กมลวิสิทธิ์ พันวอ : การศึกษาแบบจำลองทางอุณหพลศาสตร์ในกระบวนการทำความเย็นสำหรับกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด (A STUDY THERMODYNAMIC MODEL IN FREEZING PROCESS OF TUBE ICE PRODUCTION)
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.ธีระชาติ พรพิบูลย์, 204 หน้า.

คำสำคัญ: แบบจำลองทางอุณหพลศาสตร์/กระบวนการทำความเย็น/การผลิตน้ำแข็งหลอด

การศึกษาวิจัยนี้ทำการสร้างแบบจำลองทางอุณหพลศาสตร์จากการสมดุลมวลและสมดุลพลังงานของกระบวนการทำความเย็นในกระบวนการผลิตน้ำแข็งหลอด เพื่อใช้วิเคราะห์ภาระการทำความเย็นภายใตระยะเวลากระบวนการทำความเย็น เนื่องจากปัจจุบันไม่มีการศึกษาวิจัยภาระการทำความเย็นดังกล่าวอย่างจริงจังและขาดการพิจารณาการเบี่ยงเบนของอุณหภูมิน้ำป้อนที่ส่งผลต่อกระบวนการทำความเย็น จึงทำการจำลองระบบด้วยวิธีการแทนค่าอย่างต่อเนื่อง โดยการจำลองแบ่งเป็น 2 ช่วงตามลักษณะการถ่ายโอนความร้อนคือ ช่วงการลดอุณหภูมิน้ำและช่วงการก่อตัวของน้ำแข็งหลอด ผลลัพธ์การศึกษาวิจัยนี้ทำให้ทราบระยะเวลาของกระบวนการทำความเย็นภายใต้ความหนาน้ำแข็งหลอดที่ต้องการผลิตและภาระการทำความเย็นตลอดกระบวนการ ทำให้ทราบถึงอัตราการระเหยสารทำความเย็นซึ่งเปนปัจจัยสำคัญในการกำหนดอัตราการดูดของเครื่องอัดไอที่เหมาะสม ยิ่งไปกว่านั้นการทำนายระยะเวลาการทำความเย็นภายใต้ความหนาน้ำแข็งหลอดที่ต้องการผลิตทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาการทำความเย็นที่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานได้

ผลลัพธ์ความหนาน้ำแข็งหลอดจากการจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลการตรวจวัดในอดีตภายใต้เงื่อนไขการทำความเย็นเดียวกันพบว่า มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันอย่างน่าพึงพอใจ บ่งชี้ว่าการจำลองนี้ทำนายระยะเวลาการทำความเย็นได้ใกล้เคียงสภาวะจริง การจำลองในกรณีศึกษาพบว่าภาระการทำความเย็นเปลี่ยนแปลงตลอดกระบวนการและมีค่าสูงสุดในช่วงการลดอุณหภูมิน้ำเป็นผลจากอุณหภูมิน้ำป้อน ภาระการทำความเย็นนี้ทำให้ทราบอัตราการระเหยสารทำความเย็นซึ่งใช้จำลองหาสภาวะสารทำความเย็นในด้านดูดของเครื่องอัดไอพบว่า ทำนายพฤติกรรมความดันสารทำความเย็นด้านดูดได้แม่นยำสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดในกรณีศึกษา สะท้อนสู่ความเป็นไปได้ของแนวทางการกำหนดอัตราการดูดที่เหมาะสมกับอัตราการระเหยสารทำความเย็น และจากการจัดการระยะเวลาการทำความเย็นในกรณีศึกษา โดยให้รอบผลิตที่ 2 เป็นต้นไปผลิตน้ำแข็งหลอดหนาเท่ากับรอบผลิตที่ 1 ซึ่งมีความหนาน้อยที่สุดและคงลักษณะที่ต้องการพบว่า ระยะเวลาและค่าพลังงานไฟฟ้าลดลง 26.35% สรุปได้ว่า วิธีการที่นำเสนอในการศึกษาวิจัยนี้เป็นเครื่องมือที่สามารถกำหนดอัตราการดูดของเครื่องอัดไอและกำหนดระยะเวลาการทำความเย็นที่เหมาะสมต่อความหนาน้ำแข็งหลอดที่ต้องการภายใต้สภาวะการผลิตได้ ซึ่งทำให้การผลิตน้ำแข็งหลอดใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2566

ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

KAMONWISIT PHANWOR : A STUDY THERMODYNAMIC MODEL IN FREEZING PROCESS OF TUBE ICE PRODUCTION.
THESIS ADVISOR : TEERACHART PORNPIBUL, Ph.D., 204 PP.

Keyword: Thermodynamic model/Freezing process/Tube ice production

This research study creates a thermodynamic model based on the mass balance and energy balance of the freezing process in tube ice production. To analyze the cooling load under the freezing process time because present there is no serious study of such cooling loads and no consideration of deviations in feed water temperature that affect the freezing process. Therefore, applying the successive substituting method used for the system simulation which is divided into 2 periods according to the heat transfer characteristics: Water temperature decreasing and tube ice-making. The results of this research study reveal the freezing process time under the desired tube ice thickness to be produced and the cooling load throughout the freezing process. This gives an idea of the refrigerant evaporation rate, which is an important factor in determining the suitable suction volumetric rate of the compressor. Moreover, the prediction of the freezing time under the desired tube ice thickness to be produced makes it possible to determine the suitable freezing time to save energy.

The tube ice thickness results from the simulation were compared with historical measurement data under the same produced conditions satisfactorily trending in the same direction. It indicates that the simulation can predict the freezing time under the required tube ice thickness to be produced close to the actual condition. From the simulation in the case study, it was found that the cooling load changes throughout the process and is highest during water temperature decreases as a result of the feed water temperature. This cooling load allows the refrigerant evaporation rate to be known for use in simulating the condition of the refrigerant in the suction side of the vapor compressor. It was found that the refrigerant pressure behavior at the suction side can be accurately predicted compared to the measurement data of the case study, showing the feasibility of the method for determining the suitable volumetric suction rate with the refrigerant

evaporation rate. From the decreasing cooling time in the case study for production cycle 2 onwards under the same tube ice thickness as production cycle 1, which had the least thickness and the tube ice characteristics were still as desired, it was found that the freezing time and electrical energy costs were reduced by 26.35%. In conclusion, the method presented in this study can determine the suitable compressor volumetric suction rate and is a tool for determining the freezing time according to the thickness. required tube ice under production conditions this tube ice production is then energy efficient.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechanical Engineering
Academic year 2023

Student's Signature Kamonwisit Phanwor
Advisor's Signature Tawatchai Pornpibul