บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราแก่ต่างประเทศจำนวนมากจากการนำเข้าหม้อน้ำรถยนต์ ทั้งนี้เนื่องจากผู้ผลิตหม้อน้ำรถยนต์ภายในประเทศ ส่วนใหญ่จะรับผลิตหม้อน้ำรถยนต์ตามรูปแบบลักษณะที่บริษัทผลิตรถยนต์ต่างประเทศกำหนดและส่งกลับไปยังบริษัทเหล่านั้น มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ผลิตหม้อน้ำรถยนต์ตามรูปแบบลักษณะที่ได้ออกแบบและพัฒนาเองเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ อย่างไรก็ตาม การวิจัยและพัฒนาหม้อน้ำรถยนต์ของผู้ผลิตภายในประเทศยังคงอาศัยประสบการณ์ของผู้ออกแบบเป็นหลัก ประกอบกับการลองผิด-ถูกในการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรออกแบบจนกระทั่งผลการทดสอบอยู่ภายใต้ข้อจำกัดและความจำเป็นต่างๆ ของระบบการถ่ายเทความร้อนของเครื่องยนต์ จึงทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเวลาค่อนข้างมากในขั้นตอนการออกแบบหม้อน้ำรถยนต์

สำหรับหม้อน้ำรถยนต์นั้น ส่วนที่ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนหรือรังผึ้งจะประกอบด้วยท่อแบน และครีบลูเวอร์ซึ่งมีลักษณะพื้นผิวคล้ายบานเกล็ดหน้าต่าง ของไหลที่ไหลภายท่อ คือ น้ำที่ผ่านการระบายความร้อนของเครื่องยนต์ซึ่งมีอุณหภูมิสูง และของไหลที่ไหลผ่านรังผึ้ง คือ อากาศ โดยที่ทิศทางการไหลของน้ำและอากาศจะตั้งฉากกัน รังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์สามารถแบ่งตามวัสดุที่ใช้ในการผลิตออกเป็น 2 ประเภท คือ รังผึ้งทองแดง-ทองเหลือง (copper-brass core) ซึ่งผลิตจากครีบทองแดงและท่อทองเหลือง และรังผึ้งอะลูมิเนียม (aluminum core) ซึ่งผลิตจากครีบและท่ออะลูมิเนียม

เนื่องจากขนาดและระยะห่างระหว่างท่อ จำนวนท่อ ขนาดและระยะห่างระหว่างครีบ ขนาด ระยะห่างและมุมของลูเวอร์ ตลอดจนวัสดุที่ใช้ในการผลิตรังผึ้ง ล้วนมีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อน และความดันลดของของไหลของหม้อน้ำรถยนต์ ซึ่งเป็นเงื่อนไขหรือข้อกำหนดที่สำคัญในการออกแบบทั้งสิ้น การออกแบบเพื่อหาตัวแปรออกแบบของหม้อน้ำรถยนต์ที่เหมาะสมที่สุดจึงจำเป็นต้องนำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน กลศาสตร์ของไหลและการออปติไมซ์มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงจะทำการศึกษาเกี่ยวกับออกแบบและออปติไมซ์หม้อน้ำรถยนต์ เพื่อคำนวณตัวแปรออกแบบที่ทำให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตรังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์ต่ำที่สุด ภายใต้เงื่อนไขออกแบบและเงื่อนไขการทดสอบประสิทธิภาพหม้อน้ำรถยนต์ที่กำหนด ทั้งนี้เพื่อเป็นความรู้สำหรับภาคอุตสาหกรรมในการนำไปประยุกต์ใช้ออกแบบหม้อน้ำรถยนต์ และเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีรูปแบบและลักษณะคล้ายคลึงกันกับหม้อน้ำรถยนต์ ได้แก่ เครื่องควบแน่น และเครื่องระเหยภายในรถยนต์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ออกแบบและออปติไมซ์หม้อน้ำรถยนต์เพื่อคำนวณตัวแปรออกแบบที่ทำให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตรังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์ต่ำที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดและความจำเป็นต่างๆ ของระบบการถ่ายเทความร้อนของเครื่องยนต์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. หม้อน้ำรถยนต์ที่ศึกษา ประกอบด้วย หม้อน้ำที่ประกอบด้วยท่อ ครีบ และรังผึ้งที่มีรูปแบบและลักษณะ และวัสดุที่ใช้ในการผลิต ดังนี้

1.1 ท่อแบน

1.1.1 วัสดุที่ใช้ผลิตท่อ

1) ทองเหลือง (สำหรับรังผึ้งทองแดง-ทองเหลือง)

2) อะลูมิเนียม (สำหรับรังผึ้งอะลูมิเนียม)

1.1.2 ลักษณะของพื้นผิวภายในท่อ (แสดงดังรูปที่ 1.1)

1) ท่อเรียบ

2) ท่อแบบ rib

1.2 ครีบลูเวอร์

1.2.1 วัสดุที่ใช้ผลิตครีบ

1) ทองแดง (สำหรับรังผึ้งทองแดง-ทองเหลือง)

2) อะลูมิเนียม (สำหรับรังผึ้งอะลูมิเนียม)

1.2.2 ลักษณะของลูเวอร์ (แสดงดังรูปที่ 1.2)

1.3 ลักษณะการจัดวางท่อและครีบเป็นรังผึ้งหม้อน้ำ (แสดงดังรูปที่ 1.3)

1.3.1 แบบครีบลูเวอร์พับงอ (louvered corrugated fin)

1.3.2 แบบครีบลูเวอร์พับงอที่มีแผ่นกั้น (louvered corrugated fin with splitter plate)

2. ตัวแปรออกแบบที่ศึกษา ประกอบด้วย ระยะห่างระหว่างครีบ ความยาวของครีบ ระยะห่างระหว่างลูเวอร์ ความยาวของลูเวอร์ มุมของลูเวอร์ ความกว้างของท่อ ความลึกของท่อ จำนวนท่อ ความสูงของความขรุขระภายในท่อ และระยะห่างของความขรุขระภายในท่อ

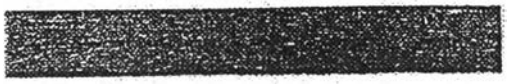
3. พัฒนาโปรแกรมคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนและความดันลดของของไหลของหม้อน้ำรถยนต์โดยใช้โปรแกรมแม็ทแลบ (MATLAB)

4. พัฒนาโปรแกรมออปติไมซ์หม้อน้ำรถยนต์โดยใช้โปรแกรมแกมส์ (General Algebraic Modeling System (GAMS)) โดยแบ่งการออปติไมซ์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีออปติไมซ์ที่สภาวะปกติ และกรณีออปติไมซ์ภายใต้ความไม่แน่นอน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

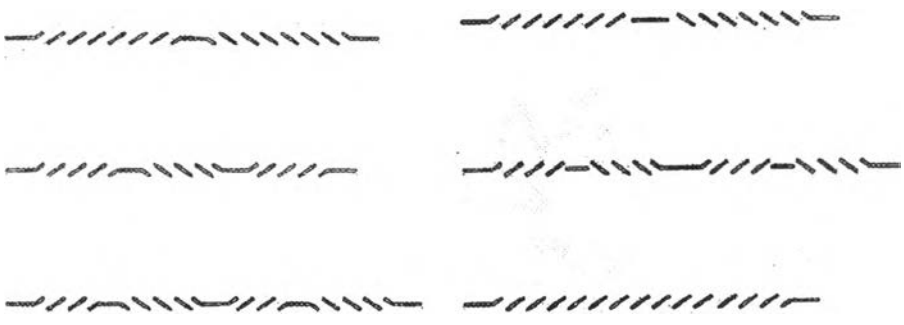
สามารถนำโปรแกรมออปติไมซ์ที่ได้พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบหม้อน้ำรถยนต์ หรือเครื่องควบแน่น และเครื่องระเหยภายในรถยนต์ซึ่งเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อแบนและครีบลูเวอร์เช่นเดียวกับหม้อน้ำรถยนต์ เพื่อหาตัวแปรออกแบบที่ทำให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตรังผึ้งต่ำที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดและความจำเป็นต่างๆ ของระบบการถ่ายเทความร้อนของเครื่องยนต์

(ก) ท่อเรียบ

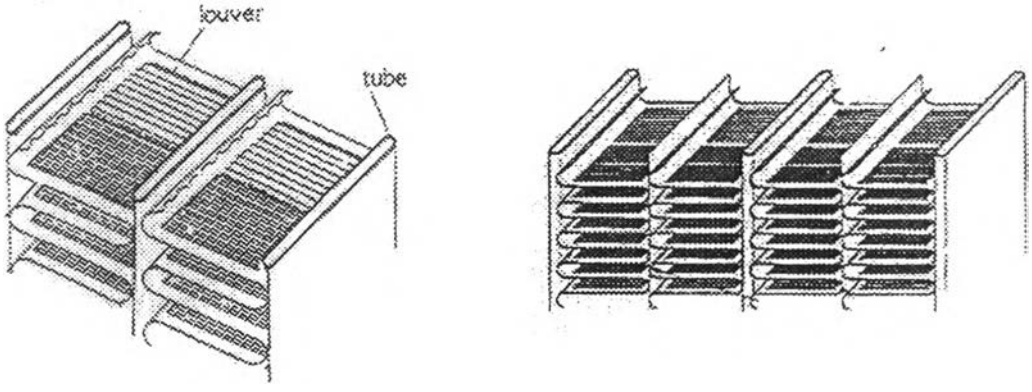


(ข) ท่อแบบ rib

รูปที่ 1.1 ลักษณะพื้นผิวภายในท่อที่ศึกษา



รูปที่ 1.2 ลักษณะของลูเวอร์ที่ศึกษา



(ก) แบบครีบลูเวอร์พับงอ

(ข) แบบครีบลูเวอร์พับงอที่มีแผ่นกั้น

รูปที่ 1.3 ลักษณะการจัดวางท่อและครีบเป็นรังผึ้งหม้อน้ำที่ศึกษา

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในช่วงเวลาที่ผ่านมา โดยจะศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบกะทัดรัดและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อและครีบ และศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการออปติไมซ์ปัญหาแบบไม่เชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม (mixed integer nonlinear programming) และการออปติไมซ์ภายใต้ความไม่แน่นอน

2. เก็บข้อมูลผลการทดสอบประสิทธิภาพหม้อน้ำรถยนต์จากภาคอุตสาหกรรม

3. ศึกษาและเขียนโปรแกรมทดสอบความถูกต้องของสมการที่ใช้คำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนและความดันลดของอากาศที่ไหลผ่านรังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์ด้วยโปรแกรมแม็ทแลบ

4. สร้างสมการที่ใช้ในการคำนวณความดันลดของน้ำ จากข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพหม้อน้ำรถยนต์ด้วยโปรแกรมแม็ทแลบและโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS)

5. ทดสอบความถูกต้องของสมการที่ใช้ในการออกแบบหม้อน้ำรถยนต์

6. ศึกษาและเขียนโปรแกรมออปติไมซ์หม้อน้ำรถยนต์ด้วยโปรแกรมแกมส์ โดยแบ่งการออปติไมซ์ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีออปติไมซ์ที่สภาวะปกติ และกรณีออปติไมซ์ภายใต้ความไม่แน่นอน

7. ทำการออปติไมซ์

8. วิเคราะห์และสรุปผล