หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ข้อสรุป และ ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดสอบ

1. ประสิทธิภาพของตัวแลกเปลี่ยนความร้อน

สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนทั้ง 3 ประเภทจะลดลงเมื่ออัตราการไหลของอากาศเพิ่มขึ้น และไม่ขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศทั้ง 3 ฤดู แต่จะขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมด สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลทั้งหมดและพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน กล่าวคือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีค่าผลคูณของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมด กับพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนมาก ก็จะมีการถ่ายเทความร้อนมากทำให้มีประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิสูง ทำนองเดียวกันตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีผลคูณของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลทั้งหมด กับพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนมาก ก็จะมีการถ่ายเทความชื้นมาก ทำให้มีประสิทธิภาพเชิงความชื้นมาก สำหรับผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิพบว่า เมื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์การพาความร้อนโดยการเปลี่ยนขนาดลอนของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนจากลอนใหญ่เป็นลอนเล็ก ทำให้ประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะลอนขนาดเล็กทำให้พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนมีมากขึ้น ทำให้มีการถ่ายเทความร้อนได้มาก ส่วนผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเชิงความชื้นพบว่าเมื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์การซึมผ่านไอน้ำในกระดาษโดยการเปลี่ยนชนิดของกระดาษแผ่นเรียบจากกระดาษที่มีสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของไอน้ำน้อย เป็นกระดาษที่มีสัมประสิทธิ์การซึมผ่านไอน้ำมากทำให้ประสิทธิภาพเชิงความชื้นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะว่ากระดาษที่มีสัมประสิทธิ์การซึมผ่านไอน้ำมาก ทำให้มีการถ่ายเทความชื้นได้มาก เช่นเดียวกับกระดาษคราฟท์ที่ใช้ในการทดสอบ เป็นกระดาษที่มีสัมประสิทธิ์การซึมผ่านไอน้ำมาก ดังนั้นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ ตัวที่สร้างขึ้นจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์ และผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทั้ง 3ประเภทของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นกับตัวแลกเปลี่ยนที่ทำจากกระดาษญี่ปุ่น มีดังนี้

1.1 ประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิ

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิ ของตัวแลกเปลี่ยน

ความร้อนที่ทำจากกระดาษญี่ปุ่นพบว่า ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์มีประสิทธิภาพต่ำกว่า 5% ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษบางมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 9% ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์มีประสิทธิภาพต่ำกว่า16% ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษลอกลายมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 19% ตามลำดับ

1.2 ประสิทธิภาพเชิงความชื้น

เมื่อเปรียบเทียบตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้น กับตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษญี่ปุ่น พบว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่า โดยที่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์ มีประสิทธิภาพต่ำกว่า 1 % ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษบางมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 2 % ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์มีประสิทธิภาพต่ำกว่า10 % ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษลอกลายมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 11 % ตามลำดับ

1.3 ประสิทธิภาพเชิงเอนทาลพี

ให้ผลเช่นเดียวกับประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิ และประสิทธิภาพเชิงความชื้นคือ เมื่อเปรียบเทียบตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้น กับตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษญี่ปุ่น พบว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่า โดยที่ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์มีประสิทธิภาพต่ำกว่า 2 % ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษบางมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 4 % ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์มีประสิทธิภาพต่ำกว่า 9% ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษลอกลายมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 12 % ตามลำดับ

2. ปริมาณความร้อนที่ประหยัดได้

สรุปได้ว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูง จะประหยัดพลังงานความร้อนได้มากกว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีประสิทธิภาพต่ำ กล่าวคือ ปริมาณความร้อนที่ประหยัดได้มากเกิดจากตัวแลกเปลี่ยนความร้อน มีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนทั้งหมด และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความชื้นสูง จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแลกเปลี่ยนความร้อน พบว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ กระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์ ดังนั้นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษคราฟท์จะประหยัดพลังงานได้สูงสุด และผลการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนทั้ง 3 แบบที่เกิดขึ้นในตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้น กับตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษญี่ปุ่น มีดังนี้

2.1 ความร้อนสัมผัส

ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สามารถถ่ายเทความร้อนสัมผัสได้สูงสุดคือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษญี่ปุ่น(803 KJ/hr.) รองอันดับหนึ่งคือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบ ซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์(673 KJ/hr.) รองอันดับสอง คือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษบาง (607KJ/hr.) รองอันดับสาม คือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์(455 KJ/hr.) อันดับสุดท้าย คือ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจาก กระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบ ซึ่งเป็นกระดาษลอกลาย (412 KJ/hr.)

2.2 ความร้อนแฝง

การถ่ายเทความร้อนแฝงของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนทั้ง 5ชนิดให้ผลเช่นเดียวกันกับการถ่ายเทความร้อนสัมผัสกล่าวคือ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษญี่ปุ่นเป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ สามารถถ่ายเทความร้อนแฝงได้สูงสุด(3257 KJ/hr.) รองลงมาคือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์ (2961 KJ/hr.) รองอันดับสองคือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษบาง(2937 KJ/hr.) รองอันดับสาม คือตัวแลกเปลี่ยน

ความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์ (2148 KJ/hr.) อันดับสุดท้าย คือ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบเป็นกระดาษลอกลาย(2085 KJ/hr.)

2.3 ความร้อนรวม

ความร้อนรวมเท่ากับผลรวมของความร้อนสัมผัสกับความร้อนแฝง ดังนั้นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สามารถนำมาใช้ในการถ่ายเทความร้อนได้มากที่สุด คือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษญี่ปุ่น(4060 KJ/hr.) รองลงมาคือ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบ ซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์(3634 KJ/hr.) รองอันดับสองคือ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน ที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษบาง(3116 KJ/hr.) รองอันดับสาม คือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบซึ่งเป็นกระดาษคราฟท์(2604 KJ/hr.) อันดับสุดท้าย คือตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนใหญ่ปิดด้วยกระดาษแผ่นเรียบ ซึ่งเป็นกระดาษลอกลาย (2498 KJ/hr.)

สรุปตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดลงบนกระดาษคราฟท์จะเป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สามารถนำความร้อนกลับคืนมาได้มากที่สุด โดยมีความร้อนสัมผัสกลับคืนมาสูงสุด 673 KJ/hr.ความร้อนแฝงกลับคืนมาสูงสุด 2962 KJ/hr. ความร้อนรวมกลับคืนมาสูงสุด 3635 KJ/hr. ที่อัตราการไหลของอากาศ 180 m^3/hr. ในฤดูร้อนอุณหภูมิภายนอก 35°C db/32°C wb และ อุณหภูมิภายใน 25°C db/20°C wb

2.4 สรุปผลการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ประหยัดได้ของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากวัสดุภายในประเทศจะต่ำกว่าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากต่างประเทศซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สินค้าคิดเป็นเปอร์เซนต์เรียงลำดับดังนี้

ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว
ลอนเล็ก+คราฟท์	10.46	12.58	8.5
ลอนเล็ก+บาง	12.68	16.46	18.57
ลอนใหญ่+คราฟท์	35.80	39.40	38.69
ลอนใหญ่+ลอกลาย	38.40	39.87	39.28

3 สมการความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์

สรุปสมการความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ทางด้านความร้อน เพื่อใช้ในการออกแบบตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นมีครีบได้ดังนี้

$$Nu = 2.546 \times (Re \times Pr)^{0.35} \times (dh/l)^{0.35}$$

โดยที่ $60<Re<600$ และ $Pr = 0.7$ ซึ่งค่า $R^2 = 0.98$

นอกจากนี้สมการความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ทางด้านความชื้นเพื่อใช้ในการออกแบบตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นมีครีบได้ดังนี้

$$Sh = 0.0004 \times (Re \times Sc)^{0.287} \times (dh/l)^{0.287}$$

โดยที่ $60<Re<600$ และ $Sc=0.7$ ซึ่งค่า $R^2 = 0.9$

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ยังมีเรื่องที่ควรศึกษาอีกมาก ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการสร้างตัวแลกเปลี่ยนความร้อนจากวัสดุที่มีในประเทศขึ้นเปรียบเทียบ กับตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจากประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีประสิทธิภาพสูง แต่มีอยู่สิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยยังมิได้นำมาใช้เพื่อป้องกันเรื่องฝุ่นนั้นคือแผ่นกรองอากาศจึงขอเสนอแนะให้ทำการทดสอบถึงอายุการใช้งานของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนเมื่อนำแผ่นกรองอากาศมาใช้