

กรณีศึกษาเครื่องแช่เบียร์วุ้นโดยใช้ระบบการสั่นสะเทือน

CASE STUDY OF A JELLY BEER MACHINE BY USING OSCILLATION SYSTEM

วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง

พีรสิทธิ์ ชฎาธร

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ

กรุงเทพฯ 10800

โทร 029132424 ต่อ 168,

0816296334

แฟกซ์ 025857014

E-mail:

wrote_me@hotmail.com,

peerasij_kub@hotmail.com

วินัย จันทร์เพ็ง

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก ต.คลองหก

อ. ธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12110

โทร 025493430, 0815565922

E-mail: winai_ja@hotmail.com

บทคัดย่อ

รายงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเครื่องแช่เบียร์วุ้นโดยใช้ระบบการสั่นสะเทือน เพื่อใช้ในการศึกษาความสามารถในการทำความเย็นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่เบียร์ ซึ่งระบบดังกล่าวเลือกใช้คอมเพรสเซอร์รุ่น เทคัมเซ่ ขนาด 1 แรงม้า ใช้สารทำความเย็นผสม R - 404 A สามารถทำความเย็นได้ 4,245 บีทียูต่อชั่วโมง ถึงทำความเย็นใช้สังกะสีมีขนาด 30,176 ลูกบาศก์เซนติเมตรและหุ้มด้วยฉนวนอลูโรเฟคหนา 2 นิ้ว โดยควบคุมให้อุณหภูมิภายในถังอยู่ระหว่างช่วง 0 ถึง - 15 องศาเซลเซียส ซึ่งในการทดลองมีการวัดค่าอุณหภูมิ 3 ตำแหน่ง คือ (1) คอยล์เย็นของเครื่องระเหย (2) ทางออกเครื่องระเหย (3) ความดันสูงและต่ำของสารทำความเย็นที่คอมเพรสเซอร์ในจังหวะดูดและอัด โดยค่าที่อ่านได้นำไปคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบ

จากผลการทดลองเครื่องแช่เบียร์วุ้นโดยใช้ระบบสั่นสะเทือน โดยใช้เวลา 60 นาที สามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุดที่ - 9.3 องศาเซลเซียส วัดความดันสูงและต่ำที่คอมเพรสเซอร์ได้ 210 และ 9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (ความดันเกจ) และที่สภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมก่อนการนำขวดเบียร์ไปแช่ คือ - 15 องศาเซลเซียส และหลังจากนั้นได้นำขวดเบียร์ลงไปแช่ในถัง ซึ่งเบียร์ในขวดใช้เวลาในการเป็นวุ้นประมาณ 12 นาที

Abstract

This research studies is a Jelly Beer Machine by using Oscillation System. The objective is to study the ability of cooling and time optimization of jelly beer. A one-horse-power compressor is used. In the compressor, R-404A refrigerant mixture can produce 4245 BTU/hr of cooling. The vessel make from zinc with dimension 30176 cc³ and 2 inches thickness of insulation. By controlling temperature inside the vessel is between 0 to 15 °C. The three points are set to measure: (1) inside evaporator (2) outside evaporator and (3) high and low pressure of refrigerant at the compressor during suction and discharge. The data will be calculated for efficiency of system.

The experiment show that the 60 mines of testing could produce the minimum temperature -9.3 °C. The high and low pressures are 210 and 9 psig, respectively. The optimized temperature before making jelly beer is - 15 °C and it take 12 mines to make jelly beer.

1. บทนำ

ในปัจจุบันระบบทำความเย็นได้มีการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ อย่างรวดเร็วตามเทคโนโลยี เช่น ระบบทำความเย็นในตู้แช่ ระบบทำความเย็นในอุตสาหกรรม ระบบทำความเย็นในกระบวนการผลิต และอื่นๆ ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการทำเครื่องแช่เบียร์วุ้น ซึ่งจากรูปแบบเดิมๆจะใช้น้ำเป็นสารตัวกลางในการทำความเย็น เช่น จากการศึกษาโครงการของวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก เครื่องแช่เบียร์

วุ้น 2003 ซึ่งจะใช้ชุดคอยล์เย็นแช่ลงไปใต้น้ำ โดยสามารถทำอุณหภูมิได้ต่ำสุด 0 องศาเซลเซียส แล้วจึงทำการหมุนขวดเบียร์ ซึ่งใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ เป็นตัวขับเคลื่อนที่จุ่มอยู่ในถังแช่เย็นทำให้ขวดเบียร์หมุนรอบตัวเองซึ่งหมุนได้ครั้งละ 10 ขวด และแช่สารรองได้อีก 10 ขวดใช้เวลาในการทำให้เบียร์เป็นวุ้นประมาณ 15 นาที สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยมีล้อเลื่อน

ซึ่งจากระบบดังกล่าวมีปัญหามากมายในการทำให้ขวดเบียร์นั้นเย็น ทางผู้จัดทำจึงมีแนวคิดว่าจะใช้เวลาในการทำให้เบียร์นั้นเย็นอย่างรวดเร็ว โดยทำให้ขวดเบียร์นั้นสั้นเป็นช่วงๆ เพื่อให้โมเลกุลของ **เอทานอล** เกิดการเคลื่อนที่ถ่ายเทความร้อนได้เร็วยิ่งขึ้น และใช้ท่อขดลงในถัง ซึ่งจากแนวคิดดังกล่าวจะทำให้ขบวนการผลิตเบียร์รุ่นใช้ระยะเวลาสั้นลงประมาณ 5 นาที และมีเทคโนโลยีใหม่เข้ามาช่วยในการทำงานของระบบดังกล่าว

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ในการทดสอบของเครื่องแช่เบียร์รุ่นที่ใช้ระบบการสั้นสะเทือน แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก คือ คอมเพรสเซอร์ เครื่องควบแน่น เทอร์โมสแตติกเอกซ์แพนชันวาล์ว เครื่องระเหย มอเตอร์ขับเคลื่อนเพลาลูกเบี้ยวและเพลาลูกเบี้ยว ซึ่งในระบบใช้สารทำความเย็นผสม R-404A โดยมีหลักการทำงาน คือ เริ่มต้นเดินเครื่องคอมเพรสเซอร์ สารทำความเย็น R-404A ที่มีสภาพเป็นไอ จะถูกดูดและอัดจากคอมเพรสเซอร์ เข้าไปควบแน่นเป็นของเหลวในเครื่องควบแน่น หลังจากนั้นจะไหลผ่านเอกซ์แพนชันวาล์ว (หรือวาล์วลดความดัน) และไประเหยตัวกลายเป็นไอที่เครื่องระเหยไหลเข้าคอมเพรสเซอร์ โดยมีวัฏจักรการทำงานเช่นนี้เรื่อยไป ในขณะที่เดียวกันมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำหน้าที่ขับเคลื่อนเพลาลูกเบี้ยวที่อยู่ด้านบนต่ออยู่กับแกนเพลลาของชั้นวางขวดเบียร์ (รูปที่ 2) มีผลทำให้ขวดเบียร์เกิดการสั้นสะเทือนเป็นช่วงๆ ทำให้โมเลกุลของเอทานอลและเบียร์ในขวดเกิดการเคลื่อนที่ถ่ายเทความร้อนออกจากขวดเบียร์ได้เร็วยิ่งขึ้น มีผลทำให้เบียร์ในขวดเป็นน้ำเร็วขึ้น



รูปที่ 1 เครื่องแช่เบียร์รุ่นที่ใช้ระบบการสั้นสะเทือน



รูปที่ 2 เพลาลูกเบี้ยวที่ใช้ตะแกนเพลลาของชั้นวางขวดเบียร์

ขั้นตอนการทดลอง มีดังนี้ (1) เดินเครื่องทำความเย็นประมาณ 60 - 90 นาที เพื่อให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ (2) นำเบียร์ลงไปแช่ในถัง (แช่ได้ครั้งละ 10 ขวด) และ (3) บันทึกค่าอุณหภูมิและความดันที่ตำแหน่ง หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ออกวิเคราะห์

3. การคำนวณหาค่าความร้อนที่ดึงออกจากเอทานอลและเบียร์ในขวด

อัตราการถ่ายเทความร้อนออก (Q) คำนวณได้จาก

$$Q = (m/t)C_p \Delta T$$

โดยที่ m คือ มวลของเอทานอลที่บรรจุอยู่ในถังแช่เบียร์ (kg) t คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่เบียร์ (sec) C_p คือ ความจุความร้อนจำเพาะของเอทานอล ($\text{kJ/kg}^\circ\text{K}$) และ ΔT คือ อุณหภูมิแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทำความเย็น ($^\circ\text{C}$)

นอกจากนี้ มวลของแอลกอฮอล์สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$m = \rho V$$

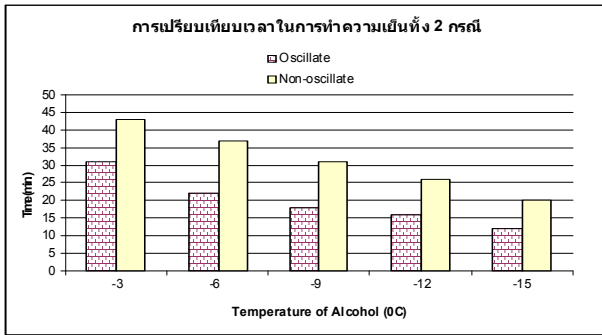
(2)

โดยที่ ρ และ V คือ ความหนาแน่นของเอทานอล (kg/m^3) และปริมาตรของเอทานอล (m^3) ตามลำดับ

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์

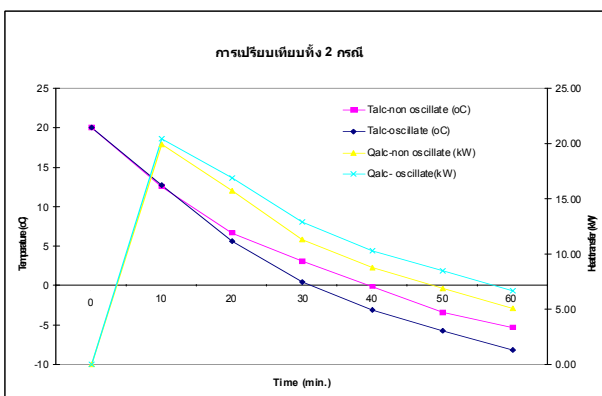
รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำความเย็นเบียร์รุ่น ในกรณีที่ใช้ระบบการสั้นสะเทือนและไม่ใช้ระบบการสั้นสะเทือนโดยอุณหภูมิเบียร์เริ่มต้นในการแช่ที่สภาวะเดียวกันคือ 29 องศาเซลเซียส และที่สภาวะในการทำความเย็นต่างๆ ซึ่งค่าดังกล่าวได้จากการวัดและทดลอง ตามวิธีที่ได้เสนอในหัวข้อที่ 2 จากข้อมูลในรูปดังกล่าว พบว่า เวลาที่ใช้ในการดึงความร้อนออกจากเอทานอลและขวดเบียร์ในกรณีที่ใช้ระบบการสั้นสะเทือนน้อยกว่ากรณีที่ไม่ใช้ระบบการสั้นสะเทือน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไป การถ่ายเทความร้อนระหว่างโมเลกุลของขวดเบียร์กับเอทานอลจะดีกว่ากรณีที่ไม่ใช้ระบบการสั้นสะเทือน และนอกจากนี้ยังพบว่าที่อุณหภูมิสุดท้ายในการแช่ -3,

-6, -9, -12 และ -15 องศาเซลเซียส กรณีใช้ระบบการสันสะเทือนจะใช้เวลาน้อยกว่าเสมอ



รูปที่ 3. การเปรียบเทียบเวลาในการทำความเย็นเบียร์วุ้น ในกรณีใช้ระบบสันสะเทือนและไม่ใช้ระบบ สันสะเทือนโดยอุณหภูมิเบียร์เริ่มต้นก่อนแช่ที่ 29 องศาเซลเซียส

ส่วนในรูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลและการถ่ายเทความร้อนของเครื่องทำเบียร์วุ้นกรณีใช้ระบบการสันสะเทือนกับไม่ใช้ระบบการสันสะเทือนในเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งพบว่าในกราฟบนแกน y ทางขวามือ กรณีใช้ระบบการสันสะเทือนในช่วงเวลา 10 นาทีแรกการดึงความร้อนออกจะรวดเร็วมากๆ (สูงสุด 20.45 kW) และหลังจากนั้น ระบบจะสามารถดึงความร้อนออกช้าลงจนถึงค่าต่ำสุด (6.65 kW) ที่เวลา 60 นาที และเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่ใช้ระบบการสันสะเทือนจะเห็นว่า การถ่ายเทความร้อนในกรณีแรกจะดีกว่าทุกช่วงเวลาในการทดสอบ ส่วนในกราฟบนแกน y ซ้ายมือ เมื่อเริ่มต้นที่สภาวะเดียวกัน (20 องศาเซลเซียส) พบว่า กรณีใช้ระบบการสันสะเทือนจะมีช่วงอุณหภูมิที่ต่ำกว่ากรณีไม่ใช้ระบบการสันสะเทือนเพิ่มขึ้นตามเวลา โดยเฉลี่ยในเวลา 60 นาที จะทำได้ต่ำกว่า 3 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4. การเปรียบเทียบอุณหภูมิเอทานอลและการถ่ายเทความร้อนของเครื่องทำเบียร์วุ้นกรณีใช้ระบบสันสะเทือนกับไม่ใช้ระบบสันสะเทือน

5. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาเรื่องเครื่องแช่เบียร์วุ้นโดยใช้ระบบการสันสะเทือน ในเบื้องต้นได้ข้อสรุปดังนี้

- เครื่องแช่เบียร์วุ้นกรณีใช้ระบบการสันสะเทือนมีความสามารถในการดึงความร้อนออกได้ดีกว่ากรณีไม่ใช้ระบบการสันสะเทือน จึงมีผลทำให้ใช้เวลาในการแช่เบียร์ที่สภาวะเดียวกันสั้นกว่าและรวดเร็วกว่าในการทำให้เบียร์เป็นวุ้น
- จากการทดลองพบว่าเครื่องแช่เบียร์วุ้นกรณีใช้ระบบสันสะเทือนเข้ามาช่วยในการทำให้เบียร์เป็นวุ้น ได้เร็วกว่ากรณีไม่ใช้ระบบสันสะเทือนถึง 60%
- ระบบสามารถทำความเย็นได้อยู่ในช่วง 0 ถึง -15 องศาเซลเซียส พบว่า การเป็นวุ้นของเบียร์ที่อุณหภูมิ -15 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการทำความเย็นประมาณ 90 นาที และหลังจากนั้นได้นำขวดเบียร์ลงไปแช่ในถัง ซึ่งเบียร์ในขวดใช้เวลาในการเป็นวุ้นประมาณ 12 นาที เท่านั้น

5. เอกสารอ้างอิง

- [1]. ชัชวาล ตันทกิตติ. การออกแบบห้องเย็นและระบบทำความเย็น. พิมพ์ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2544.
- [2]. ชูชัย ต. ศิริวัฒนา. การทำความเย็นและการปรับอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 5 สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.
- [3]. มนต์รี พิรุณเกษตร. การถ่ายเทความร้อน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์, 2548.
- [4]. สมศักดิ์ สุโมตยกุล. เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2545.
- [5]. C P ARORA. **Refrigeration and Air-conditioning.** Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2001.
- [6]. Edward G., Pita. **Air Conditioning Principles and System.** New Jersey: prentice hall, 1998.
- [7]. P N A nathanarayanan. **Basic Refrigeration and Air conditioning.** Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited, 1999.
- [8]. Roy J. Dossat. **Principles of Refrigeration.** United States of America: Prentice-Hall Inc, 2002.
- [9]. Shang Wang. **Handbook of Air-conditioning and Refrigeration:** McGraw-Hill Inc, 1993.
- [10]. William C. Whitman and William M. Johnson. **Refrigeration and Air conditioning technology:** Henderson Building Singapore, 1995.

