Energy Recovery Wheel มีความคุ้มค่าไหม

ตุลย์ มณีวัฒนา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์: 0-2218-6640 E-mail: tul.m@chula.ac.th

1. บทนำ

Energy Recovery Wheel (ERW) ที่จะกล่าวถึงในบทความนี้ (ตามรูปที่ 1) คือ Air-to-air Heat Exchanger ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในอาคารขนาดใหญ่เพื่อการประหยัดพลังงานในระบบระบายอากาศ Air-to-air Heat Exchanger ชนิดนี้นิยมใช้ในกรณีที่ไม่ต้องมีความเป็นห่วงในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ Cross Contamination ระหว่างอากาศระบาย (Exhaust Air) กับอากาศภายนอก (Outdoor Air) มากนัก เช่น ในกรณีของอาคารสำนักงาน เป็นต้น

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ผู้เขียนได้มีโอกาสไปดูการติดตั้งระบบปรับอากาศในอาคารขนาดใหญ่หลายหลังในเขตกรุงเทพมหานคร สิ่งหนึ่งที่ได้พบเห็นและรู้สึกขัดข้องใจอยู่บ่อยครั้งคือพบว่าในบรรดาอาคารเหล่านี้มีหลายหลังที่มีความเหมาะสมและน่าที่จะมีการติดตั้งใช้งาน ERW แต่กลับไม่มีการนำเอา ERW มาใช้งาน จากการสอบถามจึงได้ทราบว่าผู้ออกแบบมักจะบอกว่า “คิดว่าไม่คุ้มทุน” จึงไม่ได้นำมาใช้งาน เรื่องความคุ้มทุนของ ERW นี้ ผู้เขียนเองก็เคยศึกษามาบ้างแล้วในอดีต แต่ก็เป็นเวลานานมากแล้ว ในอดีตเองเท่าที่ผู้เขียนจำความได้ ERW เหล่านี้ก็ไม่ค่อยจะมีความคุ้มทุนสักเท่าไหร่เนื่องจากในสมัยก่อนเทคโนโลยียังไม่ค่อยดีมากนักและยังไม่เป็นที่แพร่หลายและราคาแพงก็กว่าในปัจจุบันมาก บทความนี้จึงมีเจตนาเพื่อที่จะทำการศึกษาถึงความคุ้มทุนของ ERW ดูอีกครั้งว่า ถ้า ERW ถูกนำมาใช้ในปัจจุบัน จะมีความคุ้มค่าหรือไม่เพียงไร

รูปที่ 1: ERW *(ที่มา: Heatex Product Brochure)*

2. เมื่อไหร่จึงจะต้องใช้ ERW

การพิจารณาว่าจะต้องใช้ ERW หรือไม่ จริงๆแล้วก็มีหลักพิจารณาอยู่เพียงสองประการเท่านั้นคือ (ไม่รวมถึงว่าสถานที่ติดตั้งมีหรือไม่ หรือ Application เหมาะสมหรือไม่)

1) จะต้องติดตั้งเองอยู่แล้วหรือไม่ เพราะถูกบังคับเนื่องจากอาคารต้องปฏิบัติตามมาตรฐานต่างๆ ที่จะนำไปสู่เรื่องของอาคารเขียว หรือ High Performance Buildings เช่น มาตรฐาน ASHRAE 90.1 หรือ มาตรฐาน ASHRAE 189.1 เป็นต้น หรือ

2) มีความคุ้มทุน (ค่อนข้างสูง) หรือไม่

โดยประเด็นในข้อแรกเราคงไม่ต้องกล่าวต่อในรายละเอียดเพราะท่านผู้อ่านสามารถตรวจสอบความต้องการตามมาตรฐานได้อย่างไม่ยากอยู่แล้ว การพิจารณาความคุ้มทุนตามข้อหลังก็ทำได้โดยการนำเอาสิ่งซึ่ง ERW “ทำให้เรา” กับสิ่งซึ่ง ERW “Cost เรา” มาเปรียบเทียบกันดังนี้

❖ ค่าใช้จ่ายที่ทำให้เราต้องเสียเงินเพิ่มขึ้นในโครงการถ้าพิจารณาว่าจะใช้ ERW ก็มี

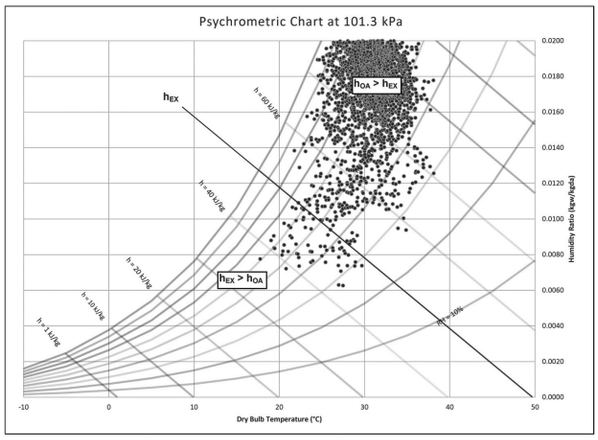
- ตัว ERW เอง
- ตัว DOAS ที่จะต้องมีขนาดใหญ่และซับซ้อนขึ้น
- ค่าเดินท่อลม Exhaust เข้าหาตัว ERW ที่เพิ่มขึ้น
- ค่ามอเตอร์พัดลมที่มีขนาดเพิ่มขึ้นสำหรับ Outdoor Air และ Exhaust Air Fan จากท่อลมที่จะต้องยาวขึ้นและความดันตกที่เพิ่มขึ้นที่ตัวฟิวเตอร์และที่ตัว ERW เอง โดยทั่วไปแล้วความดันตกที่เพิ่มขึ้นนี้น่าจะมีค่าอยู่ที่ประมาณราว 400-500 Pa
- ค่าไฟฟ้าของมอเตอร์ทั้งสองที่เพิ่มขึ้น
- ค่าไฟฟ้าของมอเตอร์ของตัว ERW เอง ซึ่งก็ไม่มากนัก (คือประมาณ 0.37 กิโลวัตต์ สำหรับ ERW ขนาด 10,000 CFM)
- ต้องใช้พื้นที่มากขึ้นสำหรับห้องเครื่อง DOAS ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น
- ค่าบำรุงรักษาจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจาก ERW มีชิ้นส่วนเคลื่อนไหว

❖ สิ่งที่เราจะได้จาก ERW มีดังต่อไปนี้คือ

- ขนาดของเครื่องทำความเย็นจะลดลง เนื่องจาก ERW จะทำให้ Cooling Coil ของ DOAS และ Chiller ที่จ่ายน้ำเย็นให้ DOAS มีขนาดลดลง
- พลังงานที่ต้องใช้ในระบบปรับอากาศในส่วนที่ต้องทำความเย็นให้แก่ DOAS มีค่าลดลง
- การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบปรับอากาศจะดีขึ้นเนื่องจาก ERW จะทำให้ Fluctuation ของภาระความร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ Outdoor Air Load มีขนาดลดลงเป็นอย่างมาก

3. การคำนวณหาความคุ้มทุน

การประเมินว่า ERW จะประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศลงได้ปีละประมาณเท่าใดเราจะต้องนำเอาข้อมูล Enthalpy ของอากาศภายนอก (h_{OA}) เป็นรายชั่วโมงตลอดปี (8,760 ชั่วโมง/ปี) มาเปรียบเทียบดูกับ Enthalpy ของ Exhaust Air จากระบบปรับอากาศ (h_{EX}) เสียก่อน และเลือกเอาแต่เฉพาะจำนวนชั่วโมงที่ $h_{OA} > h_{EX}$ เท่านั้น มาใช้ในการคำนวณ (เพราะถ้า $h_{OA} < h_{EX}$ ในชั่วโมงใด ก็แปลว่าในชั่วโมงนั้นอากาศภายนอกจะเย็นกว่าอากาศภายในและเราควรที่จะต้องปิด ERW ให้หยุดทำงานและ Bypass อากาศไม่ให้ผ่าน ERW ด้วยเพื่อลด Static ที่ไม่จำเป็นในระบบส่งลม)



รูปที่ 2: แสดงสภาวะของอากาศภายนอกในชั่วโมงทำงาน

จากการนำเอา h_{OA} ของกรุงเทพมหานครไปเปรียบเทียบกับ h_{EX} ของ Exhaust Air ที่ 25 องศาเซลเซียส 50% RH และสมมุติให้ ERW ทำงานวันละ 9 ชั่วโมงคือตั้งแต่ 8-17 น. ของทุกวัน ยกเว้นวันเสาร์และอาทิตย์เราจะพบว่าในปีหนึ่งๆจะมีจำนวนชั่วโมงเพียงประมาณ 2.7% ของเวลาเท่านั้นที่ ERW ควรจะต้อง OFF ($h_{OA} < h_{EX}$) อีก 97.3% ของเวลาจะเป็นเวลาที่ ERW ควรจะต้อง ON ซึ่งถ้าให้ ERW ทำงานตาม Schedule ดังกล่าวข้างต้น ERW ก็ไม่มีความจำเป็นจะต้องมีระบบ Bypass และสามารถ ON อยู่ได้ตลอดเวลาในช่วงเวลาดังกล่าวข้างต้น รูปที่ 2 แสดงสภาวะของอากาศภายนอกในชั่วโมงทำงานตาม Schedule ดังกล่าวข้างต้น เส้น h_{EX} ในรูปคือเส้นแสดงค่าของ Enthalpy ของ Exhaust Air เส้นดังกล่าวเป็นตัวแบ่งเขตแดนระหว่างโซนที่ $h_{OA} > h_{EX}$ กับโซนที่ $h_{OA} < h_{EX}$

เพื่อให้การศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในกรณีทั่วๆไปได้อย่างง่ายๆเราจะกำหนดให้ปริมาณ Outside Air มีค่าอยู่ที่ 10,000 CFM และปริมาณ Exhaust Air มีค่าอยู่ที่ 7,500 CFM (75% ของ Outside Air) สาเหตุที่กำหนดปริมาณ Exhaust ไว้เพียง 75% ก็เนื่องมาจากว่าสำหรับอาคารโดยทั่วไปอากาศประมาณ 20 ถึง 30% ของ Outside Air จะรั่วออกทางเปลือกอาคาร (มีไว้เพื่อการ Pressurize อาคาร) ไม่สามารถเอามาเป็น Exhaust Air ได้ทั้งหมด สมมุติฐานดังกล่าวนี้น่าจะใกล้เคียงกับความเป็นจริงพอสมควร นอกจากนั้นแล้ว ERW จะถูกกำหนดให้มี Enthalpy Efficiency อยู่ที่ 65% ซึ่งเป็นค่าที่น่าจะมีความเหมาะสมสำหรับอัตราส่วนระหว่าง Outside กับ Exhaust Air ที่กล่าวถึงและเป็นค่าที่ได้จากการทดลองเลือกจาก Selection Program ของหลายๆยี่ห้อดูแล้วและคิดว่าค่านี้น่าจะสามารถทำได้จริง

การคำนวนหาผลประหยัดจาก ERW ดังกล่าวสามารถหาได้อย่างง่ายดายด้วย Energy Simulation Program เช่น Energy Plus เป็นต้น

4. ผลลัพธ์

ผลลัพธ์ที่สำคัญสำหรับ ERW ขนาด 10,000 / 7,500 CFM มีดังต่อไปนี้คือ

1) ERW ประหยัดแอร์ได้ปีละประมาณ 55,847 ตันชั่วโมงต่อปี ซึ่งถ้าคิดว่าแอร์ 1 ตันกินไฟหนึ่งกิโลวัตต์และค่าไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 4 บาทต่อยูนิต ก็จะได้ว่า ERW ประหยัดค่าแอร์ไปได้เพียงประมาณปีละ 224,000 บาทหรือเฉลี่ยเดือนละประมาณ 18,700 บาท สาเหตุสำคัญที่ตัวเลขดังกล่าวไม่สูงมากนักก็เนื่องมาจากว่า ERW ทำงานน้อย คือทำงานเพียงวันละ 9 ชั่วโมง สัปดาห์ละห้าวัน ERW จะทำงานอยู่เพียงประมาณ 28% ของเวลาทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้นผลประหยัดจึงไม่สามารถมีได้มากอย่างที่คาดหวัง

2) ERW จะช่วยลดขนาดของ DOAS ลงอย่างมาก (ประมาณ 65%) ตามสัดส่วนของ Enthalpy Efficiency ที่มันทำได้ ซึ่งในกรณีของเรา DOAS จะมีขนาดลดลง 40 ตัน (จากที่เดิมจะต้องมีขนาดประมาณ 63 ตันจะเหลือเพียง 23 ตันเท่านั้น) ซึ่งจะส่งผลทำให้ค่าติดตั้งและค่าเครื่องของ DOAS ท่อน้ำ วาล์ว และตัว Chiller ที่เลี้ยงตัว DOAS มีขนาดลดลงตามไปด้วย ค่าใช้จ่ายที่ลดลงในส่วนนี้ต่อ 10,000 CFM ของ Outside Air มีความหมายพอสมควรทีเดียวเพราะ Chiller เองก็มีราคาหลายหมื่นบาทต่อตันอยู่แล้วและเมื่อเอามารวมกับค่าใช้จ่ายที่ลดลงในส่วนอื่นๆ ก็น่าที่จะสามารถนำเอาไปใช้ในการติดตั้ง ERW ได้ทั้งหมด จากการประมาณการของผู้เขียน ค่าใช้จ่ายในการประยุกต์ใช้ ERW ที่เพิ่มขึ้นไม่ได้มีผลทำให้ System Cost มีค่าสูงขึ้นแต่อย่างใด (ถ้าการระบายอากาศเป็นแบบธรรมดาและอาคารไม่มีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ติดตั้ง)

3) ค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมอเตอร์พัดลมที่มีขนาดเพิ่มขึ้นสำหรับ Ventilation Fan ทั้งสองตัวและที่ตัว ERW เอง มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าไฟที่ประหยัดได้จาก ERW ในแต่ละเดือน

5. สรุป

ผลจากการศึกษาความคุ้มค่าของ ERW ขนาด 10,000 CFM พบว่า ERW มีความคุ้มทุนพอเพียงที่จะสามารถนำมาใช้งานได้ (ถ้าสถานที่ติดตั้งและการเดินท่อลมเอื้ออำนวย) แต่ความคุ้มทุนอาจจะมีไม่มากนัก (ขึ้นอยู่กับราคา ERW แต่ละยี่ห้อ) แต่ที่ได้แน่ๆคือจะได้มาซึ่งการประหยัดพลังงานในอาคารหลังนั้นๆ กลไกที่สำคัญที่จะทำให้ผู้ออกแบบหันมาใช้ ERW คงไม่มีอะไรมากนักถ้ามองในด้านความคุ้มทุนแต่เพียงอย่างเดียว แต่สำหรับอาคารเขียว และ High Performance Buildings ต่างๆ แล้ว ERW เป็น “A Must” และมาตรฐานอาคารเขียวต่างๆเหล่านี้ผู้เขียนเชื่อว่าจะค่อยๆเพิ่มความเข้มงวดขึ้นเรื่อยๆ เพื่อบังคับให้มีการติดตั้งใช้งาน ERW ดังนั้นโดยสรุปแล้วเราควรหันมาพิจารณาการติดตั้ง ERW เสมอถ้ามีความเป็นไปได้