Project Code : MRG4880089

Project Title : การระบายความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนเดี่ยวที่มีครีบโดยใช้อากาศพุ่งชน

Investigator : Asst.Prof.Dr. Surachai Sanitjai

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,

King Mongkut's University of Technology Thonburi

E-mail Address : surachai.san@kmutt.ac.th

Project Period : 2 years

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณลักษณะการไหลและการถ่ายเทความร้อนของลำอากาศที่พุ่งชนครีบระบายความร้อน ภายใต้ขอบเขตทางความร้อนแบบฟลักซ์ความร้อนคงที่ (Constant Heat Flux) ลำอากาศถูกปล่อยออกมาจากหัวฉีดที่ทำจากท่อตรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (d) 60 มิลลิเมตร โดยมีลักษณะการไหลเป็นการไหลแบบพัฒนาเต็มที่ (Fully Developed Flow) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของเลขเรย์โนลดส์ (Re) ระยะระหว่างหัวฉีดกับครีบ (H) ความสูงของครีบ (h_{fin}) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของครีบ (d_{fin}) และขนาดพื้นที่ฐาน (A_{base}) ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (h_c) และค่าความต้านทานความร้อน (R_{th}) โดยเลขเรย์โนลดส์มีค่าระหว่าง 15,000 ถึง 45,000 ระยะห่างระหว่างหัวฉีดกับฐานครีบ (H/d) มีค่าระหว่าง 1 ถึง 6 ความสูงของครีบ (h_{fin}) เท่ากับ 10 มิลลิเมตร และ 20 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของครีบ (d_{fin}) เท่ากับ 1.13 มิลลิเมตร และ 1.38 มิลลิเมตร ขนาดพื้นที่ฐาน (A_{base}) เท่ากับ 20 x 20 ตารางมิลลิเมตร 40 x 40 ตารางมิลลิเมตร และ 80 x 80 ตารางมิลลิเมตร นอกจากนี้ยังศึกษาถึงอิทธิพลของรูปแบบการพุ่งชนของลำอากาศต่อการถ่ายเทความร้อน ใน 2 แบบคือ Free Jet และ Confined Jet ผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่าในบริเวณแกนลำอากาศ (potential core region) ความเร็วมีค่าคงที่ และมีระดับความปั่นป่วน (Turbulence Intensity) ต่ำ การเพิ่มระยะระหว่างหัวฉีดกับครีบภายในบริเวณแกนลำอากาศทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากระดับความปั่นป่วนของลำอากาศบริเวณใกล้ผิวปะทะมีค่าสูงขึ้น ส่วนการเพิ่มระยะระหว่างหัวฉีดกับครีบภายนอกบริเวณแกนลำอากาศทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนลดลง ส่งผลให้ค่าความต้านทานความร้อนเพิ่มขึ้น และการเพิ่มเลขเรย์โนลดส์ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเพิ่มขึ้นส่งผลให้ ค่าความต้านทานความร้อนลดลงที่ทุกระยะหัวฉีด โดยพบว่าค่าความต้านทานความร้อนจะลดลงร้อยละ 22 เมื่อความสูงของครีบเพิ่มจาก 10 มิลลิเมตร เป็น 20 มิลลิเมตร และร้อยละ 10 เมื่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางครีบเพิ่มขึ้นจาก 1.13 มิลลิเมตร เป็น 1.38 มิลลิเมตร และการเพิ่มขนาดพื้นที่ฐานส่งผลให้ ค่าความต้านทานความร้อนลดลงร้อยละ 35 ถึง 55 ในช่วงขนาดพื้นที่ฐานที่ศึกษานี้ ผลการศึกษาทั้งหมด สามารถนำมาวิเคราะห์หาสมการสหสัมพันธ์ได้ดังนี้คือ

สำหรับ Free Jet

$$Nu_{free} = 2.065 \cdot \mathrm{Re}^{0.197} \cdot \left(\frac{H}{d}\right)^{-0.012} \cdot \left(\frac{h_{fin}}{t_{base}}\right)^{-0.346} \cdot \left(\frac{A_{surface}}{A_{base}}\right)^{-0.137} \cdot \left(\frac{A_{base}}{A_{nozzle}}\right)^{-0.179} \cdot \left(\frac{T_{jet}}{T_{amb}}\right)^{4.182} \cdot \left(\frac{T_{jet}}{T_{cu}}\right)^{0.270}$$

สำหรับ Confined Jet

$$Nu_{confined} = 2.086 \cdot \mathrm{Re}^{0.197} \cdot \left(\frac{H}{d}\right)^{-0.024} \cdot \left(\frac{h_{fin}}{t_{base}}\right)^{-0.245} \cdot \left(\frac{A_{surface}}{A_{base}}\right)^{-0.266} \cdot \left(\frac{A_{base}}{A_{nozzle}}\right)^{-0.252} \cdot \left(\frac{T_{jet}}{T_{amb}}\right)^{3.875} \cdot \left(\frac{T_{jet}}{T_{cu}}\right)^{0.337}$$

229453

Project Code : MRG4880089

Project Title : Impingement Air Cooling from a Discrete Heat Source with Fins

Investigator : Asst.Prof.Dr. Surachai Sanitjai

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,

King Mongkut's University of Technology Thonburi

E-mail Address : surachai.san@kmutt.ac.th

Project Period : 2 years

This research studies about flow and heat transfer characteristics of an air jet impinging on a pin-fin heat sink under the constant heat flux thermal boundary condition. The air jet used in this experiment is injected from the straight pipe nozzle of 60 mm diameter (d). Flow from the jet exit is the fully developed flow. The effects of Reynolds number (Re), nozzle to plate spacing (H), fin heights (h_{fin}), fin diameter (d_{fin}) and base area of the heat sink (A_{base}) on heat transfer coefficient (h_c) and thermal resistance (R_{th}) are investigated in the range of Reynolds number from 15,000 to 45,000. The nozzle to plate spacing range (H/d) is 1 to 6. The heights of pin-fin are 10 mm and 20 mm. The diameters of pin-fin are 1.13 mm and 1.38 mm. The bases areas of heat sink are 20 x20 mm^2, 40 x40 mm^2, and 80 x80 mm^2. Additionally, the effect of jet impingement configuration (fee jet and confined jet) on heat transfer are investigated. From the experimental results, it is found that the velocity of air jet in potential core region is uniform and has low turbulence intensity. Within the potential core region, the heat transfer coefficient increases with increasing of nozzle-to-plate spacing due to the turbulent flow enhancement near the impinging wall. Outside the potential core region, heat transfer coefficient decreases but the thermal resistance increases. As Reynolds number increases, the thermal resistance in every nozzle to plate spacing decreases. The thermal resistance reduces by 22 percent when the height of the pin-fin increases form 10 mm to 20 mm and 10 percent when the diameter of the pin-fin increases from 1.13 mm to 1.38 mm . When base area of pin-fin heat sink in the range of this study increases, the thermal resistance decreases by 30-50 percent. The overall results from this experiment can be correlated as the following equations:

For free jet

$$Nu_{free} = 2.065 \cdot \mathrm{Re}^{0.197} \cdot \left(\frac{H}{d}\right)^{-0.012} \cdot \left(\frac{h_{fin}}{t_{base}}\right)^{-0.346} \cdot \left(\frac{A_{surface}}{A_{base}}\right)^{-0.137} \cdot \left(\frac{A_{base}}{A_{nozzle}}\right)^{-0.179} \cdot \left(\frac{T_{jet}}{T_{amb}}\right)^{4.182} \cdot \left(\frac{T_{jet}}{T_{cu}}\right)^{0.270}$$

For free jet

$$Nu_{confined} = 2.086 \cdot \mathrm{Re}^{0.197} \cdot \left(\frac{H}{d}\right)^{-0.024} \cdot \left(\frac{h_{fin}}{t_{base}}\right)^{-0.245} \cdot \left(\frac{A_{surface}}{A_{base}}\right)^{-0.266} \cdot \left(\frac{A_{base}}{A_{nozzle}}\right)^{-0.252} \cdot \left(\frac{T_{jet}}{T_{amb}}\right)^{3.875} \cdot \left(\frac{T_{jet}}{T_{cu}}\right)^{0.337}$$