RSKC

THE 1st RAJAMANGALA SAKON NAKHON

CONFERENCE

การประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสกลนคร

17-19 พฤษภาคม 2561 ครั้งที่ 1

นวัตกรรม

สร้างสรรค์สังคมอย่างยั่งยืน

ณ ห้องประชุมราชมงคล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทย... สกลนคร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
การศึกษาเชิงทดลองการถ่ายเทความร้อนของท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบชนิดเกลียวขดที่ติดตั้งวาล์วกันกลับ ***ธีรพัฒน์ ชมภูคำ***	A-12
การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตอาหารและการจัดวางอาหารบนถาดสำหรับครัวร้อนของฝ่ายครัว การบินไทย ***นริศรา อาริยะ***	A-13
เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหัวใจโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ***นิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ***	A-14
เครื่องตัดลำต้นมันสำปะหลังแบบติดตั้งระบบมัดรวมลำต้น ***นิรุต อ่อนสลุง***	A-15
อิทธิพลของความดันสำหรับการเชื่อมแบบเสียดทานด้วยโลหะต่างชนิดกัน ***นิรุต อ่อนสลุง***	A-16
ผลของการเคลือบโพลีบิวทีลีนซัคซิเนทบนกระดาษซานอ้อยต่อคุณสมบัติความต้านทานแรงดึง ***บัณฑิต บุญขาว***	A-17
การทดลองควบคุมสัญญาณความต่างศักย์ไฟฟ้าขาออกของวงจรตัวต้านทาน – ตัวเก็บประจุด้วยการใช้เทคนิคฮาร์ดแวร์ในวงลูป ***ปิจิราวุช เวียงจันดา***	A-18
การจัดตารางเดินรถประจำทางและกำหนดตารางเวลาที่เหมาะสม เพื่อรองรับการขยายตัวของเขตเศรษฐกิจพิเศษในจังหวัดนครพนม ***พรทิตา ถามะพันธ์***	A-19
การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดเวลาที่สูญเสียในกระบวนการผลิตแถบยางยืดสำเร็จรูป ***ภาณิชา สัตนาโค***	A-20
ศึกษาและออกแบบพัฒนาเครื่องผลิตเศษใยและขุยมะพร้าว ***ภาณิชา สัตนาโค***	A-21
การเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนภายในช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยใช้ครีบรูปตัววี 60 องศา *Heat Transfer Enchantment in a Rectangular Channel with 60o V-Shaped Ribs* ***ภาณุวัฒน์ หุ่นพงษ์***	A-22
ผลของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่างชนิดกัน ***มงคล มีแสง***	A-23
การออกแบบสายอากาศไมโครสตริปย่านความถี่ 850 MHz และ 2.1 GHz สำหรับโทรศัพท์ไร้สาย ***มีชัย แจ่มใส***	A-24
การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการจัดอาหารบนถาดในการผลิตอาหารของครัวการบินไทย ***ยิษฐา อุดเจ่ง***	A-25

การเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนภายในช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยใช้ครีบรูปตัววี 60 องศา
Heat Transfer Enhancement in a Rectangular Channel with 60° V-Shaped Ribs

สุภัทรชัย สุวรรณพันธุ์[1], ภาณุวัฒน์ หุ่นพงษ์[2], พงษ์เจต พรหมวงศ์[3] และ สมพล สกุลหลง[4,*]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
150 หมู่ 6 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000
[2]สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
321 ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ซอยฉลองกรุง 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
[4]กลุ่มวิจัยระบบพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
199 หมู่ 6 ถนนสุขุมวิท ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230
*ผู้ติดต่อ: sfengsps@src.ku.ac.th, sompol@eng.src.ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนภายในช่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่สภาวะการถ่ายเทความร้อนที่ผิวแบบคงที่ โดยมีการติดครีบตัววีทำมุม 60 องศา ที่สัดส่วนความสูงครีบต่อความสูงของช่องขนาน (BR=e/H) เท่ากับ 0.1, 0.2 และ 0.3 มีสัดส่วนระยะพิตต์ต่อสัดส่วนความสูงของช่องขนาน (P/H, PR)=2 โดยทำการทดลองที่สภาวะการถ่ายเทความร้อนที่ผิวแบบคงที่ ในการทดลองและใช้อากาศเป็นของไหลในการทดสอบซึ่งอยู่ในรูปของค่าเลขเรโนลด์ ซึ่งช่วงเลขเรโนลด์จะอยู่ในช่วง 5000–23,000 และในการทดสอบมีการเปรียบเทียบผลของท่อผนังเรียบและท่อที่มีการติดตั้งครีบที่มีขนาดสัดส่วนความสูงต่างๆ ในพจน์ของเลขนัสเซิลท์ (Nu) และตัวประกอบเสียดทาน (*f*) เพื่อศึกษาหาผลการเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนที่มีการติดตั้งครีบที่สัดส่วนความสูงต่างๆ โดยจากการศึกษาพบว่าการติดตั้งครีบที่สัดส่วนความสูงครีบต่อความสูงของช่องขนาน (e/H) เท่ากับ 0.2 จะให้ค่าการเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนสูงที่สุดโดยจะให้ค่าสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนสูงถึง 1.31
คำหลัก: การถ่ายเทความร้อน, ตัวเลขนัสเซิลท์, ตัวประกอบเสียดทาน, ครีบรูปตัววี

Abstract

This article presents an experimental study on heat transfer enhancement in a constant heat fluxed rectangular channel with 60° V-shaped ribs. Several V-shaped rib characteristics were introduced such as rib-to-channel height ratio (e/H=0.1, 0.2 and 0.3), rib pitch to channel height ratio (PR=P/H=2.0). The study was conducted by varying the airflow rate through the tested rectangular channel with the 60° V-shaped ribs for Reynolds number from 5000 to 23,000. Various relative rib heights and pitches were tested to investigate the effect of the 60° V-shaped ribs at on heat transfer and pressure drop. Heat transfer and pressure drop were presented in terms of Nusselt number and friction factor respectively. The results have shown that the highest heat transfer enhancement was at e/H=0.2 is about 1.31.
Keywords: Heat transfer, Nusselt number, Friction factor, V-shaped rib

1. บทนำ

ในปัจจุบันเมืองไทยมีกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นจำนวนมากซึ่งในกระบวนการอุตสาหกรรมนั้นจะมีการอาศัยปัจจัยการเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนภายในท่อผิวเรียบด้วยเทคนิคและวิธีการต่างๆ และวิธีที่ได้ผลดีมากที่สุดนั้นเป็นวิธีการติดตั้งครีบหรือแผ่นกั้นบนผนังภายในท่อเพื่อให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนโดยจะส่งผลทำให้การเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนสูงขึ้นแต่อย่างไรก็ตามก็จะทำให้เกิดค่าตัวประกอบเสียดทานเพิ่มสูงขึ้นตามมาด้วย ดังนั้นวิธีการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนจึงเป็นวิธีที่มีการนำมาประยุกต์กับอุปกรณ์ทางด้านวิศวกรรม เช่น ในระบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อช่วยให้ขนาดเล็กลง และในระบบปรับอากาศ เป็นต้น

วิษณุ อำไพจิตรและคณะ [1] ได้ทำการศึกษาการเพิ่มสมรรถนะในการถ่ายเทความรอนในท่อสี่เหลี่ยมที่มีครีบ

สามเหลี่ยมและปีกโดยการทำการทดลองที่สภาวะผิวเป็นแบบฟลักซ์ความร้อนที่ผิวคงที่และของไหลที่ใช้ในการทดลองคืออากาศและมีค่าตัวเลขเรย์โนลด์อยู่ในช่วง 4,000 ถึง 25,000 ทำการเปรียบเทียบผลของกรณีท่อสี่เหลี่ยมมีผนังเรียบกับท่อสี่เหลี่ยมที่มีครีบที่ผิวบนและผิวล่างและท่อสี่เหลี่ยมที่มีครีบที่ผิวบน-ล่างและมีการติดตั้งปีกที่ทางเข้าของท่อทดสอบ โดยทำการจัดวางครีบแบบมีแนวเดียวกัน เพื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและค่าตัวประกอบเสียดทาน จากการทดลองพบว่าท่อที่มีการใส่ครีบและหรือติดตั้งปีกที่ทางเขาให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและค่าตัวประกอบเสียดทานเพิ่มสูงมากขึ้นเมื่อทำการเปรียบเทียบกับท่อสี่เหลี่ยมที่มีผนังเรียบและท่อสี่เหลี่ยมที่มีครีบอย่างเดียว พบว่าท่อสี่เหลี่ยมที่มีครีบและมีการติดตั้งปีกที่ทางเข้าของท่อสี่เหลี่ยมให้ผลการถ่ายเทความร้อนที่ดีที่สุด

จิตกร กนกนัยการและคณะ [2] งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยช่องขนานที่มี ครีบหยักโดยทำการทดลองที่สภาวะการถ่ายเทความร้อนที่ผิวแบบคงที่ (constant heat flux) ในการทดลอง โดย ปรับใช้ความเร็วลมหลายๆ ค่าในช่วงเลขเรย์โนลด์ Re = 5000–25,000 และทำการเปรียบเทียบผลของช่องขนาน ที่มีผนังเรียบ ช่องขนานที่มีครีบหยัก โดยทำมุม 60, 45, 30 และครีบตรง 90 องศา สัดส่วนระยะพิตช์ต่อความสูงช่อง ขนาน PR=3 และสัดส่วนความสูงครีบต่อความสูงช่องขนาน e/H=0.3 โดยติดครีบที่ผิวบนของช่องขนาน เพื่อ พิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนโดยแสดงในเทอมของเลขนัสเซิลท์ (Nusselt number) และการสูญเสียความดันโดย แสดงในเทอมของตัวประกอบเสียดทาน (friction factor) จากการทดลองพบว่าชุดทดลองที่มีครีบหยักทำมุม 60 องศา ให้ค่าการถ่ายเทความร้อนและค่าตัวประกอบเสียดทานสูงสุด ตามด้วยช่องขนานที่มีครีบหยักมุม 45, 30 และครีบตรง 90 องศา โดยแสดงในรูปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเลขนัสเซิลท์ต่อเลขนัสเซิลท์ของท่อที่มีผนังเรียบเป็น 4.48, 3.93, 3.43 และ 1.78 เท่า สำหรับครีบหยักมุม 60, 45, 30 และครีบตรง 90 องศา แต่ค่าตัวประกอบเสียดทานก็มีมากด้วยเช่นกันโดยแสดงในรูปความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตัวประกอบเสียดทานต่อตัวประกอบเสียดทานของท่อที่ มีผนังเรียบเป็น 19.58, 13.83, 8.43 และ 7.53 เท่า สำหรับครีบหยักมุม 60, 45, 30 และครีบตรง 90 องศา

สุริยา โชคเพิ่มพูนและคณะ [3] ได้ทำการศึกษาการถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความดันในช่องขนานที่มีอากาศเป็นของไหลทดสอบในสภาวะที่ผิวแบบ ฟลักซ์ความร้อนคงที่โดยใช้ครีบสี่เหลี่ยมตัววี โดยมีสัดส่วนความสูงครีบต่อความสูงช่องขนาน (e/H) เท่ากับ 0.4, 0.3 และ 0.2 มีสัดส่วนระยะพิตช์ต่อความสูงช่องขนาน(P/H, PR) เท่ากับ 2 ซึ่งการทดลองใช้ความเร็วอากาศเป็นของไหลในการทดลองและมีช่วงเลขเรโนลด์เท่ากับ 5000 ถึง 23,000 จากนั้นลการทดสอบที่ได้พบว่าที่ค่า (e/H) เท่ากับ 0.2 จะให้ค่าสมรรถนะความร้อนสูงสุด (η) เท่ากับ 1.25.

ภาณุวัฒน์ หุ่นพงษ์และคณะ [4] ได้ทำการศึกษาการถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความดันในช่องขนานที่มีการติดตั้งครีบสี่เหลี่ยมรูปตัววี โดยใช้อากาศเป็นของไหลในการทดสอบในสภาวะแบบฟลักซ์ความร้อนที่ผิวคงที่ ครีบสี่เหลี่ยมรูปตัววีทำมุมปะทะเท่ากับ 30 องศา ชี้ตามทิศทางการไหล ติดตั้งที่ผิวล่างของส่วนทดสอบใช้เพื่อสร้างการหมุนกลับและการหมุนซ้ำมีสัดส่วนความสูงครีบต่อความสูงช่องขนาน (e/H) เท่ากับ 0.2, 0.3 และ 0.4 มีสัดส่วนระยะพิตต์ตามยาวต่อความสูงช่องขนาน (P/H) เท่ากับ 1 โดยสัดส่วนความกว้างต่อความสูงของช่องเท่ากับ 10 และการทดลองใช้ความเร็วการไหลของอากาศในระดับต่างๆ ที่ค่าเลขเรย์โนลด์(Re) อยู่ในช่วง 5000 ถึง 23,000 จากนั้นทำการเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนในพจน์ของเลขนัสเซิลท์(Nu) และการสูญเสียความดันในรูปตัวประกอบเสียดทาน (f) เมื่อทำการเปรียบเทียบพบว่าที่ค่า (e/H) ต่างพบว่าที่ค่า (e/H) เท่ากับ 0.2 จะให้ค่าสมรรถนะความร้อนสูงสุดเท่ากับ 1.35

2. ทฤษฎี

การทดลองนี้เพื่อศึกษาการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนในรูปเลขนัสเซิลท์ (Nusselt Number) และการสูญเสียความดันในรูปตัวประกอบเสียดทาน (Friction Factor) โดยมีทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณดังต่อไปนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางไฮดรอลิก (Hydraulic Diameter: D_h)

$$D_h = 4A/P \qquad (1)$$

โดยที่ A คือ พื้นที่หน้าตัดของช่องขนาน, m^2
P คือ ความยาวของเส้นรอบรูปช่องขนาน, m

เลขเรย์โนลด์ (Reynolds Number: Re)

$$Re = \frac{\rho V D_h}{\mu} \qquad (2)$$

โดยที่ ρ คือ ความหนาแน่นของของไหล, kg/m^3
V คือ ความเร็วเฉลี่ยของของไหล, m/s
D_h คือ เส้นผ่านศูนย์กลางไฮดรอลิก, m
μ คือ ความหนืดสัมบูรณ์ของของไหล, kg/m.s

ตัวประกอบเสียดทาน (Friction Factor: f)

$$f = \frac{2}{(L/D_h)} \cdot \frac{\Delta P}{\rho U^2} \quad (3)$$

โดยที่ ΔP คือ ความดันตกคร่อม, Pa
L คือ ความยาวช่วงที่ทำการทดลอง, m
U คือ ความเร็วเฉลี่ยของของไหล, m/s

เลขนัสเซิลท์ (Nusselt Number: Nu)

$$Nu = \frac{hD_h}{k} \quad (4)$$

โดยที่ h คือ ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน, $W/m^2.k$
k คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน, W/m.k

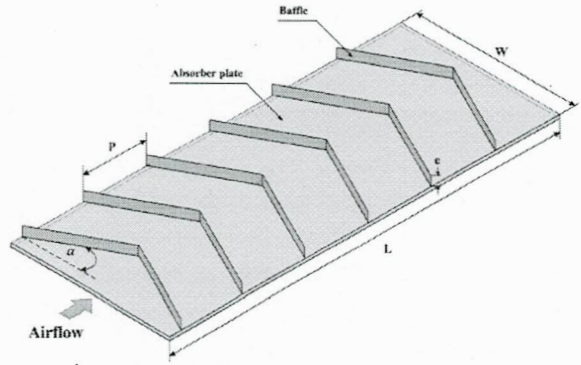
สมรรถนะการถ่ายเทความร้อน (TEF)

$$TEF = \left(\frac{Nu}{Nu_0}\right) \cdot \left(\frac{f}{f_0}\right)^{-1/3} \quad (5)$$

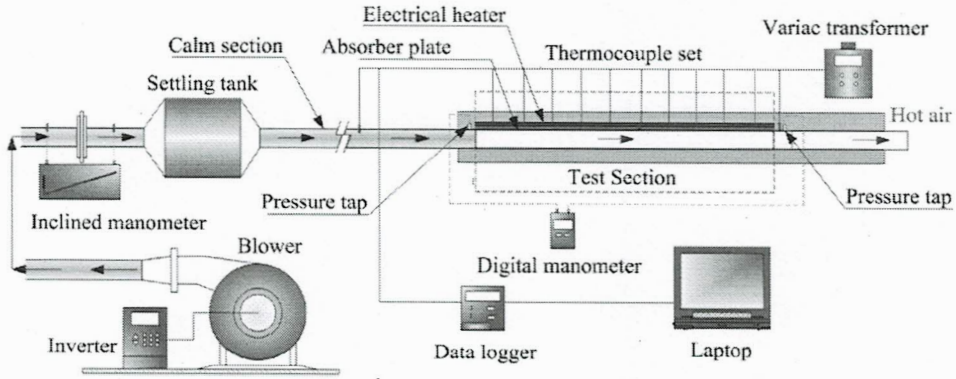
โดยที่ Nu_0 คือ เลขนัสเซิลท์ของท่อที่มีผนังเรียบ
f_0 คือ ตัวประกอบเสียดทานของท่อผนังเรียบ

3. อุปกรณ์การทดลอง

รูปที่ 1 แสดงลักษณะของครีบและตัวแปรต่างๆ ของครีบโดยวัสดุที่ใช้ทำครีบใช้อลูมิเนียมมีความหนาเท่ากับ 0.3 มิลลิเมตรติดกาวกับแผ่นทดสอบและรูปที่ 2 ด้านล่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้พัดลม (blower) ขนาดพิกัด 1.5 kW เป็นแหล่งกำเนิดลม ซึ่งควบคุมปริมาณลมไหลเข้าชิ้นงานทดสอบโดยการปรับอินเวอร์เตอร์ โดยปริมาณลมแต่ละครั้งของการทดสอบจะถูกกำหนดโดยค่าความดันตกคร่อมแผ่น orifice อากาศที่ไหลผ่านเข้าสู่ชุดทดลองจะต้องไหลผ่านกล่อง ลม ซึ่งมีหน้าที่จัดระเบียบการไหลของอากาศให้มีการไหลปั่นป่วนน้อยที่สุดและให้ไหลผ่านท่อปรับสภาพการไหลเพื่อให้อากาศที่ไหลก่อนเข้าชุดทดลองมีลักษณะเป็น fully develop และไหลเข้าชิ้นงานทดสอบ (test section) ชิ้นงานที่ทดสอบประกอบด้วยช่องขนานอลูมิเนียมที่มีครีบตัววี ขนาดกว้าง(W) 0.30 เมตร ยาว (L) 0.40 เมตร และระยะความสูงของช่องขนาน (H) กว้าง (t) เท่ากับ 0.3 มิลลิเมตร และระยะพิตช์ (P) คงที่เท่ากับ 90 มิลลิเมตร โดยแผ่นช่องขนานดังกล่าว ถูกทำให้ร้อนด้วย heater ไฟฟ้าขนาด 1,000 วัตต์ โดยอุณหภูมิอากาศที่ไหลเข้าออกและอุณหภูมิผิวภายในถูกวัดด้วยเทอร์โมคัปเปิล type K จำนวนรวม ทั้งสิ้น 12 จุด โดยบันทึกค่าที่วัดได้ลงอุปกรณ์ FLUKE 2680A ส่วนค่าความดันตกคร่อมแผ่นช่องขนานตรวจบันทึกค่าที่ได้ลงอุปกรณ์ TESTO 1445 ชิ้นงานที่ใช้ทดสอบจะต้องมีการหุ้มฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากแผ่น heater ไหล ออกสู่บรรยากาศภายนอก



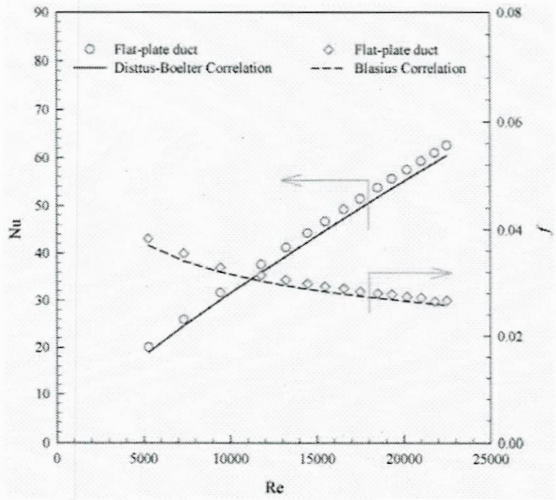
รูปที่ 1 แสดงลักษณะของครีบและตัวแปรต่างๆ ของครีบ



รูปที่ 2 อุปกรณ์และชุดทดลอง

4. ผลการทดลอง

การทดลองได้ทำการศึกษาผลของการถ่ายเทความร้อน การสูญเสียความดันและการเพิ่มสมรรถนะการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากการเพิ่มความสูงครีบต่อความสูงช่องขนาน (BR=e/H) เท่ากับ 0.1, 0.2 และ 0.3 โดยการพิจารณาจากการทดสอบท่อผนังเรียบกับสหสัมพันธ์ของ Dittus-Boelter และ Blasius [5] ในช่วงการไหลแบบปั่นป่วนดังรูปที่ 3 พบว่าค่าคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 5 เปอร์เซ็นต์

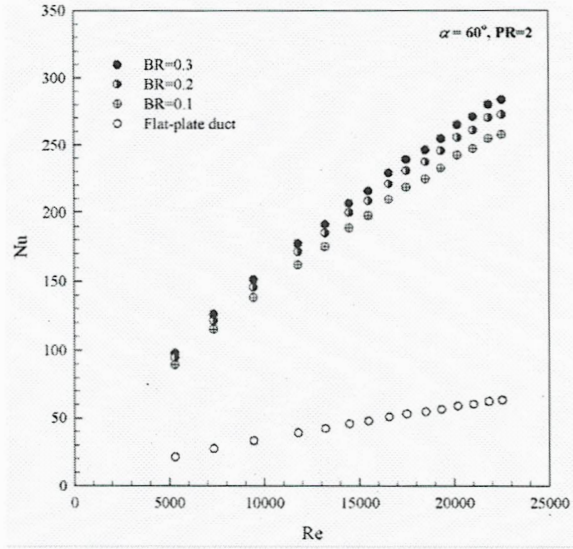


รูปที่ 3 สหสัมพันธ์ของ Dittus-Boelter และ Blasius

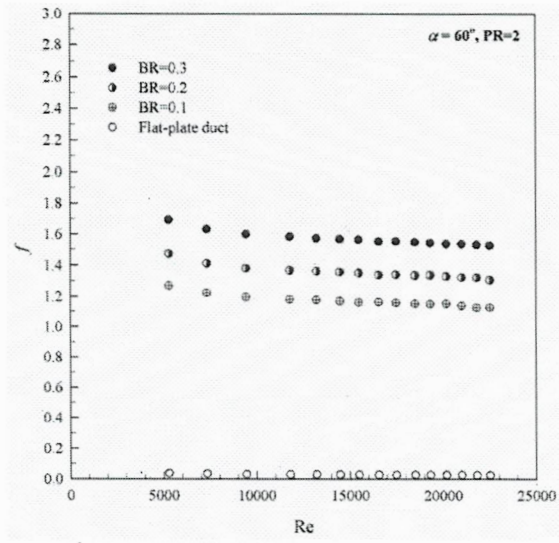
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเลขนัสเซิลท์กับเลขเรย์โนลด์ พบว่าเมื่อเลขเรย์โนลด์เพิ่มขึ้นให้ค่าเลขนัสเซิลท์เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ครีบรูปตัววีให้ค่าเลขนัสเซิลท์เพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผนังเรียบเนื่องจากตัวสร้างความปั่นป่วนแบบครีบรูปตัววีส่งผลต่อการลดความหนาของชั้นขอบเขตและทำให้เกิดการสร้างความปั่นป่วนซ้ำใหม่ (flow redevelopment) กรณีครีบรูปตัววี ที่ (BR=e/H) เท่ากับ 0.3, 0.2 และ 0.1 จะให้ค่าเลขนัสเซิลท์สูงกว่าผนังเรียบตามลำดับ

รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดันสูญเสียในเทอมของตัวประกอบเสียดทานกับเลขเรย์โนลด์กรณีท่อมีการเพิ่มความสูงครีบต่อความสูงช่องขนาน(BR=e/H) ที่บล็อคต่างๆ จากการทดลองพบว่าในช่วงการไหลปั่นป่วนครีบที่ (BR = 0.3) จะให้ค่าตัวประกอบเสียดทานมากที่สุดโดยจะมีค่า BR = 0.2 และ 0.1 ค่อยๆ ลดลงตามลำดับ ซึ่งจะให้ค่าตัวประกอบเสียดทานมากกว่าท่อผนังเรียบด้วยเช่นเดียวกัน

รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเลขนัสเซิลท์จากการทดลองพบว่าค่าอัตราส่วนเลขนัสเซิลท์ต่อเลขนัสเซิลท์ของผนังเรียบค่อนข้างคงที่เมื่อเลขเรย์โนลด์มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งที่ค่า BR เท่ากับ 0.3 จะให้ค่าอัตราส่วนเลขนัสเซิลท์สูงสุดตามด้วย BR เท่ากับ 0.2 และ 0.1 ตามลำดับ โดยมีค่าอัตราส่วนเลขนัสเซิลท์เฉลี่ยมากกว่าท่อผนังเรียบ 4.63, 4.56 และ 4.26 เท่า



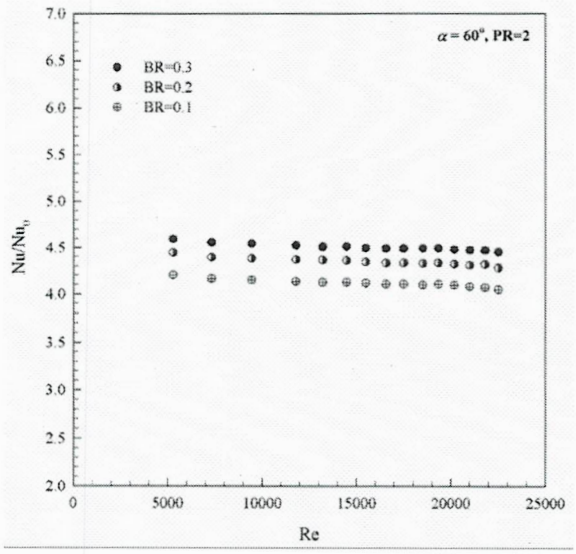
รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเลขนัสเซิลท์กับเลขเรย์โนลด์



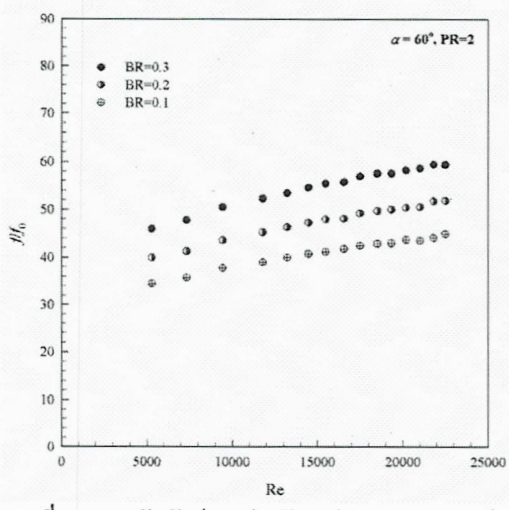
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวประกอบเสียดทานกับเลขเรย์โนลด์

รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตัวประกอบเสียดทาน พบว่าอัตราส่วนตัวประกอบเสียดทานกรณีทดสอบต่อตัวประกอบเสียดทานของผนังเรียบมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเลขเรย์โนลด์เพิ่มขึ้น โดยที่ BR เท่ากับ 0.3 จะให้ค่าอัตราส่วนตัวประกอบเสียดทานสูงที่สุดและตามมาด้วย BR ที่ 0.2 และ 0.1 ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราส่วนตัวประกอบเสียดทานเฉลี่ยมากกว่าผนังเรียบเท่ากับ 59.23, 51.72 และ 44.82 เท่า ในขณะที่ค่าสมรรถนะการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนกับเลขเรย์

โนลด์แสดงในรูปที่ 8 พบว่าที่ค่าสมรรถนะการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนมีแนวโน้มลดลงเมื่อเลขเรย์โนลด์เพิ่มขึ้น โดยที่ BR เท่ากับ 0.2 จะให้ค่าสมรรถนะการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนสูงที่สุดโดยให้ค่าสมรรถนะการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนสูงถึง 1.31



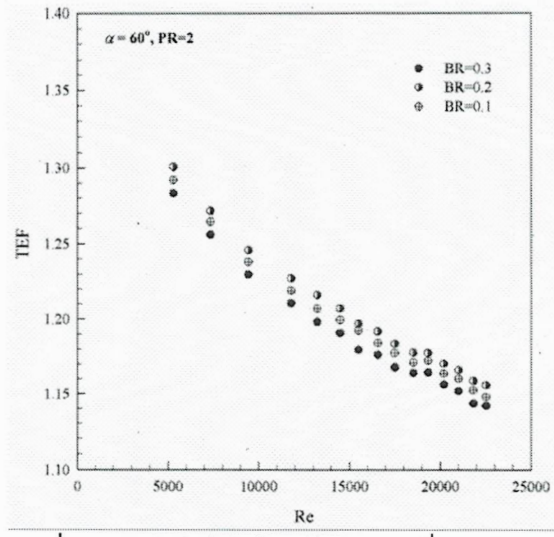
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนเลขนัสเซิลท์



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตัวประกอบเสียดทาน

5. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนที่มีผลต่อการติดตั้งครีบที่ความสูงครีบที่ BR ต่างๆ จะให้ค่าการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่ากรณีท่อผนังเรียบและให้ค่าการเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าท่อผนังเรียบด้วยเช่นกัน โดยค่า BR ที่ให้ค่าการเพิ่มสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนสูงที่สุดคือ BR เท่ากับ 0.2 ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1.31 สูงกว่า BR เท่ากับ 0.1 และ 0.3 ตามลำดับ



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนกับเลขเรย์โนลด์

6. เอกสารอ้างอิง

[1] วิษณุ อำไพจิตร, จำลอง ปราบแก้ว และ พงษ์เจต พรหมวงศ์ (2551). การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนในท่อสี่เหลี่ยมโดยใช้ครีบและปีก, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22, 15–17 ตุลาคม 2551. หน้า 335–340.

[2] จิตกร กนกนัยการ, ทวี เทศเจริญ และ พงษ์เจต พรหมวงศ์ (2552). อิทธิพลของมุมเอียงของครีบต่อการถ่ายเทความร้อนในช่องขนานที่มีครีบหยัก, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23, 4–7 พฤศจิกายน 2552.

[3] สุริยา โชคเพิ่มพูน, ณัตวิภา เจียระไนยวชิระ และ พงษ์เจต พรหมวงศ์ (2554). การเพิ่มการถ่ายเทความร้อนในท่อขนานโดยการติดครีบสี่เหลี่ยมตัววี, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7, 3–5 พฤษภาคม 2554, หน้า 243–248.

[4] ภาณุวัฒน์ หุ่นพงษ์, อำนาจ คณะรัฐ และ พงษ์เจต พรหมวงศ์ (2554). พฤติกรรมความร้อนในเครื่องแลกเปลี่ยนแบบช่องขนานที่มีการติดตั้งครีบสี่เหลี่ยมรูปตัววี, การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 27–29 มกราคม 2554, หน้า 535–540.

[5] Incropera, F.P. Dewitt, D.P. Bergman, T.L. Lavine, A.S. (2007). Fundamentals of heat and mass transfer, 6th edition, John Wiley & Sons Inc.