วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบถังสะสมพลังงานในรูปน้ำแข็งชนิดน้ำแข็งเกาะบนท่อแบบละลายภายนอก ซึ่งประกอบไปด้วยแบบจำลองย่อยของแต่ละอุปกรณ์ในระบบ ได้แก่ แบบจำลองของถังสะสมพลังงาน แบบจำลองของเครื่องอัดไอ และแบบจำลองของเครื่องควบแน่น โดยประยุกต์ใช้ สมการสมดุลพลังงาน สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการทำความเย็นกับตำแหน่งผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับน้ำแข็ง และข้อมูลสมรรถนะของบริษัทผู้ผลิตของเครื่องอัดไอและเครื่องควบแน่น ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินสมรรถนะในการทำความเย็น ทำการประมวลผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยโปรแกรม Engineering Equation Solve (EES) โดยอาศัยข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์ ข้อมูลสภาวะอากาศรายชั่วโมง และข้อมูลภาระการทำความเย็นรายชั่วโมง ได้ทำการเลือกโรงงานนมองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น เป็นกรณีศึกษา ซึ่งมีการใช้งานระบบสะสมพลังงานในรูปน้ำแข็งชนิดน้ำแข็งเกาะบนท่อแบบละลายภายนอกในการจ่ายน้ำเย็นสู่กระบวนการผลิตนม จากการศึกษาสมรรถนะในระหว่างกระบวนการสร้างน้ำแข็งของโรงงานนมกรณีศึกษา พบว่า ค่าความจุสะสมของน้ำแข็งในระหว่างกระบวนการสร้างน้ำแข็งจะเพิ่มขึ้นโดยเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นกับเวลา อัตราการทำความเย็นในระหว่างกระบวนการสร้างน้ำแข็งจะมีค่าลดลงเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของค่าความจุสะสมของน้ำแข็ง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องอัดไอจะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของ ค่าความจุสะสมของน้ำแข็ง และ อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ จากการจำลองการทำงานด้วยแบบแผนการทำงานที่แตกต่างกันของโรงงานนมกรณีศึกษา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการออกแบบแบบแผนการทำงาน ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินระบบ โดยค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยที่สูงกว่าจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการเดินระบบน้อยกว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบที่อัตราการทำความเย็นรวมต่อวันที่ทำได้เท่าๆกัน ส่วนการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ (ค่าไฟฟ้า) พบว่า การปรับเปลี่ยนแบบแผนการทำงาน (จากเดิมคือแบบแผนควบคุมเปอร์เซ็นต์น้ำแข็งต่ำสุดสูงสุด 20% และ 80%) ในขณะที่ยังใช้อัตราค่าไฟฟ้าอัตราปกติจะไม่ส่งผลในการประหยัดค่าไฟฟ้ามากนัก แต่เมื่อพิจารณาการคิดค่าไฟฟ้าอัตรา TOU จะพบว่าแบบแผนการทำงานเริ่มเวลา 22.00 น. ต่อเนื่องจนกระทั่งได้ปริมาณความเย็นสะสมอย่างเพียงพอต่อกำลังการผลิตใน 1 วัน มีความเหมาะสมในการใช้เป็นแบบแผนการทำงานของโรงงานนมกรณีศึกษา เนื่องมาจากมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในการเดินระบบต่ำที่สุดในทุกๆขนาดกำลังการผลิตนม ได้แก่ 30 ตัน/วัน 40 ตัน/วัน 50 ตัน/วัน 60 ตัน/วัน 70 ตัน/วัน 80 ตัน/วัน และ 90 ตัน/วัน โดยผลการประหยัดจะมีค่าสูงเมื่อแบบแผนการทำความเย็นเริ่มเวลา 22.00น. เป็นแบบแผนสะสมเต็มความจุ และสิ้นสุดกระบวนการทำความเย็นก่อนเวลา 9.00น.

238555

Thesis presents the mathematical model of an external-melt ice-on-coil thermal storage system. The proposed model consists of three sub-models which are ice bank model, compressor model, and condenser model. The energy balance equation, the relationship equation between cooling rate and ice-water interface position, and the manufacturer data for the performance of compressor and condenser were adopted to build the mathematical model for evaluating the performance of the system. Engineering Equation Solve (EES) program was built to simulate the mathematical model by using input data such as hourly cooling load per day, the technical data of the system and average wet bulb temperature. Using Dairy Farming Promotion Organization of Thailand (DPO) Khon Kaen North-East milk factory with external-melt ice-on-coil thermal storage system as a case study. The model was applied to study the charging performance for the case study, it is found that the ice percentage linearly increased with charging time, the cooling rate reduced with charging time due to the increasing of ice capacity in the storage. The compressor COP depended on the effect of ice capacity in the storage and wet bulb temperature. The difference operation strategies for the case study was simulated, the results shown that the average compressor COP are difference due to the design of operation strategies. The average compressor COP was related to the total electrical energy used, the higher average compressor COP the lower total electrical energy used by compare with the same amount of total cooling capacity per day. For economical analysis (electrical operation cost), it showed that changing operation strategies (from the ice percentage control 20% and 80% strategy) with flat tariff rate do not reduce the electrical operation cost. When using TOU tariff rate, it showed that the continuous operation, started from 10 p.m. strategy and stopped when the cooling capacity enough for overall cooling load per day, was optimum to apply as operation strategy for the case study due to the lowest electrical operation cost compared with another operation for all milk production scale (30 Tons/day, 40 Tons/day, 50 Tons/day, 60 Tons/day, 70 Tons/day, 80 Tons/day, and 90 Tons/day). The results showed that the saving of electrical operation cost was higher as the operation from 10 p.m. strategy is full storage and ended before 9 a.m.