บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

การออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อให้มีขนาดกระทัดรัด มีสมรรถนะสูงและราคาถูกเป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นประโยชน์ต่อวงการอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงมีผู้สนใจทำการศึกษาเพื่อที่จะขยายและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ให้ดีขึ้น

โดยทั่วไปในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะมีการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นด้วยการพาความร้อน ดังนั้นจึงมีผู้สนใจศึกษาค้นคว้าเพื่อหารูปแบบของท่อต่างๆ ที่ให้พื้นที่ที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนต่อปริมาตรของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าสูงซึ่งนอกจากท่อกลมที่มีการศึกษาและนิยมนำมาใช้กันมากแล้วยังมีท่อซึ่งไม่มีรูปหน้าตัดเป็นวงกลม (Noncircular Duct) ที่มีผู้สนใจนำมาศึกษาและทดลองใช้กันมากขึ้น เช่น รูปหน้าตัดสี่เหลี่ยม รูปหน้าตัดสามเหลี่ยม และ รูปวงรี เป็นต้น

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนบางแบบ มีความจำกัดในเรื่องของขนาด เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในห้องทดลอง หม้อน้ำรถยนต์ และหม้อต้มไอน้ำขนาดเล็ก เป็นต้น ในอุปกรณ์ต่างๆ ข้างต้น ท่อที่ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนมักจะมีความยาวไม่เพียงพอที่ทำให้ลักษณะของการไหลของของไหลภายในท่อเป็นแบบการพัฒนาได้สมบูรณ์ กล่าวคือภายในท่อจะมีการถ่ายเทความร้อนอยู่ในช่วงของการแจกแจงรูปร่างของความเร็วและอุณหภูมิกำลังเปลี่ยนรูปพร้อมกัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profile). โดยท่อที่จะจัดได้ว่าเป็นท่อสั้นและได้รับอิทธิพลจากปากทางเข้าก็ต่อเมื่ออัตราส่วนของความยาวท่อต่อเส้นผ่าศูนย์กลางท่อมีค่าน้อยกว่า 60 [3]

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าได้มีการใช้ท่อที่มีรูปหน้าตัดไม่เป็นวงกลมและเป็นท่อที่สั้นมาใช้ในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้ได้ความรู้และข้อมูลที่มีความจำเป็น

ในการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบที่ใช้ท่อที่สั้นและมีรูปหน้าตัดลักษณะอื่นๆ นั้น ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาในเรื่องของการพาความร้อนในท่อสามเหลี่ยมที่ของไหลมีการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent) ในช่วงของการแจกแจงรูปร่างของความเร็วและอุณหภูมิกำลังเปลี่ยนรูปพร้อมๆกัน โดยคำนึงถึงอิทธิพลจากปากทางเข้าของท่อด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เนื่องจากอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนโดยส่วนมากจะมีการถ่ายเทความร้อนเกิดขึ้นตั้งแต่จุดเริ่มต้นของการไหลเลย ซึ่งในช่วงนี้การเปลี่ยนแปลงภายในท่อจะเป็นแบบที่มีการแจกแจงความเร็วและอุณหภูมิกำลังเปลี่ยนรูปพร้อมๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profile) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผลของการถ่ายเทความร้อนในช่วงนี้เป็นสิ่งสำคัญมากในทางด้านปฏิบัติเมื่ออุปกรณ์มีขนาดเล็กและยิ่งไปกว่านั้นใน อุปกรณ์ที่ใช้ในงานจริงส่วนมากมักจะไม่พบลักษณะของการไหลแบบที่มีการแจกแจงความเร็ว และอุณหภูมิคงที่หรือมีความเร็วอยู่ในช่วงที่เป็นการไหลแบบราบเรียบ และสำหรับในงานวิจัยนี้ต้องการทราบ ผลของการถ่ายเทความร้อนสำหรับท่อสามเหลี่ยมในช่วงที่มีการไหลแบบมีการแจกแจงความเร็วและอุณหภูมิกำลังเปลี่ยนรูปพร้อมๆกัน โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังนี้

1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบของลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นภายในท่อสามเหลี่ยมว่ามีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบใดในช่วงปากทางเข้าของท่อและมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนหรือไม่

1.2.2 เพื่อนำผลจากการทดลองมาสรุปเป็น สมการเอมไพริคัล (Empirical Formula) ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่าง Nu_l, Nu_∞ และ L/D_h ขึ้นมาสำหรับใช้งานในการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ท่อสามเหลี่ยม

1.2.3 เพื่อนำผลจากสมการที่หาได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากข้อมูลของ General Electric [12] , Chen และ Chiou $\frac{Nu_l}{Nu_\infty} = 1 + \frac{5}{(L/D)} + \frac{1.86}{(L/D)} \ln\left(\frac{L/D}{10}\right)$ [5] และ พงษ์ธร จรัญญากรณ์ $Nu_l = 0.058 Re^{0.78} Pr^{0.4} (L/D_h)^{-0.35}$ [6]

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

จากงานวิจัยที่ผ่านมา การพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมซึ่งมีรูปแบบการไหลเป็นแบบปั่นป่วน (Turbulent) ในช่วงที่การแจกแจงรูปร่างของความเร็วและอุณหภูมิกำลังเปลี่ยนรูปพร้อมๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) ที่สภาวะของขอบเขตความร้อน (Thermal Boundary Condition) เป็นแบบการให้ความร้อนต่อพื้นที่ผิวท่อคงที่ (Constant Heat Flux) โดยใช้อากาศเป็นของไหลยังไม่มีการทำการศึกษาทดลองเลย ดังนั้น ขอบเขตของงานวิจัยในครั้งนี้ คือ ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมซึ่งมีรูปแบบการไหลและขอบเขตความร้อนดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นกับตัวแปรอื่นๆ เช่น อัตราส่วนของความยาวท่อต่อเส้นผ่าศูนย์กลางไฮดรอลิค และทำการวิเคราะห์เป็นสมการเอมไพริคัลไว้ใช้งาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบความสัมพันธ์ของ Nu , L/D_h และตัวแปรอื่นๆ ที่เหมาะสม สำหรับการถ่ายเทความร้อนที่เกิดในท่อสี่เหลี่ยมซึ่งมีรูปแบบการไหลที่รูปร่างของความเร็วและอุณหภูมิกำลังเปลี่ยน รูปพร้อมๆ กัน

1.4.2 ผลที่ได้จากงานวิจัยเป็นสมการเอมไพริคัลที่สามารถใช้ในการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนได้ กล่าวคือ ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้ลักษณะท่อที่เหมาะสมกับลักษณะงานได้นอกเหนือจากการใช้ท่อกลม ซึ่งจะเป็นผลทำให้ได้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีขนาดกระทัดรัด มีสมรรถนะสูงและราคาถูก

1.4.3 ผลที่ได้จากงานวิจัย จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ในด้านความรู้และข้อมูลที่เกี่ยวกับ การพาความร้อนในท่อสามเหลี่ยมที่มีการไหลภายในท่อเป็นแบบปั่นป่วน