การลดความร้อนของน้ำจิ้มให้เหมาะสมก่อนการบรรจุขวด

Heat Reduction of the Sauce Before Bottle Package

นายณรงค์ หูชัยภูมิ [1,*], อมร ดอนเมือง[1], สิทธิชัย ศรีกุลวงค์[2] และสมศักดิ์ แน่นอุดร[2]
[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.สกลนคร 47160
[2] โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จ.สกลนคร 47160
* ติดต่อ: โทรศัพท์: 042 771 391 ,089 277 9991 โทรสาร: 042 771 392
E-mail: mechanical_rmuti@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาและออกแบบ อุปกรณ์ลดความร้อนของน้ำจิ้มให้เหมาะสมก่อนการบรรจุขวด ซึ่งใช้ระบบการพาความร้อนแบบบังคับโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่เหมาะสมในการลดความร้อนของน้ำจิ้ม อัตราการลดลงของความร้อนน้ำจิ้มและอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำระบายความร้อน ซึ่งใช้ปริมาณน้ำจิ้ม 50 ลิตร มีอุณหภูมิเริ่มต้น 100 องศาเซลเซียส ทำการลดความร้อนให้เหลืออุณหภูมิสุดท้ายประมาณ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้ความเร็วรอบการหมุนใบกวนน้ำจิ้ม 3 ระดับ คือ 158 198 และ 237 รอบต่อนาที อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนที่ทางเข้า 15 20 25 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ที่อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน 3 ระดับ คือ 51 63 และ 80 ลิตรต่อนาที

โครงสร้างเครื่องมีลักษณะถัง 2 ชั้น ใช้วัสดุประเภท Stainless steel ระยะห่างของผนังชั้นในและชั้นนอกมีระยะห่าง 150 มิลลิเมตร ถังชั้นนอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 700 มิลลิเมตร สูง 700 มิลลิเมตร

จากผลการทดลองปรากฏว่าที่ระดับอุณหภูมิน้ำเข้า 15 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของน้ำที่ระดับ 51 ลิตรต่อนาที รอบการหมุนของใบกวนที่ระดับ 237 รอบต่อนาที ซึ่งผลของการลดความร้อนของน้ำจิ้ม มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 16.13 องศาเซลเซียสต่อนาที อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำระบายความร้อน 5.53 องศาเซลเซียสต่อนาที ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 3.10 นาที

คำสำคัญ : แลกเปลี่ยนความร้อน, การลดอุณหภูมิ,การนำความร้อน

Abstract

The purposes of this study were to study and design heat reduction of the sauce to make it suit to bottle packaging using controlled heat convection system by using water as carrier. This project also study the appropriate factor for heat reduction of the sauce, reduction rate of hot water of the sauce and increasing rate of the water temperature that used for cooling. The amount of sauce was 50 liters

with initial temperature 100 degree Celsius and reduces into the final temperature 50 degree Celsius. A by speed Rotation of impeller 3 levels were 158 198 and 237 round per minute with cooling water temperature At the entrance 15 20 25 and 30 degree Celsius respectively and also with flowing rate of cooling water temperature 51 63 and 80 liters per minute.

The structure of the bucket had 2 shelves using stainless steel with the distance between internal and external wall was 150 millimeters. The diameter of the outer bucket was 700 millimeters with the height 700 millimeters.

The experiment found that the entrance temperature 15 degree Celsius with the rate of flowing was 51 liters per minute. The speed of impeller was 237 rounds per minute. The result of heat reduction of the sauce was 16.13 degree Celsius. The increasing rate of cooling temperature was 5.53 degree Celsius per minute that consumed time 3.10 minutes.

Keywords : Heat Exchange, Temperature Reduction, Conduction

1. บทนำ

ในการบริโภคอาหารประเภทบุบเฟ่ เช่น สุกี้ หมูกระทะ เนื้อย่างเกาหลี จิ้มจุ่ม เป็น ซึ่งอาหารเหล่านี้เป็นอาหารประเภทหนึ่งที่มีคนนิยมบริโภคทั่วทั้งประเทศและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มอัตราส่วนเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปีซึ่งถือว่ามากพอสมควร [1] สถานที่ในการรับประธานอาหารอาจจะเป็นที่ร้านหรือทำกินเองที่บ้าน ในการรับประทานอาหารข้างต้นสิ่งหนึ่งที่มีความจำเป็นที่คู่กันคือ น้ำจิ้ม ถ้าหากทำน้ำจิ้มเองจะมีความยุ่งยากพอสมควร ดังนั้นจึงมีการผลิตน้ำจิ้มบรรจุขวดเกิดขึ้นเพื่อให้เกิดความสะดวก สำหรับการบริโภค ปัจจุบันประเทศไทยมีสถานประกอบการที่ทำการผลิตอาหารสำเร็จรูปเพิ่มจำนวนมากขึ้นตามสภาวะการขยายตัวของเศรษฐกิจและความต้องการที่เพิ่มขึ้นของผู้บริโภค อาหารสำเร็จรูปอีกประเภทหนึ่งที่สถานประกอบการหลายแห่งนิยมทำการผลิตคือ น้ำจิ้มสำเร็จรูปชนิดต่างๆ และโดยส่วนมากบรรจุภัณฑ์ที่นำมาบรรจุผลิตภัณฑ์จะเป็นบรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติกซึ่งไม่สามารถที่จะทนต่ออุณหภูมิที่สูงได้ โดยปกติในกระบวนการผลิตอาหารสำเร็จรูปประเภทน้ำจิ้มหลังจากขั้นตอนการให้ความร้อนและปรุงรสน้ำจิ้มเสร็จสิ้นลง ลักษณะทางกายภาพของน้ำจิ้มจะมีความข้นหนืด และมีอุณหภูมิในตัวน้ำจิ้มที่สูงจึงยังไม่สามารถบรรจุขวดได้ทันที

ในปัจจุบันสถานประกอบการสถานประกอบการที่ทำการผลิตน้ำจิ้มสำเร็จรูปหลายแห่ง ต้องใช้วิธีการลดอุณหภูมิของน้ำจิ้ม โดยการแช่หม้อน้ำจิ้มลงในอ่างน้ำเพื่อที่จะช่วยให้อุณหภูมิของน้ำจิ้มลดลงในเวลาที่สั้นและได้อุณหภูมิที่เหมาะสมในการบรรจุขวด เพราะบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกเมื่อได้รับความร้อนสูงจะทำให้เกิดการเสียรูปร่าง[2] และมีผลทำให้สารในพลาสติกนั้นทำปฏิกิริยากับความร้อนของน้ำจิ้มซึ่งอาจจะเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เพราะในขวดพลาสติกจะมีส่วนประกอบของ อะมิโนเรซินที่เป็นโพลิเมอร์ของเมลามีนกับฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งหากมีการนำไปใช้ไม่ถูกต้อง อาจทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายจากสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่เป็นสารก่อมะเร็งในระบบทางเดินหายใจ และอีกประเด็นที่สำคัญคือน้ำ [3] ที่ช่วยระบายความร้อนออกจากตัวน้ำจิ้มนั้นไม่มีการหมุนเวียน และยังต้องใช้แรงงานคนในการช่วยกวนน้ำจิ้มเพื่อช่วยระบายความร้อนอีกทางด้วย จึงส่งผลให้กระบวนการผลิตเกิดความล่าช้าไม่ต่อเนื่องและยังทำให้สถานประกอบการได้ผลผลิตต่อวันลดลง

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะออกแบบและสร้างระบบในการช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นให้ระบบการผลิตมีความต่อเนื่อง ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถลดอุณหภูมิของน้ำจิ้ม ให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม และใช้เวลาในการลดอุณหภูมิที่สั้นลงลดการใช้แรงงานคน ส่งผลโดยรวมถึงกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพให้ผลผลิตต่อวันสูงขึ้น ผู้บริโภคได้บริโภคผลิตภัณฑ์ ที่มีความปลอดภัยเป็นการส่งเสริม ธุรกิจขนาดครัวเรือนให้ผู้ประกอบการในระดับครัวเรือนสามารถพึ่งพาตนเองได้ช่วยสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ช่วยส่งเสริมการสร้างรายได้ให้ชุมชนเกิดการจ้างงานและเป็นการสร้างความมั่นคงให้กับประเทศชาติต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 กระบวนการผลิตของสถานประกอบการในปัจจุบัน

ในปัจจุบันสถานประกอบการมีกระบวนการผลิตน้ำจิ้มดังนี้ เริ่มจากการปั่นส่วนผสม จากนั้นตั้งไฟเคี่ยวส่วนผสมให้เข้ากันรวมถึงปรุงรสใช้เวลาประมาณ 30 นาที

รูปที่ 1 เคี่ยวส่วนผสมให้เข้ากันและปรุงรส

จากนั้นนำหม้อน้ำจิ้มที่เคี่ยวและปรุงรสเสร็จที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสโดยเฉลี่ย มาแช่ในอ่างน้ำโดยใช้เวลา 1 ชั่วโมงให้เหลืออุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2 นำหม้อน้ำจิ้มมาแช่ในอ่างน้ำ

ขั้นตอนสุดท้ายนำน้ำจิ้มที่มีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มาเทลงที่ถังบรรจุจากนั้นจึงบรรจุน้ำจิ้มใส่ขวด

รูปที่ 3 การบรรจุขวด

2.2 ขบวนการผลิตเมื่อใช้เครื่องลดความร้อนของน้ำจิ้ม

ในระบบการทำงานของเครื่องจะประกอบด้วยถังที่ทำด้วย สแตนเลส วางซ้อนกัน 2 ชั้น ถังด้านในมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ความสูง 56 เซนติเมตร ถังด้านอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 เซนติเมตร ความสูง 70 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างผนังถังทั้งด้านขางและด้านล่าง 15 เซนติเมตร มีระบบปั๊มน้ำหมุนเวียนระบายความร้อนรอบถัง เพื่อให้น้ำนำพาความร้อนออกจากน้ำจิ้ม ติดตั้งระบบกวนน้ำจิ้มให้กระจายตัวภายในถัง และมีท่อน้ำเย็นที่ช่วยระบายความร้อนภายในถังน้ำจิ้มอีก1 ชั้น น้ำในระบบจะหมุนเวียนในระบบตลอดเวลาที่ปั๊ม

น้ำทำงานและน้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วก็จะนำมาพักให้เย็นตัวลงแล้วนำกลับมาใช้ใหม่

โดยปกติการคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุตัวนำโดยการนำความร้อนหาได้จากสมการที่ (1) โดยค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน [4] สามารถหาได้จากตารางสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดต่างๆ(k) [5] ซึ่งค่าการนำความร้อนเหล็กกล้าคาร์บอน, 1% คาร์บอน ซึ่งหมายถึงสแตนเลสโดยมีค่า 43 (W/m •ºC) ค่าการนำความร้อนของน้ำมีค่า 0.556 (W/m •ºC)

ดังนั้นสำหรับแผ่นราบ สามารถคำนวณหาอัตราการถ่ายเทความร้อนได้ โดยใช้สมการ ดังนี้

$$Q = \frac{kA(T_1 - T_2)}{X} \quad \ldots (1)$$

Q = ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทต่อ 1 วินาที, (W)

k = สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (W/m.k)

A = พื้นที่หน้าตัดที่ความร้อนไหลผ่าน, (m^2)

T_1, T_2 = อุณหภูมิน้ำจิ้มและอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นตามลำดับ, (K, ºC)

X = ความหนาของผนัง, (m)

2.3 อุปกรณ์ทดลอง

ในการจัดทำโครงงาน การลดความร้อนของน้ำจิ้มให้เหมาะสมก่อนการบรรจุขวดครั้งนี้ได้มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองดังนี้

1. เครื่องลดความร้อนของน้ำจิ้ม
2. น้ำจิ้มเนื้อย่างเกาหลี
3. เครื่องวัดอุณหภูมิ
4. เครื่องวัดความเร็วรอบ
5. นาฬิกาจับเวลา
6. มิเตอร์น้ำ

2.4 ขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองการทำงานของระบบจะมีการทดลองโดยจะกำหนดตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการลดความร้อนของน้ำจิ้มในระดับต่างๆโดยมีการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 รอบเพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวอย่างนั้นๆ โดยมีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1 เปิดสวิตซ์ปั๊มน้ำให้ทำงานแล้วกำหนดอัตราการไหลของน้ำจากนั้นตรวจสอบอุณหภูมิน้ำโดยกำหนดให้มีอุณหภูมิเท่ากันทุกจุดที่ 15, 20, 25 และ 29 องศาเซลเซียสตามลำดับ

2.วัดอุณหภูมิของน้ำจิ้มก่อนการนำเข้าเครื่องให้มีค่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่100 องศาเซลเซียส เท่ากันทุกครั้งก่อนการทดลอง

3. ทำการปรับความเร็วรอบของใบกวนในระดับต่างๆโดยปรับระดับความเร็วรอบของใบกวนน้ำจิ้มให้มีความเร็วรอบ3 ระดับคือ ที่รอบการหมุน 160, 200, 240 รอบต่อนาที

4. ทำการปรับระดับอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนให้อยู่ในระดับอัตราการไหลที่ 3ระดับ ดังนี้ 4,800 , 3,700 , 3,000 ลิตรต่อชั่วโมง โดยในการทดลองจะมีการปรับเปลี่ยน อุณหภูมิของน้ำ,รอบการหมุนของใบกวนและอัตราการไหลของน้ำที่ช่วยระบายความร้อน ทั้ง 3 ระดับ เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของระยะเวลาที่ใช้ในการระบายความร้อน

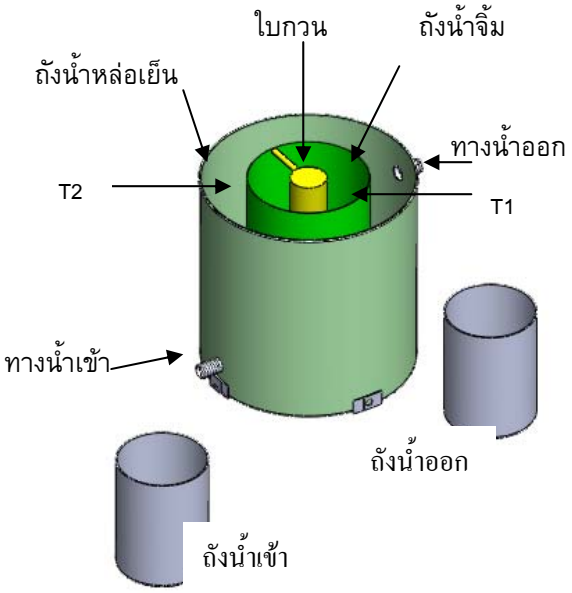
5. จากนั้นนำน้ำจิ้มที่มีอุณหภูมิ100 องศาเซลเซียสมาเทลงที่ถังบรรจุน้ำจิ้ม

6. เปิดสวิตซ์การทำงานของเครื่องจับเวลาจนกว่าน้ำจิ้มจะมีอุณหภูมิลดลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส แล้วบันทึกผลเวลาที่ใช้ ตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณาอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น อุณหภูมิน้ำจิ้ม ความเร็วรอบในการหมุน อัตราการไหลของน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ปริมาณของน้ำจิ้ม เป็นต้น

3 วิธีการดำเนินงาน

ในการออกแบบระบบของเครื่องลดความร้อนของน้ำจิ้มให้เหมาะสมก่อนการบรรจุขวดต้องการลดความร้อนของน้ำจิ้มจากอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสให้เหลืออุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส และต้องการออกแบบให้ถังบรรจุน้ำจิ้มมีลักษณะทรงกระบอก 2 ชั้นสามารถบรรจุน้ำจิ้มได้ 65 ลิตร โดยบังคับให้ทิศ

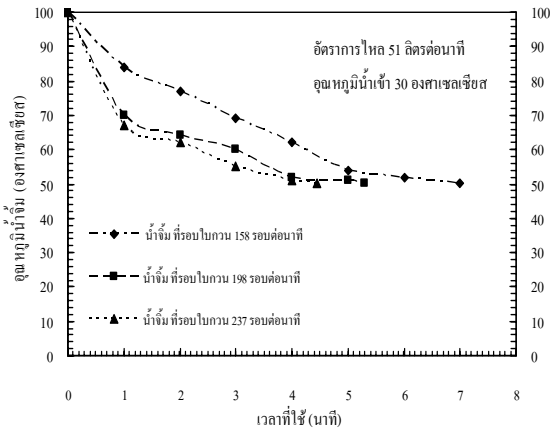
ทางการไหลของน้ำหล่อเย็น ไหลสวนทางกับการหมุนของใบกวน ดังรูป



รูปที่ 4 ถังบรรจุน้ำจิ้ม

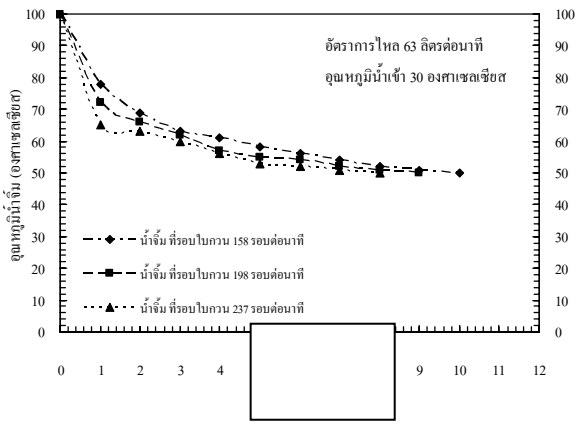
การสร้างถังบรรจุน้ำจิ้มตัวถังจะทำจาก Stainless steel นำมาเชื่อมประกบกัน 2 ชั้นเพื่อให้มีพื้นมีตรงกลางโดยระยะห่างของผนังถังทั้งสองมีระยะ 15 เซนติเมตร สำหรับให้น้ำสามารถไหลเวียนเพื่อช่วยระบายความร้อนให้กับน้ำจิ้มโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ความสูงของถัง 56 เซนติเมตร ซึ่งสามารถบรรจุน้ำจิ้มได้ 65 ลิตร

4. ผลและการวิเคราะห์



รูปที่ 5 แสดงค่าการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้มที่รอบใบกวนน้ำจิ้ม 158 198 และ 237 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนเท่ากับ 51 ลิตรต่อนาที

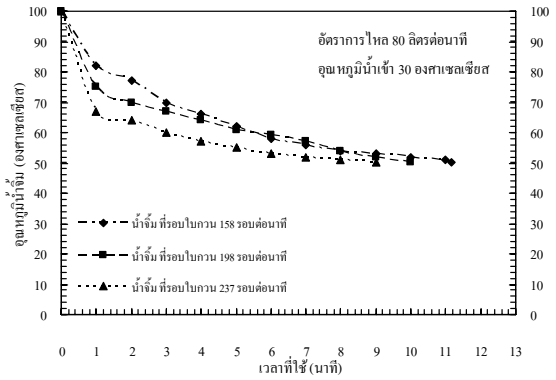
จากข้อมูลในรูปที่ 5 พบว่าการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม ซึ่งจะเห็นว่าเส้นกราฟที่แสดงค่าความร้อนของน้ำจิ้มเริ่มต้นที่ 100 องศาเซลเซียส โดยเริ่มการทดลองที่ความเร็วรอบของใบกวนน้ำจิ้ม 158 198 และ 237 รอบต่อนาที ตามลำดับ อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนที่ทางเข้า เท่ากับ 30 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน 51 ลิตรต่อนาที ปริมาณน้ำที่ใช้ 264 ลิตร จนพบว่าการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้มมีการลดลงเป็นลำดับ ซึ่งอุณหภูมิน้ำจิ้มที่ต้องการคือ 50 องศาเซลเซียส อัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้มที่ความเร็วรอบของใบกวน 158 รอบต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 7.14 องศาเซลเซียสต่อนาที ที่ความเร็วรอบของใบกวน 198 รอบต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 9.43 องศาเซลเซียสต่อนาที ที่ความเร็วรอบของใบกวน 237 รอบต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 11.24 องศาเซลเซียสต่อนาที ตามลำดับ



รูปที่ 6 แสดงค่าการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้มที่รอบใบกวนน้ำจิ้ม 158 198 และ 237 รอบต่อนาที

ที่อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนเท่ากับ 63 ลิตรต่อนาที

จากข้อมูลในรูปที่ 6 พบว่าการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม ซึ่งจะเห็นว่าเส้นกราฟที่แสดงค่าความร้อนของน้ำจิ้มเริ่มต้นที่ 100 องศาเซลเซียส โดยเริ่มการทดลองที่ความเร็วรอบของใบกวนน้ำจิ้ม 158 198 และ 237 รอบต่อนาที ตามลำดับ อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนที่ทางเข้า เท่ากับ 30 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน 63 ลิตรต่อนาที ปริมาณน้ำที่ใช้ 264 ลิตร จนพบว่าการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้มมีการลดลงเป็นลำดับ ซึ่งอุณหภูมิน้ำจิ้มที่ต้องการคือ 50 องศาเซลเซียส อัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้มที่ความเร็วรอบของใบกวน 158 รอบต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 5.0 องศาเซลเซียสต่อนาที ที่ความเร็วรอบของใบกวน 198 รอบต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 5.55 องศาเซลเซียสต่อนาที ที่ความเร็วรอบของใบกวน 237 รอบต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 6.25 องศาเซลเซียสต่อนาที ตามลำดับ



รูปที่ 7 แสดงค่าการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้มที่รอบใบกวนน้ำจิ้ม 158 198 และ 237 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส ที่อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนเท่ากับ 80 ลิตรต่อนาที

จากข้อมูลในรูปที่ 7 พบว่าการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม ซึ่งจะเห็นว่าเส้นกราฟที่แสดงค่าความร้อนของน้ำจิ้มเริ่มต้นที่ 100 องศาเซลเซียส โดยเริ่มการทดลองที่ความเร็วรอบของใบกวนน้ำจิ้ม 158 198 และ 237 รอบต่อนาที ตามลำดับ อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนที่ทางเข้า เท่ากับ 30 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน 80 ลิตรต่อนาที ปริมาณน้ำที่ใช้ 264 ลิตร จนพบว่าการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้มมีการลดลงเป็นลำดับ ซึ่งอุณหภูมิน้ำจิ้มที่ต้องการคือ 50 องศาเซลเซียส อัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้มที่ความเร็วรอบของใบกวน 158 รอบต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 4.48 องศาเซลเซียสต่อนาที ที่ความเร็วรอบของใบกวน 198 รอบต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 5.0 องศาเซลเซียสต่อนาที ที่ความเร็วรอบของใบกวน 237 รอบต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม 5.55 องศาเซลเซียสต่อนาที ตามลำดับ

5. สรุปผล

จากการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การออกแบบและสร้างเครื่องลดความร้อนของน้ำจิ้มให้เหมาะสมก่อนการบรรจุขวด ซึ่งใช้ระบบการพาความร้อนแบบบังคับโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง ประกอบด้วยลักษณะโครงสร้างถัง 2 ชั้น ซึ่งทำจาก Stainless steel โดยบังคับให้ทิศทางการไหลของน้ำหล่อเย็น ไหลสวนทางกับการหมุนของใบกวน
2. การศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการลดความร้อนของน้ำจิ้ม โดยแบ่งออกเป็น 3 ตัวแปรคือ ความเร็วรอบของใบกวนน้ำจิ้ม 158 198 และ 237 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเท่ากับ 15 20 25 และ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนที่ระดับ 51 63 และ 80 ลิตรต่อนาที ทำการลดอุณหภูมิของน้ำจิ้มจากอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิลดลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส เพื่อเปรียบเทียบหาอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม และ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำระบาย

ความร้อน เมื่อเปรียบเทียบผลของการลดลงของอุณหภูมิของน้ำจิ้ม และ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนจะเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบใบกวน 237 รอบต่อนาที อุณหภูมิน้ำระบายความร้อน 15 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน 51 ลิตรต่อนาที จะมีอัตราการลดลงของอุณหภูมิน้ำจิ้ม และ อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำระบายความร้อนมากกว่า การลดความร้อนด้วยความเร็วรอบใบกวน 158 รอบต่อนาที อุณหภูมิน้ำระบายความร้อน 30 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน 80 ลิตรต่อนาที ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองพบว่าที่ความเร็วรอบใบกวน 237 รอบต่อนาที อุณหภูมิน้ำระบายความร้อน 15 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน 51 ลิตรต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิของน้ำจิ้ม 16.13 องศาเซลเซียสต่อนาที อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำระบายความร้อน 5.53 องศาเซลเซียสต่อนาที ที่ความเร็วรอบใบกวน 158 รอบต่อนาที อุณหภูมิน้ำระบายความร้อน 30 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อน 80 ลิตรต่อนาที มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิของน้ำจิ้ม 4.48 องศาเซลเซียสต่อนาที อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำระบายความร้อน 1.39 องศาเซลเซียสต่อนาที

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่ให้การสนับสนุนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

7.1 หนังสือ

[1] อดินันท์ มานะสุขเจริญพร (2551) กลยุทธ์การสร้างศักยภาพในการแข่งขัน, วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

[2] ตระการ ก้าวกสิกรรม คู่มือฉนวนความร้อน, มกราคม, (2537)

[3] Donald R. Pitts Leighton E. sisson (2539) ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์การถ่ายเทความร้อน แปลและเรียบเรียงโดย ดร. ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง

[4]JACKP. HOLMAN(2547)การถ่ายเทความร้อน HEAT TRANSFER แปลและเรียบเรียงโดยดร. ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง

7.2 เว็ปไซด์

[1] ธนาวดี ลี้จากภัย. 2551. ชนิดพลาสติก. [Online].

Available:http://www.vcharkarn.com/varticle/38233.