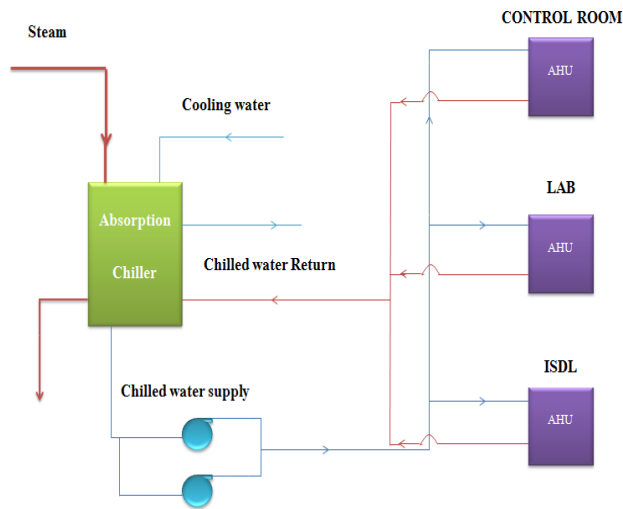


รูปที่ 1 ตำแหน่งติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

3. ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม

ระบบที่ทำการตรวจวัดในงานวิจัยนี้คือระบบทำความเย็นแบบดูดซึมขนาด 270 ตันความเย็น จำนวน 1 ชุด โดยใช้ไอน้ำร้อนให้ความร้อนแก่ระบบ ระบบส่งน้ำเย็น 2 ตัว ใช้งาน 1 ตัว สำรอง 1 ตัว และ AHU 3 ชุด ที่ใช้

ในแต่ละห้องที่ใช้แทนระบบ ปรับอากาศแบบแยกส่วน ได้แก่ห้อง ISBL , Control room และ Laboratory ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ระบบปรับอากาศแบบดูดซึม

4. การตรวจวัดและการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 1 การเก็บข้อมูลก่อนปรับปรุง(วัดเกี่ยวกับลม)

ตัวแปร/ค่าที่ตรวจวัด	การเก็บข้อมูล	ระยะเวลาการบันทึกข้อมูล
กำลังไฟฟ้าของ AHU	เครื่องบันทึกกำลังไฟฟ้า	บันทึกข้อมูล 3 ชม.ทุก 1 น.
กำลังไฟฟ้าของ CDU	เครื่องบันทึกกำลังไฟฟ้า	บันทึกข้อมูล 3 ชม.ทุก 1 น.
ปริมาณลมด้านจ่ายอากาศเย็น	เครื่องมือวัดความเร็วลม Anemometer	จดบันทึกข้อมูล 1 ชม.ทุกๆ 15 น.
อุณหภูมิอากาศเย็นที่ด้านจ่าย	เครื่องมือวัดอุณหภูมิของอากาศด้านจ่าย	จดบันทึกข้อมูล 1 ชม.ทุกๆ 15 น.

ความชื้นอากาศเย็นที่ด้านจ่าย	เครื่องมือวัดความชื้นของอากาศด้านจ่าย	จดบันทึกข้อมูล 1 ชม.ทุกๆ 15 น.
อุณหภูมิอากาศเย็นที่ด้านกลับ	เครื่องมือวัดอุณหภูมิของอากาศด้านกลับ	จดบันทึกข้อมูล 1 ชม.ทุกๆ 15 น.
ความชื้นอากาศเย็นที่ด้านกลับ	เครื่องมือวัดความชื้นของอากาศด้านกลับ	จดบันทึกข้อมูล 1 ชม.ทุกๆ 15 น.
อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมขณะตรวจวัด	เครื่องมือวัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม	จดบันทึกข้อมูล 1 ชม.ทุกๆ 15 น.

ตารางที่ 2 เก็บข้อมูลหลังปรับปรุง

รายละเอียด	เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด	การเก็บข้อมูล
ตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของ AHU (ตัวใหม่)ที่จะติดตั้งแทน AHU ตัวเดิม	เครื่องมือบันทึกค่ากำลังไฟฟ้า	ระยะเวลาบันทึกค่า 4 วันทุกๆ 15 นาที
ตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของ ปั๊มน้ำเย็นและ Adsorption Chiller	เครื่องมือบันทึกค่ากำลังไฟฟ้า	ระยะเวลาบันทึกค่า 4 วันทุกๆ 15 นาที
อัตราการการไหลของน้ำเย็น	เครื่องมือบันทึกค่าอัตราการไหล	ระยะเวลาบันทึกค่า 4 วันทุกๆ 15 นาที
อุณหภูมิน้ำเย็นด้านจ่ายและ อุณหภูมิน้ำเย็นด้านกลับ	เครื่องมือบันทึกค่าอุณหภูมิ	ระยะเวลาบันทึกค่า 4 วันทุกๆ 15 นาที
อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม	เครื่องมือบันทึกค่าอุณหภูมิ	ระยะเวลาบันทึกค่า 4 วันทุกๆ 15 นาที
อัตราการการไหลของน้ำระบายความร้อน	เครื่องมือบันทึกค่าอัตราการไหล	ระยะเวลาบันทึกค่า 4 วันทุกๆ 15 นาที
อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนด้าน Supply และ ด้านReturn	ทางโรงงานวัดให้	ระยะเวลาบันทึกค่า 4 วันทุกๆ 3 ชม.
อัตราการการไหลของ Steam	ทางโรงงานวัดให้	ระยะเวลาบันทึกค่า 4 วันทุกๆ 3 ชม.
ความดันของ Steam	ทางโรงงานวัดให้	ระยะเวลาบันทึกค่า 4 วันทุกๆ 3 ชม.
วัดเกี่ยวกับลมเหมือนก่อนปรับปรุง	เหมือนก่อนปรับปรุง	เหมือนก่อนปรับปรุง

ในการตรวจวัดและเก็บข้อมูลก่อนและหลังปรับปรุงระบบ จะต้องตั้งค่าอุณหภูมิห้องปรับอากาศให้มีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส

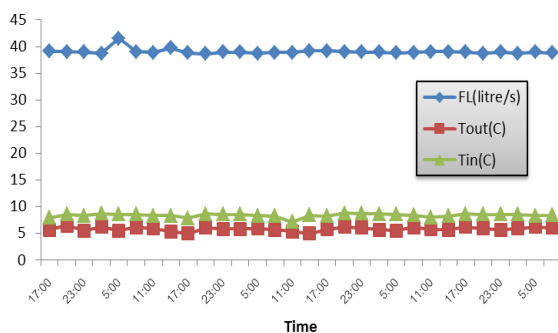
5.การวิเคราะห์ทางพลังงาน

ผลที่ได้จากการตรวจวัดและเก็บข้อมูลจะนำมาทำการวิเคราะห์ทางด้านพลังงานเพื่อนำมาเปรียบเทียบค่าสมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบดูดซึมตามช่วงเปอร์เซ็นต์การทำงานของระบบ โดยสมการสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่

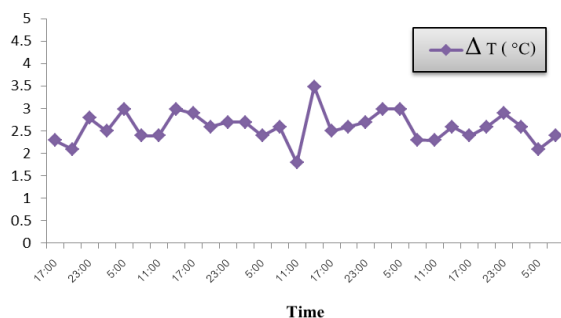
5.1 อัตราทำความเย็นพิจารณาจากอุณหภูมิของน้ำเย็น คือ

$$CL = FL_{CHW} \times (T_{CHR} - T_{CHS}) \times C_p \quad (1)$$

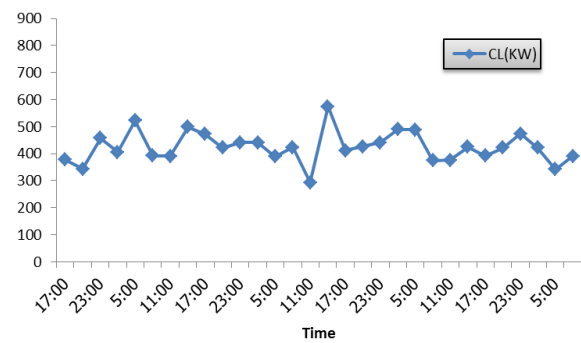
โดยที่ FL_{CHW} อัตราไหลเชิงมวลของน้ำเย็น T_{CHR} , T_{CHS} คือ อุณหภูมิของน้ำเย็นขาเข้าและขาออกตามลำดับ C_p ความร้อนจำเพาะของน้ำ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดและเก็บข้อมูลของน้ำเย็นแสดงดังรูปที่ 3 และนำข้อมูลมาวิเคราะห์อัตราการทำความเย็นได้ผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 5 จะเห็นว่ากราฟอัตราการทำความเย็นจะไม่นิ่งเนื่องจากผลต่างของอุณหภูมิน้ำมีค่าที่แตกต่างกันดังรูปที่ 4 ซึ่งจะพบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการทำความเย็นจริงมีค่าเท่ากับ 424.036 kW หรือ 120 TonR



รูปที่ 3 ข้อมูลน้ำเย็น



รูปที่ 4 ข้อมูลผลต่างอุณหภูมิของน้ำเย็น

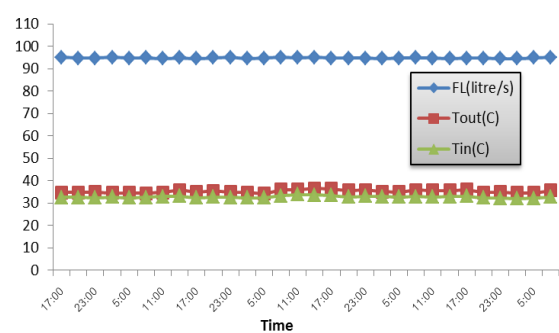


รูปที่ 5 อัตราการทำความเย็น

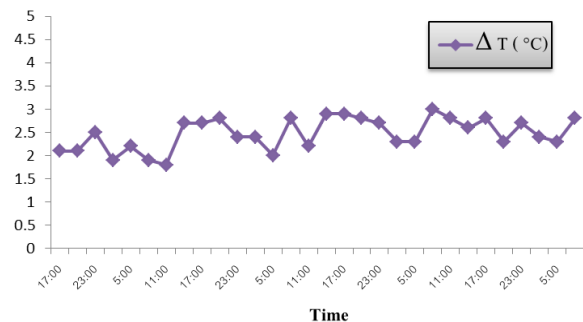
5.2 ปริมาณความร้อนที่ถูกระบายออกจากระบบคือ

$$kW_{CLW} = FL_{CLW} \times (T_{CWR} - T_{CWS}) \times C_p \quad (2)$$

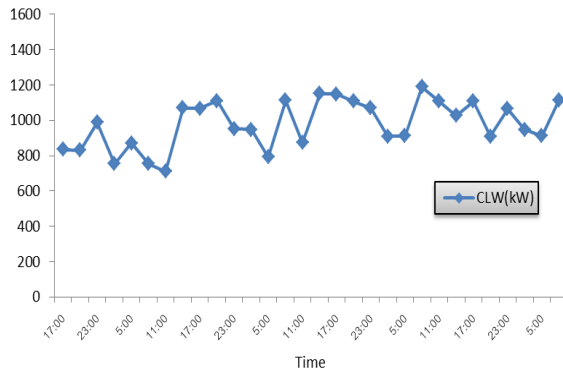
โดยที่ kW_{CLW} อัตราไหลเชิงมวลของน้ำหล่อเย็น T_{CWR} , T_{CWS} คืออุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนขาเข้าและขาออกตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดและเก็บข้อมูลของน้ำระบายความร้อนแสดงดังรูปที่ 6 และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่ถูกระบายออกจากระบบได้ผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 8 จะเห็นว่ากราฟปริมาณความร้อนที่ถูกระบายออกจากระบบจะไม่นิ่งเนื่องจากผลต่างของอุณหภูมิน้ำมีค่าที่แตกต่างกันดังรูปที่ 7 จะพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณความร้อนที่ถูกระบายออกจากระบบจริงมีค่าเท่ากับ 978.03 kW



รูปที่ 6 ข้อมูลน้ำระบายความร้อน



รูปที่ 7 ข้อมูลผลต่างอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อน

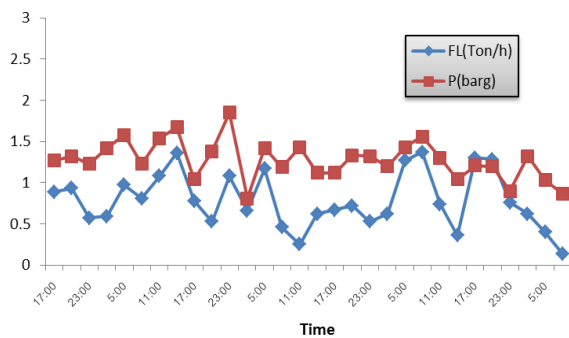


รูปที่ 8 ความร้อนที่ถูกระบายออก

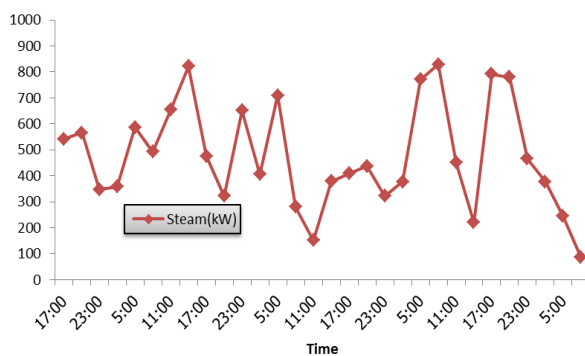
5.3 ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำงานของระบบคือ

$$kW_{st} = FL_{st} \times h_{fg,st} / 3.6 \quad (3)$$

โดยที่ FL_{st} อัตราไหลเชิงมวลของไอน้ำร้อน $h_{fg,st}$ ค่าเอนทัลปีของไอน้ำร้อน ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดและเก็บข้อมูลของไอน้ำร้อนแสดงดังรูปที่ 9 และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำงานของระบบ ได้ผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 10 ซึ่งจะพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณความร้อนที่ใช้ในระบบมีค่าเท่ากับ 469.26 kW



รูปที่ 9 ข้อมูลไอน้ำร้อน

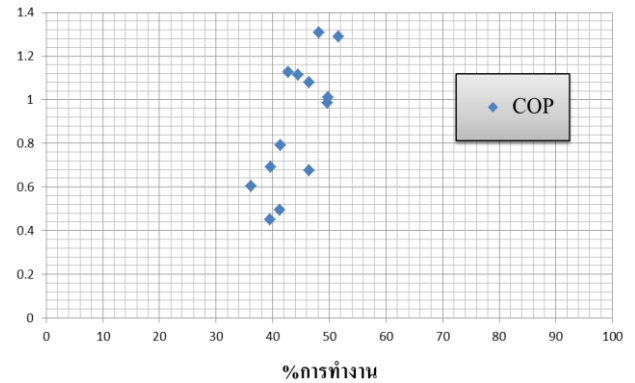


รูปที่ 10 ความร้อนที่ใช้ในระบบ

5.4 สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น

$$COP = CL / (P_{abs} + kW_{st}) \quad (4)$$

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของช่วงเปอร์เซ็นต์การทำความเย็นต่างๆของระบบทำความเย็นแบบดูดซึ่มกับค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบทำความเย็นแบบดูดซึ่มดังรูปที่ 11

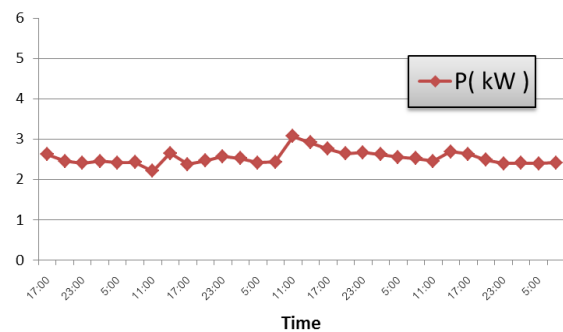


รูปที่ 11 COP ที่ % การทำงานต่างๆ

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เงื่อนไขในการคัดกรองข้อมูล เนื่องจากข้อมูลของไอน้ำร้อนที่ได้จากการเก็บข้อมูลจะเห็นว่าข้อมูลที่ได้จะมีค่าแกว่งไปมาไม่สม่ำเสมอมากซึ่งส่งผลให้ระบบบางช่วงเวลาปรับสมดุลพลังงานที่ใช้ในระบบไม่ทันกันจึงทำให้เกิดมีค่าความคลาดเคลื่อนทางสมดุลพลังงานในระบบ โดยพิจารณาจากค่าส่วนเหลือของสมดุลพลังงานของระบบปรับอากาศแบบดูดซึ่มคือ สมการ

$$R = CL + P_{abs} + kW_{st} - kW_{CLW} \quad (5)$$

โดยที่ P_{abs} คือค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบดูดซึ่ม ซึ่งข้อมูลของกำลังไฟฟ้าที่ทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลแสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ข้อมูลกำลังไฟฟ้า

โดยทำการพิจารณาเงื่อนไขของการคัดกรองข้อมูลเป็นเปอร์เซ็นต์ $R = \pm 20\%$ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ R จะคิดเทียบกับค่าปริมาณความร้อนที่ถูกระบายออกจากระบบเพราะเป็นค่าพลังงานค่ามากที่สุดในสมดุลพลังงานภายในระบบซึ่งจะพบว่าค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมมีค่าเท่ากับ 0.894 และจากการศึกษาจะพบว่าเมื่อระบบทำความเย็นแบบดูดซึมที่เปอร์เซ็นต์การทำงานที่ 47.103 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบจะมีค่าเท่ากับ 1.307 ซึ่งเป็นค่าสูงมากที่สุด และที่เปอร์เซ็นต์การทำงานที่ 39.517 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบจะมีค่าเท่ากับ 0.451 ซึ่งเป็นค่าต่ำที่สุด จากรูปที่ 11 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเปอร์เซ็นต์การทำงานลดลงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบก็จะลดลง

6. ข้อสรุปของงานศึกษาวิจัย

งานวิจัยได้ทำการศึกษาความเหมาะสมของการใช้ระบบปรับอากาศแบบดูดซึมในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีโดยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ทางพลังงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนก่อนปรับปรุงและระบบปรับอากาศแบบดูดซึม โดยทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแห่งหนึ่ง จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบทั้งก่อนและหลังปรับปรุงจะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนจะมีค่ามากกว่าระบบปรับอากาศแบบดูดซึมก็จริงแต่จะพบว่าเมื่อใช้ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมสามารถลดค่าพลังงานทางไฟฟ้าได้ประมาณครึ่งหนึ่งของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนต่อปี ซึ่งจะทำให้ทางโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีสามารถค่าใช้จ่ายทางพลังงานทางไฟฟ้าไปได้มากเนื่องจากพลังงานที่ใช้ในการทำงานของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมคือพลังงานความร้อนที่ได้จากไอน้ำร้อนเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตของทางโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ซึ่งยังสามารถช่วยรักษาสีสิ่งแวดล้อมเนื่องจากจะทำให้มีการปล่อยความร้อนทิ้งสู่บรรยากาศน้อยลง และพบว่าค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมมีค่าเท่ากับ 0.894 โดยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของระบบทำความเย็นแบบดูดซึมมีค่ามากที่สุดที่เปอร์เซ็นต์การทำงานที่ 47.103 มีค่าเท่ากับ 1.307 และน้อยที่สุดที่เปอร์เซ็นต์การทำงานที่ 39.517 มีค่าเท่ากับ 0.451 จากผลงานวิจัยนี้สามารถนำไปเป็น

แนวทางในการวิเคราะห์เลือกใช้ระบบปรับอากาศแบบดูดซึมหรือเพื่อการศึกษาาระบบปรับอากาศแบบดูดซึมต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กระทรวงพลังงานและบริษัทอินโดรามาปิโตรเคมี จำกัด ที่ให้สนับสนุนและให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการทำงานวิจัย และบุคลากรที่ให้ความช่วยเหลือในความสะดวกและให้คำปรึกษางานวิจัยนี้จนทำให้งานวิจัยสำเร็จจุลวง

8. อ้างอิง

- [1] สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและบริษัท อินโดรามา ปิโตรเคมี จำกัด(2555).รายงานวิเคราะห์ผลการประหยัดพลังงาน,โครงการส่งเสริมการจัดการด้านการใช้พลังงานโดยวิธีประกวดราคา รอบที่ 8 ,เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน.
- [2] สุพัฒน์ อรุณวรดิolk. ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม Absorption Chiller. Keep cool July 2006 : 12-15.
- [3] สุพัฒน์ อรุณวรดิolk. ระบบทำความเย็นแบบดูดซึม Absorption Chiller. Keep cool November 2006 : 13-16
- [4] M.Shekarchian, M.Moghavvemi, F.Motasemi, T.M. I.Mahlia. Energy savings and cost-benefit analysis of using compression and absorption chillers for air conditioners in Iran. Department of Mechanical Engineering, University of Malaya, 2011
- [5] F. Asdrubali, S. Grignaffini. Experimental evaluation of the performances of a H₂O-LiBr absorption refrigerator under different service conditions. International Journal of Refrigeration 28 (2005), Italy, 18 January 2005
- [5] จุลละพงษ์ จุลละโพธิ. การใช้ Absorption Chiller ในโรงงานอุตสาหกรรม. การสัมมนา NRG-Con'97 & The Road to ISO 14,000 ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, 20-22 สิงหาคม 2540
- [6] ศุภโชค เอกอิทธิพัทธ์. การศึกษาเปรียบเทียบการนำพลังงานจากก๊าซชีวภาพมาใช้กับระบบทำความเย็นแบบดูดซึมและระบบทำความเย็นแบบอัดไอ. วิศวกรรมศาสตร์

มหบัณฑิต วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยพระจอม
เกล้าพระนครเหนือ,2546

[7] Luca Cecchinato. Part load efficiency of packaged air-cooled water chillers with inverter driven scroll compressors, Energy Conversion and Management, Italy, 2010

[8]สมมาส แก้วล้วน. ศักยภาพการนำระบบ Cogeneration และ Absorption Chiller มาใช้ในธุรกิจบางประเภท. วิศวกรรมศาสตร์มหบัณฑิต คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี,2544

[9] Tomasz M. Mro'z. Thermodynamic and economic performance of the LiBr-H₂O single stage absorption water chiller. Institute of Environmental Engineering Poznan University of Technology, Poland, 2006