บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

5.1.1 ผลของอุณหภูมิส่วนทำระเหยที่มีต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤตคือ ก่อนเกิดสภาวะวิกฤตนั้นรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นเป็นการไหลแบบสลักและเปลี่ยนเป็นการไหลแบบสลักผสมกับแบบโพรงเมื่อเกิดสภาวะวิกฤต แต่เมื่อเกิดสภาวะวิกฤตแล้วรูปแบบจะเปลี่ยนเป็นการไหลแบบวงแหวนโดยจำนวนโค้งเลี้ยวและสารทำงานไม่ทำให้รูปแบบการไหลที่สภาวะวิกฤตเปลี่ยนแปลง

- สาเหตุของการเกิดสภาวะวิกฤตของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดเกิดจากปรากฏการณ์การท่วม โดยเกิดขึ้นที่ต่ำกว่าปากทางเข้าส่วนทำระเหยลงมา 27 มิลลิเมตร

- เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับการทดลองและสมการสหสัมพันธ์ของ Katpradit et al. (submitted)พบว่าสอดคล้องกัน

5.1.2 ผลของจำนวนโค้งเลี้ยวที่มีต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต

- จำนวนโค้งเลี้ยวเพิ่มขึ้นจาก 5 โค้งเลี้ยวเป็น 10 โค้งเลี้ยว ทั้งสาร MP39 และ HP62 รูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นที่สภาวะวิกฤตเป็นการไหลแบบโพรง ดังนั้นจำนวนโค้งเลี้ยวไม่ทำให้รูปแบบการไหลที่สภาวะวิกฤตเปลี่ยนแปลง

- สาเหตุของการเกิดสภาวะวิกฤตของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดยังคงเกิดจากปรากฏการณ์การท่วม โดยเกิดขึ้นที่ปากทางเข้าส่วนทำระเหยโดยเกิดที่ต่ำกว่าปากทางเข้าส่วนทำระเหยลงมา 25 มิลลิเมตร

- เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับการทดลองและสมการสหสัมพันธ์ของ Katpradit et al. (submitted) พบว่าสอดคล้องกัน

5.1.3 ผลของสารทำงาน ที่มีต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต

- สารทำงานไม่มีผลต่อรูปแบบการไหลของท่อความร้อนแบบสั้นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต จากงานวิจัยที่มุมเอียง 0 องศาจะเห็นได้ว่าสารทำงานที่เป็นทั้ง MP 39 และ HP62 รูปแบบการไหลที่สภาวะวิกฤตนั้นเป็นแบบ Film dryout เมื่อมุมเอียงเพิ่มขึ้นเป็น 10 องศารูปแบบการไหลเป็นแบบ Flooding ส่วนมุมเอียงที่อยู่ระหว่าง 0 – 10 องศารูปแบบการไหลจะเป็นช่วงแปรเปลี่ยนระหว่าง Film dryout และ Flooding เมื่อมุมเอียงเพิ่มจาก 10 – 90 องศารูปแบบการไหลจะเป็นแบบFlooding

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทุกมุมเอียงการทำงานแต่ยังไรก็ตามยังพบว่าสารทำงานทีมีค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนวิกฤตสูงด้วยซึ่งเกิดขึ้นทั้งในช่วงการเกิด Film dryout และช่วงการเกิด Flooding

- เมื่อสารทำงานเปลี่ยนจาก MP39 เป็น HP62 สาเหตุของการเกิดสภาวะวิกฤตไม่เปลี่ยนแปลง โดยยังคงเกิดขึ้นจากปรากฏการณ์การท่วมที่บริเวณปากทางเข้าส่วนทำระเหย ลงมา 25 มิลลิเมตร

- เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับการทดลอง และสมการสหสัมพันธ์ของ Katpradit et al. (submitted) พบว่าสอดคล้องกัน

5.1.4 ผลของมุมเอียง ที่มีต่อรูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต

มุมเอียงมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนวิกฤตเมื่อมุมเอียงอยู่ที่ 0 องศาปรากฏการณ์จะเป็นFilm dryout เมื่อเพิ่มมุมเอียงจาก 0 -10 องศาปรากฏการณ์จะเปลี่ยนจาก Film dryout เป็น Flooding เนื่องจากมีความหนาของฟิล์มที่ด้านบนมากขึ้น ทำให้ค่าความร้อนวิกฤตมีค่าค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มมุมเอียงขึ้นไปอีกจาก 10 – 40 องศาปรากฏการณ์ยังคงเป็น Flooding ค่าความร้อนวิกฤตมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นเมื่อมุมเอียงเพิ่มขึ้นจาก 40 – 60 องศาปรากฏการณ์ยังคงเป็น Flooding แต่ เป็นช่วงที่ค่าความร้อนจากความหนาของฟิล์มมาสมดุลกับค่าความร้อนจากการไหลสวนทางของ การไหลแบบวงแหวนซึ่งเป็นช่วงที่ค่าความร้อนวิกฤตมีค่าสูงสุดหลังจากนั้นเมื่อเพิ่มมุมเอียงขึ้นไปเป็น 60 – 90 องศาปรากฏการณ์ยังคงเป็น Flooding รูปแบบการไหลจะเปลี่ยนจากการไหลแบบแยกชั้นเป็นการไหลแบบสวนทาง ดังนั้นทำให้เกิดการท่วมได้ง่ายขึ้นค่าความร้อนวิกฤตมีค่าลดลง

- สาเหตุของการเกิดสภาวะวิกฤตของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดยังคงเกิดจากปรากฏการณ์การท่วม โดยเกิดขึ้นที่ต่ำกว่าปากทางเข้าส่วนทำระเหย ลงมา 15 มิลลิเมตรที่มุมเอียง 90 องศาและ 27 มิลลิเมตรที่มุมเอียง 60 องศาและ 25 มิลลิเมตรที่มุมเอียง 40 องศา

ดังนั้นในภาพรวมแล้วสามารถสรุปได้ว่า

1.สาเหตุของการเกิดสภาวะวิกฤตของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด เกิดจากปรากฏการณ์การท่วมที่ปากทางเข้าส่วนทำระเหย เมื่อมุมเอียงลดลงระยะการท่วมก็จะต่ำลงมาด้านล่างของส่วนทำระเหยด้วย

2.รูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤต ไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนโค้งเลี้ยวและสารทำงาน แต่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ส่วนทำระเหย

3. รูปแบบการไหลภายในท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดที่สภาวะวิกฤตเปลี่ยนแปลงจากการไหลแบบโพรงไปเป็นการไหลแบบวงแหวน เมื่ออุณหภูมิที่ส่วนทำระเหย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เพิ่มขึ้น

4.สมการสหสัมพันธ์ของ Katpradit et al.(submitted) พบว่าสอดคล้องกันดี

ข้อเสนอแนะ

ท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดเป็นท่อความร้อนที่มีประสิทธิภาพในการส่งถ่ายความร้อนที่ดี และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมากมาย เช่น การระบายความร้อนในอุปกรณ์อิเลคทรอนิค และการใช้เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แต่การศึกษาถึงสภาวะวิกฤตของท่อความร้อนแบบสั่นนั้นยังมีข้อมูลไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษาถึงสภาวะวิกฤตจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อให้ทราบถึงขีดจำกัดในการทำงานของท่อความร้อนแบบสั่น และการศึกษาเชิงทัศน์นั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งเพื่อที่จะทำให้ทราบถึงสาเหตุของการเกิดสภาวะวิกฤตของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิด ทำให้สามารถกำหนดช่วงการทำงานของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดได้ รวมทั้งยังสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายสมรรถนะการทำงานของท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดได้ ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับท่อความร้อนแบบสั่นปลายปิดนั้นควรมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยต่อไปดังนี้

5.2.1 การศึกษาเชิงทัศน์นั้นเป็นการศึกษาเพื่อหาสาเหตุของปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งภาพที่ได้จากการทดลองนั้นต้องมีความคมชัด ดังนั้นผู้ค้นคว้าต้องทำการศึกษาวิธีการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการทดลองต่างๆให้ละเอียด เพื่อให้เกิดความชำนาญและลดความผิดพลาดในการทดลองให้น้อยที่สุด

5.2.2 ควรมีการศึกษาถึงผลของมุมเอียงที่มุมเอียงอื่น และผลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีต่อรูปแบบการไหลที่สภาวะวิกฤต รวมทั้งศึกษาถึงท่อความร้อนแบบสั่นชนิดอื่นต่อไป

5.2.3 ควรมีการศึกษาถึงการประยุกต์ใช้งานท่อความร้อนแบบสั่นเพื่อใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของท่อความร้อนแบบสั่นให้มากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved