

TSF-235

## การศึกษาเชิงทดลองคุณสมบัติฉนวนความร้อนไหลของวัสดุพอร์นอะลูมินาคอร์ดีไรท์ แผ่นประกบชิด

### Experimental Study on Flow Insulation Properties of Adjacent Combined Cordierite Alumina Porous Plates

ปรีชา ชันติโกมล<sup>1</sup>, ไมตรี พลสงคราม<sup>1</sup>, วิวัฒน์ อภิลิทธิภักดี<sup>1</sup> และอมรทัศน์ จิวแจ่มใส<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน (RDREL) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน 744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

\*ผู้ติดต่อ: preecha@rmuti.ac.th โทรศัพท์: 080-4705287

#### บทคัดย่อ

การศึกษาเชิงทดลองคุณสมบัติความเป็นฉนวนความร้อนไหลของวัสดุพอร์นเซลลูลาร์เปิดคอร์ดีไรท์แบบแผ่นประกบชิดเป็นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ ใช้วัสดุพอร์นเซรามิกส์ชนิดอะลูมินาคอร์ดีไรท์ (Cr-Al) ที่มีค่าช่องต่อนิ้ว (PPI) 6 และ 13 และมีค่าความพอร์น (Porosity) 0.873 และ 0.870 ตามลำดับ เป็นวัสดุทดสอบความเป็นฉนวนความร้อนไหล วัสดุแต่ละแผ่นมีความหนาความหนา 10 mm เส้นผ่าศูนย์กลาง 120 mm ในการทดลองจะวางชุดแผ่นวัสดุพอร์นแบบประกบชิดจำนวนสองแผ่นที่มีค่า PPI แตกต่างกัน ดังนี้คือ Cr-Al#6/13 และ Cr-Al#13/6 ทำการวางขวางทิศทางการไหลในแนวตั้งฉากกับทิศทางการไหลของอากาศร้อน จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิอากาศร้อนตกคร่อมและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของชุดแผ่นวัสดุพอร์นแบบประกบชิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิขาเข้าและลดลงตามอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศ ซึ่งที่อุณหภูมิขาเข้าแผ่นวัสดุพอร์น 550 °C และอัตราการไหลเชิงปริมาตร 4 m<sup>3</sup>/hr ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของ Cr-Al#13/6 และ Cr-Al#6/13 มีค่า 50% และ 48% ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของ PPI ต่อตำแหน่งการวางแผ่นวัสดุพอร์นแบบประกบชิด สรุปได้ว่าวัสดุพอร์นแผ่นด้านขาเข้าควรมีค่า PPI สูงกว่าแผ่นด้านขาออก

**คำหลัก:** วัสดุพอร์น, ฉนวนความร้อนไหล, อุณหภูมิตกคร่อม, ประสิทธิภาพเชิงความร้อน, อะลูมินาคอร์ดีไรท์

#### Abstract

The experimental study of flow insulation characteristics of adjacent combined open-cellular porous material was the main aim of the present study. The examined porous material was alumina cordierite (Cr-Al) open-cellular porous material, which have pore per inch (PPI) 6 and 13, and porosity 0.873 and 0.870, respectively. The thickness and diameter were 10 mm and 120 mm, respectively. The porous plates have been combined without free space. The porous plates were also switched with different PPI as follow Cr-Al#6/13 and Cr-Al#13/6. The combined porous plates have placed normally to the flow direction. The air was used as working fluid heated by the electric heater which was controlled by

## TSF-235

the automatic temperature control. The study results showed that the air temperature drop across the porous plates and the thermal efficiency increase with the inlet temperature and decrease with increasing the air volume flow rate. At inlet air temperature 550 °C and volume flow rate 4 m<sup>3</sup>/hr, the thermal efficiency of the adjacent combined porous plates Cr-Al#13/6 and Cr-Al #6/13 were 50% and 48%, respectively. Comparison of the influence of PPI to position a porous plate, the upstream porous plate should have higher PPI than the downstream one.

**Keywords:** 3 – 5 keywords should be provided here to assist with indexing of the article.

### 1. บทนำ

วัสดุพรุนคือวัสดุที่มีอากาศหรือช่องว่างแทรกประปนอยู่ในเนื้อวัสดุที่เป็นของแข็ง มีคุณสมบัติเด่นด้านการถ่ายเทความร้อนได้แก่ การนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งจะแสดงคุณสมบัติโดดเด่นด้านการพาความร้อน เมื่อความเร็วของไหลไหลผ่านมีค่าสูงๆ ในขณะที่เดียวกันจะแสดงคุณสมบัติโดดเด่นด้านการแผ่รังสีความร้อนที่อุณหภูมิสูงๆ เมื่อเร็วๆ นี้ Viskanta [1] ได้นำเสนอคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนในวัสดุพรุนชนิดเซลลูลาร์เปิด หรือโครงข่าย ได้ให้ข้อสังเกตได้ว่า วัสดุพรุนชนิดที่มีค่าความพรุนสูงนิยมนำมาประยุกต์ใช้เป็นหัวเผา (Burner) ฉนวนความร้อน (Thermal-insulator) และ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat-exchangers) เป็นต้น

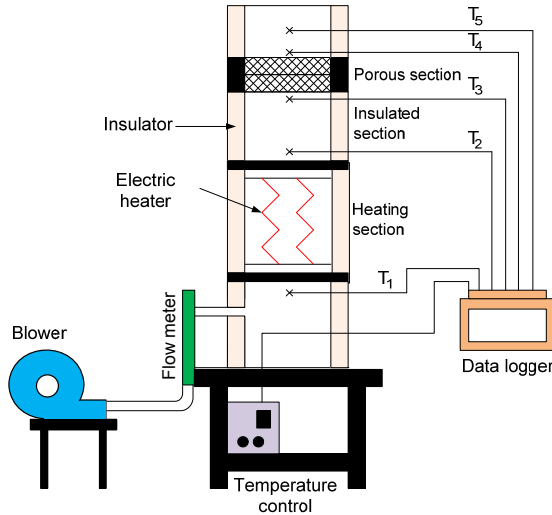
ในปี 1982 Echigo [2] ได้นำเสนอหลักการแปลงค่าเอนทาลปีเป็นรังสีความร้อนซึ่งได้ให้ชื่อว่าเป็นหลักการฉนวนความร้อนไหล (Folw-insulator) โดยได้นำแผ่นวัสดุพรุนเซลลูลาร์เปิดชนิด นิกเกิล-โครเมียม อะลูมินาความหนา 15 mm วางขวางทิศทางการไหลของแก๊สไอเสียร้อนในแนวตั้งฉาก พบว่าแก๊สไอเสียร้อนมีอุณหภูมิลดลงได้ถึง 60 เฟอร์เซนต์ ต่อมา Wang และ Tien [3] ได้ทำการศึกษาระบบนี้ต่อยอดจาก Echigo โดยได้พิจารณาเทอมกระเจิงรังสีนี้ด้วย ซึ่งได้ทำการสร้างแบบจำลองโดยใช้ Tow-flux model พบว่ามีความแม่นยำสูง และเมื่อเร็วๆ นี้ ปริซาชันติโกมล [4] ได้ทำการศึกษาความหนาของแผ่นวัสดุพรุน เซลลูลาร์เปิดชนิด Ni-Cr ที่มีผลต่อระบบการแปลงเอนทาลปี-รังสีความร้อนชนิด 2 ชั้น พบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความแม่นยำและ ต่อมา

ธีระ ฮวบขุดทด และ คณะ [5] ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเชิงการทดลองของคุณสมบัติ การเป็นฉนวนความร้อนโดยใช้วัสดุพรุนชนิดเซลลูลาร์เปิดคอร์ติไรท์แผ่นเดี่ยว วัสดุที่ทดลองมี 2 เบอร์ คือเบอร์ 6 และ 20 มีขนาดความพรุน (Porosity) 0.873 และ 0.875 ตามลำดับ พบว่าวัสดุพรุนเซลลูลาร์เปิดคอร์ติไรท์เบอร์ 20 ทำให้อุณหภูมิของอากาศร้อนลดลงได้มากกว่าวัสดุเซลลูลาร์เปิดคอร์ติไรท์เบอร์ 6 เนื่องจากวัสดุเซลลูลาร์เปิดคอร์ติไรท์เบอร์ 20 มีความพรุนมากและมีพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนได้มากกว่า แสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนสำหรับแก๊สร้อนไหลที่ดี อ่าพล ทันไชย [6] ได้ศึกษาคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนสำหรับแก๊สร้อนไหลผ่านวัสดุพรุนชนิดตาข่ายสแตนเลสแผ่นเดี่ยวพบว่า แผ่นวัสดุพรุนชนิดสแตนเลสแผ่นเดี่ยว สามารถทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนสำหรับแก๊สร้อนไหลได้ แต่จะทำหน้าที่ได้ดีที่อุณหภูมิสูงๆและความเร็วของอากาศต่ำ นอกจากนี้วัสดุพรุนที่มีจำนวนช่องต่อตารางนิ้วมากจะทำให้ประสิทธิภาพทางความร้อนได้ดีกว่า

จากข้อมูลงานวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าวัสดุพรุนมีอิทธิพลต่อการแผ่รังสีความร้อนเป็นอย่างมากสามารถนำไปใช้งานกับอุปกรณ์อุณหภูมิสูงๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาเชิงการทดลองของวัสดุพรุนเซลลูลาร์เปิดคอร์ติไรท์แบบแผ่นประกบชิด เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบอุปกรณ์ฉนวนความร้อนไหลต่อไป

## TSF-235

### 2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง



รูปที่ 1 แผนผังอุปกรณ์การทดลอง

รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์การทดลองซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ส่วนแรกเป็นส่วนความร้อน (Heating section) สูง 600 mm ส่วนที่สองเป็นส่วนฉนวนความร้อน (Thermally insulated section) สูง 300 mm และส่วนที่สามเป็นวัสดุพรุน (Porous section) ชุดอุปกรณ์ทำจากท่อสแตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 130 mm หนา 2 mm ติดตั้งฉนวนกันความร้อนและภายนอกท่อโดยใช้ฉนวนชนิดไฟเบอร์เซรามิก (Ceramic fiber) วัสดุพรุนเป็นวัสดุพรุนชนิดเซลล์ลูลาร์เปิดเซรามิกคอร์ติไรท์อะลูมินา 2 เบอร์ ใช้แบบประกบชิด โดยใช้อากาศเป็นสารทำงานใช้ Blower ดูดอากาศเข้าระบบผ่านชุดทำความร้อนไฟฟ้า ซึ่งถูกควบคุมโดยชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ อากาศร้อนจะไหลผ่านวัสดุพรุนซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนไหลที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของส่วนฉนวนความร้อน (Thermal insulated section) ใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K วัดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าระบบ อากาศก่อนเข้าสู่ทำความร้อน ออกจากชุดทำความร้อน ตำแหน่งก่อนแผ่นวัสดุพรุนและออกแผ่นวัสดุพรุน ดังรูปที่ 1 ซึ่งจะทำการควบคุมอุณหภูมิตำแหน่งก่อนเข้าสู่วัสดุพรุน

และจะทำการตรวจวัดที่จุด  $T_1$  ก่อนเข้าห้องทำความร้อน ที่จุด  $T_2$  ออกจากห้องทำความร้อน จุดที่  $T_3$  ก่อนเข้าสู่ชุด 2 mm ที่จุด  $T_4$  ออกจากวัสดุพรุน 2 mm และจุด  $T_5$  ออกจากระบบ และทำการวิเคราะห์โครงสร้างอุณหภูมิของอากาศที่เปลี่ยนแปลงในระบบ วิเคราะห์อุณหภูมิตกคร่อมชุดแผ่นวัสดุพรุน และทำการคำนวณหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของชุดฉนวนความร้อน อุปกรณ์และรายละเอียดสรุปได้ดังต่อไปนี้

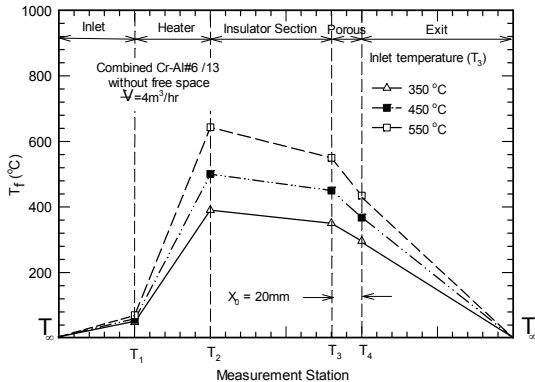
### 3. ผลและการวิเคราะห์

#### 3.1 โครงสร้างอุณหภูมิ

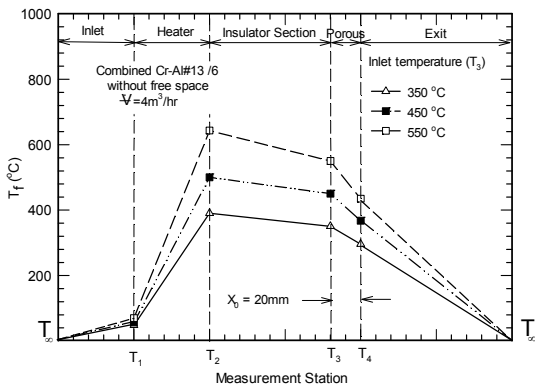
รูปที่ 2-4 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิอากาศขาเข้า ( $T_3$ ) ต่อโครงสร้างอุณหภูมิอากาศภายในชุดทดลอง ตั้งแต่เข้าสู่ชุด (  $T_{in}$  ) ผ่านชุดทำความร้อน ส่วนฉนวนความร้อน ชุดวัสดุพรุน และออกสู่บรรยากาศ (  $T_{out}$  ) ใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K วัดค่าอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งบรรยากาศ (  $T_{out}$  ) ก่อนเข้าสู่ชุดทำความร้อน ( $T_1$ ) ออกจากชุดทำความร้อน ( $T_2$ ) ก่อนเข้าสู่ชุดวัสดุพรุน ( $T_3$ ) และออกจากวัสดุพรุน ( $T_4$ ) โดยทำการวัด ณ จุดกึ่งกลางท่อ จากผลการวัดอุณหภูมิพบว่า อุณหภูมิอากาศก่อนเข้าสู่ชุดทำความร้อน ( $T_1$ ) มีค่าสูงขึ้นตามอุณหภูมิขาเข้าสู่วัสดุพรุน ( $T_3$ ) สูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศ (  $T_{out}$  ) เนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนย้อนกลับของชุดทำความร้อน อุณหภูมิอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนไหลเข้าสู่ชุดทำความร้อนไฟฟ้า เมื่ออากาศไหลเข้าสู่ชุดทำความร้อนไฟฟ้า มีการถ่ายเทความร้อนจากชุดทำความร้อนสู่อากาศทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ณ ตำแหน่งออกจากชุดทำความร้อน ( $T_2$ ) สังเกตได้ว่า มีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิขาเข้าสู่ชุดวัสดุพรุนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพบอีกว่ามีค่าสูงกว่าอุณหภูมิ ( $T_3$ ) เป็นผลจากการแผ่รังสีความร้อนจากชุดวัสดุพรุน (ฉนวนความร้อนไหล) เสริมให้ ( $T_2$ ) มีค่าสูงขึ้น เมื่ออากาศร้อนไหลเข้าสู่ชุดวัสดุพรุนจะทำการถ่ายเทพลังงานความร้อนสู่แผ่นวัสดุพรุนด้วยการพาความร้อน ส่งผลให้อากาศร้อนมีอุณหภูมิลดลง และวัสดุพรุนมีอุณหภูมิสูงขึ้น เป็นผลให้มีการแผ่รังสีความร้อน

## TSF-235

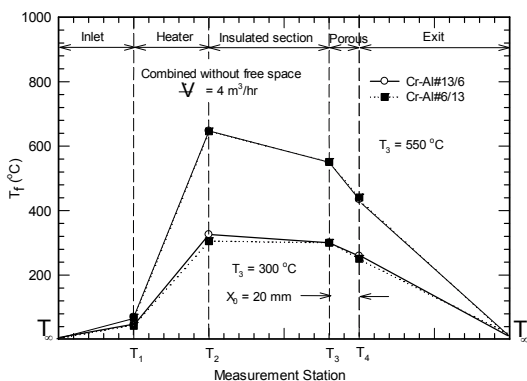
ร้อนย้อนกลับไปห้องฉนวนความร้อนส่งเสริมให้อุณหภูมิอากาศในส่วนนี้มีค่าสูงขึ้น



รูปที่ 2 อิทธิพลของอุณหภูมิอากาศเข้าวัสดุพอร์น (T<sub>3</sub>) ต่อโครงสร้างอุณหภูมิอากาศภายในชุดทดลองวัสดุพอร์นแผ่นประกบชนิด Cr-Al#6/13



รูปที่ 3 อิทธิพลของอุณหภูมิอากาศเข้าวัสดุพอร์น (T<sub>3</sub>) ต่อโครงสร้างอุณหภูมิอากาศภายในชุดทดลองวัสดุพอร์นแผ่นประกบชนิด Cr-Al#13/6

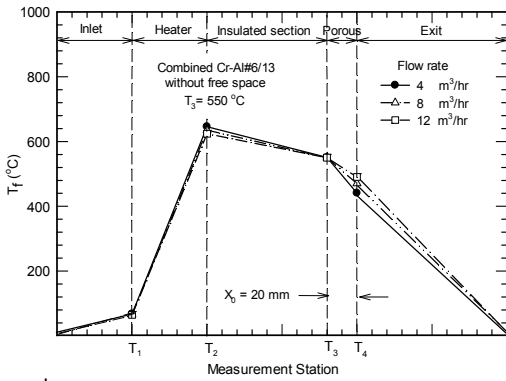


รูปที่ 4 เปรียบเทียบโครงสร้างอุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในชุดทดลองวัสดุพอร์นแผ่นประกบชนิด Cr-Al#13/6 กับ Cr-Al#6/13

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิ ณ ทางออกชุดทำความร้อนไฟฟ้า (T<sub>2</sub>) ซึ่งเป็นอุณหภูมิอากาศในห้องฉนวนความร้อน สังเกตเห็นว่าอุณหภูมิ (T<sub>2</sub>) มีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิติดคร่อมแผ่นวัสดุพอร์น ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากที่อุณหภูมิอากาศเข้าสูงๆ เนื่องจากผลของการแผ่รังสีความร้อนย้อนกลับของชุดวัสดุพอร์น เมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิแตกต่างในห้องฉนวนความร้อนสำหรับแผ่นวัสดุแบบประกบชนิด Cr-Al#6/13 (Composite without free space) ซึ่งใช้ Cr-Al#6 วางด้านหน้าและ Cr-Al#13 วางด้านหลัง พบว่าที่ T<sub>3</sub> = 550 °C อุณหภูมิแตกต่างในห้องฉนวนความร้อน (T<sub>2</sub>-T<sub>3</sub>) มีค่าสูงกว่ากรณี T<sub>3</sub> = 300 °C 48% ในขณะที่วัสดุแผ่นประกบชนิด Cr-Al#13/6 อุณหภูมิแตกต่างในห้องฉนวน (แสดงถึงปริมาณพลังงานที่กักเก็บได้) ที่ (T<sub>3</sub>) 550 °C มีค่าใกล้เคียงกับกรณี Cr-Al#6/13 ดังรูปที่ 4 อธิบายได้ว่ากรณีวัสดุพอร์นแผ่นประกบชนิดสำหรับวัสดุพอร์นเซรามิกส์ที่มีค่า PPI และค่าความพรุน (Φ) แตกต่างกัน โดยทำการสลับแผ่นวัสดุพอร์นที่มีค่าความหนาเท่ากัน (10 mm) มีผลที่ใกล้เคียงกันแสดงว่าการสลับไม่มีผลต่อคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนไหล

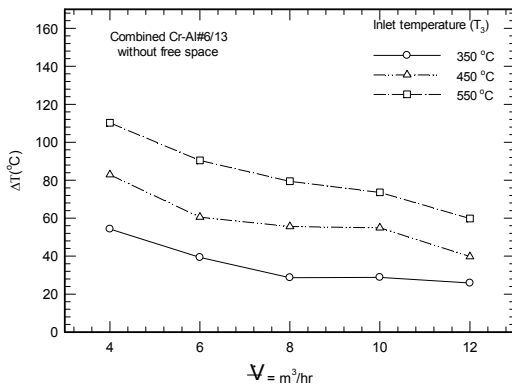
รูปที่ 5 แสดงอิทธิพลของอัตราการไหลเชิงปริมาตรต่อโครงสร้างอุณหภูมิอากาศภายในชุดทดลองผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการลดลงของโครงสร้างอุณหภูมิภายในชุดอุปกรณ์การทดลอง แสดงว่าสัดส่วนปริมาณพลังงานส่วนใหญ่ได้ถูกพาออกไปโดยโมเลกุลของอากาศ มีการแลกเปลี่ยนพลังงานจากอากาศร้อนสู่วัสดุพอร์นได้ในสัดส่วนที่ลดลง ส่งผลให้สัดส่วนพลังงานที่แผ่นวัสดุพอร์นแผ่ออกมายังห้องฉนวนความร้อนลดลง

## TSF-235

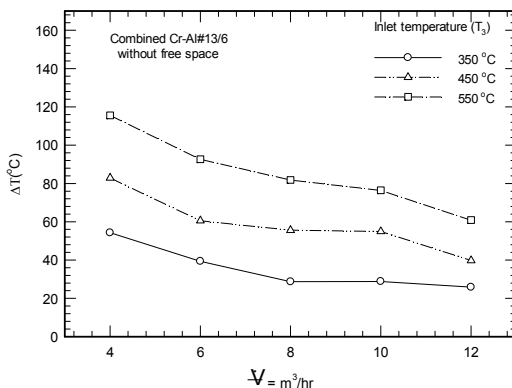


รูปที่ 5 อิทธิพลของอัตราการไหลเชิงปริมาตรต่อโครงสร้างอุณหภูมิอากาศภายในชุดทดลองแบบประกบชิด Cr-Al#6/13

### 3.2 อุณหภูมิติดคร่อม



รูปที่ 6 อิทธิพลของอัตราการไหลต่ออุณหภูมิติดคร่อมวัสดุพอรุนแบบแผ่นประกบชิด Cr-Al#6/13



รูปที่ 7 อิทธิพลของอัตราการไหลต่ออุณหภูมิติดคร่อมวัสดุพอรุนแบบแผ่นประกบชิด Cr-Al#13/6

รูปที่ 6 และ 7 แสดงอิทธิพลของอัตราการไหลต่ออุณหภูมิติดคร่อมในแผ่นวัสดุพอรุนภายในชุดแผ่นวัสดุพอรุนประกบชิด (Combined without free space) ของวัสดุพอรุน โดยทำการสลับวัสดุทั้งสองชนิด ดังนี้คือ แผ่นประกบ Cr-Al#6 อยู่ด้านทางเข้า กับ Cr-Al#13 อยู่ด้านทางออก (Combined Cr-Al#13/6 without free space) และแผ่นประกบ Cr-Al#6 อยู่ด้านทางเข้าและ Cr-Al#13 อยู่ด้านทางออก (Combined Cr-Al#6/13 without free space) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิติดคร่อมในชุดแผ่นวัสดุพอรุนลดลงตามอัตราการไหลของอากาศที่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลเชิงปริมาตรที่ลดลง ซึ่งยังเกิดเห็นว่าจะมีค่าสูงที่อัตราการไหลต่ำๆ และอุณหภูมิสูงๆ จากกราฟจะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิทางเข้า ( $T_3$ ) = 350 °C, 450 °C และ 550 °C ที่อัตราการไหล 4 m<sup>3</sup>/hr จะมีอุณหภูมิติดคร่อมแผ่นวัสดุ 54 °C, 82 °C และ 115 °C ตามลำดับ และแบบแผ่นประกบชิด Cr-Al#6/13 ที่อุณหภูมิทางเข้า ( $T_3$ ) = 350 °C, 450 °C และ 550 °C ที่อัตราการไหล 4 m<sup>3</sup>/hr จะมีอุณหภูมิติดคร่อมแผ่นวัสดุ 53 °C, 82 °C, และ 110 °C ตามลำดับ

### 3.3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อน

ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (Heat efficiency,  $\eta_T$ ) สามารถหาได้จากสัดส่วนของพลังงานที่วัสดุพอรุนกักเก็บได้ [ $\dot{q}_{porous} = \dot{m}c_p(T_4 - T_3)$ ] ต่อพลังงานที่ป้อนเข้าระบบ [ $\dot{q}_{total} = \dot{m}c_p(T_4 - T_1)$ ] ดังนี้

$$\eta_T = \frac{\dot{q}_{porous}}{\dot{q}_{total}} = \frac{T_4 - T_3}{T_4 - T_1}$$

เมื่อ  $T_1, T_3$  และ  $T_4$  คือ อุณหภูมิก่อนเข้าชุดทำความร้อน ก่อนเข้าแผ่นวัสดุพอรุน และหลังออกจากชุดวัสดุพอรุนตามลำดับ ผลจากการศึกษาได้แสดงในรูปที่ 8 และ 9 ซึ่งแสดงอิทธิพลของอัตราการไหลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน ( $\eta_T$ ) ภายในชุดทดลองของวัสดุพอรุน



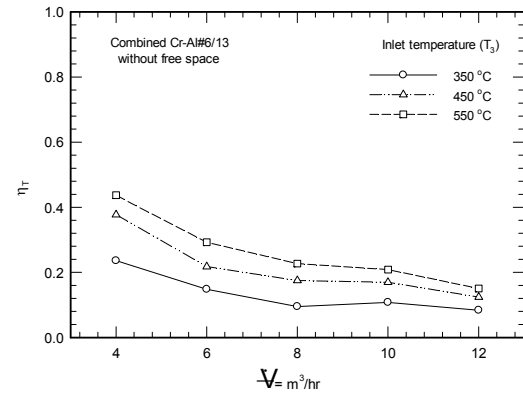
## TSF-235

แบบประกบชิด (Composite without free space) พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัสดุพอร์นจะมีแนวโน้มเช่นเดียวกับอุณหภูมิตกคร่อมแผ่นวัสดุพอร์น ซึ่งประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะเพิ่มตามอุณหภูมิตกคร่อมแผ่นวัสดุพอร์น พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิของอากาศร้อนและมีค่าลดลงตามอัตราการไหลของอากาศเพิ่มขึ้น ซึ่งประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะลดลงมากในช่วงแรกเมื่ออัตราการไหลเชิงปริมาตร 8 m<sup>3</sup>/hr และจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ เช่นเดียวกับอุณหภูมิตกคร่อม เนื่องจากที่ความเร็วอากาศต่ำสัดส่วนของพลังงานของอากาศร้อนที่ถ่ายเทให้กับวัสดุพอร์นโดยการพาทำได้มาก เนื่องจากมีเวลามากพอในการแลกเปลี่ยนความร้อน จึงทำให้อุณหภูมิตกคร่อมแผ่นวัสดุพอร์นมากขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่เดียวกันเมื่อความเร็วอากาศร้อนเพิ่มขึ้น สัดส่วนพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทให้กับแผ่นวัสดุพอร์น เมื่อเทียบกับพลังงานที่ไหลไปกับอากาศมีค่าน้อยลง ถึงแม้ว่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทให้กับวัสดุพอร์นจะมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามปรากฏการณ์นี้มีผลให้อุณหภูมิตกคร่อมแผ่นวัสดุพอร์นต่ำลง จากผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าที่ความเร็วของอากาศสูง สัดส่วนพลังงานที่ถ่ายเทให้กับวัสดุพอร์นต่อพลังงานที่พาออกไปโดยอากาศจะมีค่าคงที่ ส่งผลให้ความเร็วไม่มีผลต่ออุณหภูมิตกคร่อมหรือมีผลน้อยเมื่ออัตราการไหลเชิงปริมาตรมากกว่า 8 m<sup>3</sup>/hr

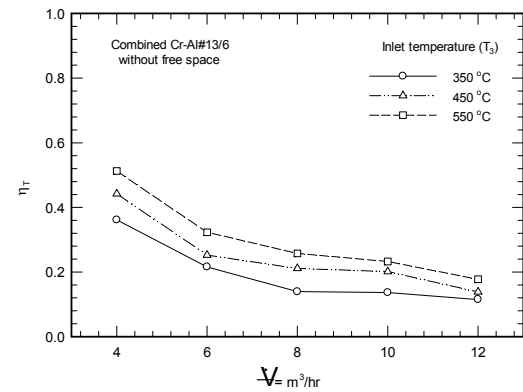
### 4. สรุปผล

การศึกษาเชิงทดลองคุณสมบัติความเป็นฉนวนความร้อนไหลของวัสดุพอร์นเซลลูโลสเปิดคอร์ติไรท์แบบประกบชิด ใช้วัสดุพอร์นเซรามิกสังเคราะห์ อะลูมินาคอร์ติไรท์ (Cr-Al) ที่มีค่าช่องต่อนิ้ว (PPI) 6 และ 13 และมีค่าความพรุน (Porosity) 0.873 และ 0.870 ตามลำดับ เป็นวัสดุทดสอบความเป็นฉนวนความร้อนไหล ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวัสดุพอร์นชนิดนี้สามารถทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนไหลได้เป็นอย่างดี ซึ่งการประกบชิดมีผลต่อคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนไหลได้ดีขึ้น อุณหภูมิอากาศร้อน

ตกคร่อมและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของชุดแผ่นวัสดุพอร์นแบบประกบชิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิขาเข้าและลดลงตามอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศ เมื่อทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของ PPI ต่อตำแหน่งการวางแผ่นวัสดุพอร์นแบบประกบชิด สรุปได้ว่าวัสดุพอร์นแผ่นด้านขาเข้าควรมีค่า PPI สูงกว่าแผ่นด้านขาออก



รูปที่ 8 อิทธิพลของอัตราการไหลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน (η<sub>T</sub>) ของวัสดุพอร์นแบบแผ่นประกบชิด Cr-Al#6/13



รูปที่ 9 อิทธิพลของอัตราการไหลต่อประสิทธิภาพเชิงความร้อน (η<sub>T</sub>) ของวัสดุพอร์นแบบแผ่นประกบชิด Cr-Al#13/6

### 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประจำปี 2557 ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งได้แก่นายชัยพร สารชัย นายมานะ ไทธานี และนายอภิเดช

## TSF-235

พิมพ์มาศ ในการช่วยสร้างอุปกรณ์การทดลองและ  
เก็บข้อมูลการทดลอง

### 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Viskanta R. (2009). Overview of radiative transfer in cellular porous materials, *in: Proc. ASME 2009 Heat Transfer Summer Conf.*, pp.1-9.
- [2] Echigo, R. (1982). Effective Energy Conversion Method between Gas Enthalpy and Thermal Radiation and Application to Industrial Furnaces. *Proc.7th Int. Heat Transfer Conf.*, Vol. 6, pp. 361-366.
- [3] Wang, K. Y. and Tien C. L. (1984). Thermal insulation in flow system: Combined radiation and convection through a porous segment, *ASME. J. Heat Transfer*, Vol. 106, pp. 453-459.
- [4] ปรีชา ชันติโกมล. (2010). การวิเคราะห์ความหนาของแผ่นวัสดุพอรูนในระบบแปลงเอนทาลปีของก๊าซเป็นรังสีความร้อนหลายชั้นโดยใช้วัสดุพอรูนชนิดโฟมเซลล์เปิด Ni-Cr. *วารสาร มทร.อีสาน*, ปีที่ 3. ฉบับที่ 2, หน้า 22-35
- [5] ชีระ ฮวบขุนทด, บัณฑิต กฤตาคม และปรีชา ชันติโกมล. (2012). การศึกษาเชิงการทดลองคุณสมบัติจนวนความร้อนไหลของวัสดุพอรูนชนิดเซลล์เปิดคอร์ดไฟร์ที่แผ่นเดียว. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย*, ครั้งที่ 8. ENETT8-EMO7
- [6] อ่ำพล ทันไชย, วสันต์ ศรีเมือง และปรีชา ชันติโกมล. (2012). การศึกษาเชิงการทดลองคุณสมบัติจนวนความร้อนไหลของวัสดุพอรูนชนิดตาข่ายสแตนเลสแผ่นเดียว. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย*, ครั้งที่ 8. ENETT8-EMO6