

การพิจารณาดูนสเมเบติด้านการประยุกต์พลังงาน ของหน้าต่างสำหรับวิชาการปรับอากาศ



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันธุ์ชา พุฒิไพรโจน

หน้าต่างจัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเปลี่ยนอากาศ ที่มีผลต่อการปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร และส่งผลโดยตรงต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ดังนั้นในการออกแบบอาคารประยุกต์พลังงานที่ปรับอากาศ จึงไม่อาจมองข้ามความสำคัญของการลดความร้อนที่ผ่านเข้ามาหน้าต่างได้ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหน้าต่างนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ผ่านเข้ามาทางกระจก ครอบบาน และวงกบ โดยการแพร์สี การนำไป และการพากความร้อน และ ส่วนที่เกิดจาก การรั่วซึมของอากาศ ที่มักเกิดขึ้นผ่านขอบวงกบกับด้านหน้าต่าง และยังอาจรวมถึงตามแนวรอยต่อระหว่างกรอบบานหน้าต่างกับกระจกที่อัดพุดต์ไม่แน่น หรือระหว่างผังอากาศกับวงกบที่มีรอยแตกด้วย ซึ่งคงจะเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า การรั่วซึมของอากาศนี้จะส่งผลอย่างมากต่อการเพิ่มภาระในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ที่อยู่ในรูปของความร้อน แห้งและความร้อนสัมผัส

การพิจารณาแบบ “แยกส่วน” vs. “ภาพรวม”

อย่างไรก็ตามในการคำนวณหาภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ และการคำนวณหาค่าความร้อนรวมที่ถ่ายเท่าผ่านกรอบอากาศ (Overall Thermal Transfer Value หรือ OTTV) จะเน้นที่การให้ความสำคัญของการหาค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท่าผ่านพื้นที่หน้าต่าง โดยการแพร์สี การนำไป และ การพาก โดยมีค่าที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในการถ่ายเท ความร้อน ที่ใช้การคำนวณคือ ค่า SC (Shading Coefficient) ของกระจก และ U-Value (Overall thermal transmission coefficient) ของกระจกเป็นปัจจัยสำคัญ โดยไม่ได้นำเอาลักษณะและรายละเอียดของหน้าต่าง เช่น วงกบ รูปร่างหน้าต่าง ที่อาจมีผลต่อภาระการทำเย็น อันเกิดเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศมาพิจารณาไว้ด้วย

ดังนั้นวิธีในการออกแบบอาคาร เพื่อให้ได้ค่าภาระการทำเย็นที่น้อย หรือได้ค่า OTTV ที่ต่ำ จึงมักเน้นความสำคัญที่กระจกเป็นหลัก โดยการเลือกใช้กระจกที่มีค่า SC ต่ำ ๆ เช่น การเลือกใช้ กระจกสะท้อนแสงที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง (reflectance) สูง รวมทั้งอาจพิจารณาใช้กระจกที่มีค่า U-Value ต่ำ ร่วมด้วย เช่น การใช้ในลักษณะของกระจกวนวน หรือ กระจก 2 ชั้น รวมทั้ง บางอาการก็เน้นการลดความร้อนที่ผ่านกระจกอย่างเต็มที่ คือใช้กระจกสะท้อนแสง 2 ชั้น ใส่ก้าช เนื่องในช่องว่างกระจก และ ยังเคลือบผิวกระจกด้านในของกระจกแผ่นนอกด้วยสารที่มีคุณสมบัติในการแพร์สีต่ำ หรือ ที่เรียกว่า กระจก low-e ร่วมด้วย สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงการมุ่งเน้นความสำคัญของการลดภาระความเย็นของหน้าต่าง โดยการเน้นไปที่ตัวกระจกเป็นหลัก

อย่างไรก็ตาม นอกจากกระจก ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ของหน้าต่าง ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร คือ วงกบ และ บานกรอบหน้าต่าง ซึ่งบอยครั้งถูกมองข้าม ดังนั้นจะเห็นบานกรอบที่พยายามออกแบบให้ประยุกต์พลังงานเสียเงินลงทุน จำนวนมากกับกระจก กับแต่ไม่สนใจลดความร้อนที่ผ่านวงกบและบานกรอบเท่าไหร่ โดยนำมายึดกับวงกบและบานกรอบ อย่างไรก็ตามที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่สูง เป็นต้น สิ่งที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นสาเหตุให้เห็นว่าการพิจารณาลดความร้อน

ที่ผ่านเข้าสู่ทางหน้าต่างนั้น ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เป็นการพิจารณาคุณสมบัติในการประยุกต์พลังงานของหน้าต่างแบบ “แยกส่วน” ก่อร่องคือ พิจารณาคุณสมบัติกระจากแยกออกจากวงกบ และกรอบบาน ห้องที่ความเป็นจริงแล้วผลของการนำความร้อนของวงกบ และบานกรอบ สามารถทำให้ค่า U-Value รวมของห้องหน้าต่าง หรือ Overall U-Value ของหน้าต่างเปลี่ยนแปลงไปจากค่า U-value ของกระจกที่ใช้คำนวณ เพราะพื้นที่วงกบและบานกรอบอาจมีได้ถึงประมาณ 10-30% ของพื้นที่ห้องหน้าต่างขึ้น กับการออกแบบของสถาปนิก โดยถ้าเป็นวงกบและบานกรอบอลูมิเนียม ซึ่งมีค่า U-value ประมาณ $1.9\text{--}2.2 \text{ Btu}/\text{ft}^2 \text{ hr}^\circ\text{F}$ ก็จะให้ค่า Overall U-value ของห้องหน้าต่างสูงขึ้นกว่า U-value ของกระจก แต่ถ้าเลือกใช้วงกบที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ เช่น วงกบไวนิล หรือ PVC (Polyvinylchloride) มีค่า U-Value ประมาณ $0.3 \text{ Btu}/\text{ft}^2 \text{ hr}^\circ\text{F}$ ก็จะทำให้ค่า Overall U-value ของ หน้าต่างต่ำลง เพราะค่า U-Value ของกระจกใส่หนา 6 มม. ที่ใช้กันทั่วไปอยู่ที่ประมาณ $1.03 \text{ Btu}/\text{ft}^2 \text{ hr}^\circ\text{F}$

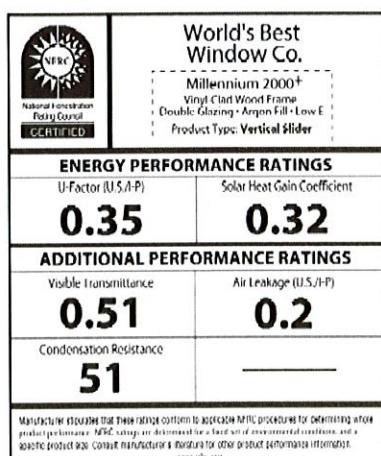
สำหรับในต่างประเทศ เช่นในสหรัฐอเมริกา การออกแบบและเลือกใช้หน้าต่างโดยการพิจารณาจากค่า SC เป็นหลักนั้น ได้รับความนิยมอย่างในปัจจุบัน เพราะได้รับการตระหนักร่วมกันว่าเป็นค่าที่ไม่สามารถให้ข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับ คุณสมบัติ “โดยรวมห้องหน้าต่าง” ได้ คือ คุณสมบัติของวงกบ กรอบบานและกระจกรวมเข้าด้วยกัน เพราะส่วนที่เป็นวงกบ และกรอบ สามารถทำให้เกิดร่วมแรงบางส่วนบนกระจกได้ บริษัทผู้ผลิตหน้าต่างส่วนใหญ่จึงหันมาใช้ค่า Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) เป็นตัวชี้วัดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ของตน แทนค่า SC โดยค่า SHGC จะเป็นสัดส่วนของพลังรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านกระจกเปรียบเทียบกับพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่ตกกระทบหน้าต่าง ซึ่งรวมพลังงานจากการแพร่รังสีดวงอาทิตย์ผ่านกระจกและจากที่กระจกดูดซับไว้และพยายามลดสูตรด้านในอาคาร โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ทำหนองเดียวกับค่า SC

เช่นเดียวกัน ในเรื่อง ค่า U-value ก็จะหันมาสนใจพิจารณาค่า Overall U-Value ของห้องหน้าต่างมากกว่า โดยนำเอา คุณสมบัติในการนำความร้อนของ วงกบ บานกรอบ เส้นแบ่งช่องลูกฟักกระจก และคิดเฉลี่ยรวมกับกระจกด้วยกัน เพราะพิจารณาหน้าต่างในลักษณะนี้ ให้ผลด้านการประยุกต์พลังงานที่มีความถูกต้องมากขึ้นในทางปฏิบัติ

สำหรับการกำหนดค่าของ SHGC และ U-value ของหน้าต่างนั้น ในสหรัฐอเมริกาจะดำเนินการโดยมี องค์กร คือ National Fenestration Rating Council (NFRC) ทำหน้าที่ในการตรวจสอบและกำหนดสากลที่แสดงค่า SHGC ของหน้าต่างแบบต่างๆให้ทราบ เพื่อให้เลือกใช้ได้เหมาะสมกับความต้องการ

นอกจากนี้แลกเด้งกล่าว ยังแสดงค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติในการประยุกต์พลังงานให้ทราบด้วย ได้แก่ ค่า Visible Transmittance ซึ่งเป็นสัดส่วนของปริมาณแสงสว่างที่ผ่านกระจก เทียบกับที่ตกกระทบ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-1 ค่า Air Infiltration Rate หรือ Air-leaking rating ค่าการรั่วซึมของอากาศผ่านหน้าต่าง ภายใต้แรงดันลมที่กำหนด โดยวัดเป็น ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที / พื้นที่หน้าต่างหน่วยเป็นฟุต ($\text{cfm}/\text{sq.ft}$) ซึ่งทำให้เปรียบเทียบกันระหว่างหน้าต่างแต่ละแบบ ได้ร่ายกว่าการวัดแบบเดิมซึ่งวัดเป็น ลูกบาศก์ฟุต/ฟุต ของเส้นรอบรูปหน้าต่าง

ค่า Condensation Resistance แสดงความสามารถในการด้านทานการเกิดการควบแน่นของไอหน้า ที่ผิวหน้าหน้าต่าง ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-100 ใช้เปรียบเทียบแนวโน้มการเกิดการควบแน่นที่ผิวกระจกระหว่างแต่ละผลิตภัณฑ์



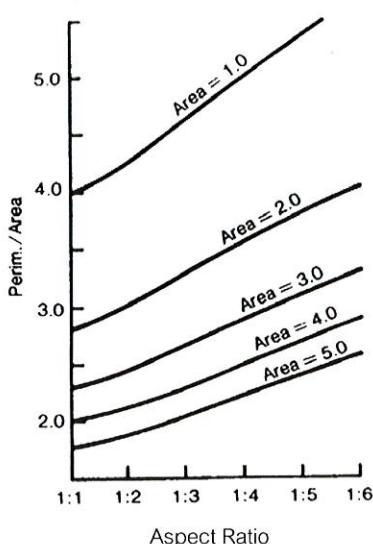
รูปที่ 1 ฉลากที่บ่งบอกคุณสมบัติของหน้าต่าง โดย NFRC
(ที่มาภาพ : <http://www.nfrc.org/label.html>)

ในอนาคต ฉลากดังกล่าวจะแสดงค่า annual fenestration heating rating และ annual fenestration cooling rating ให้ทราบด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคทราบคุณสมบัติของหน้าต่างในภาพรวมได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนใช้หน้าต่างชนิดนั้นได้สะดวกยิ่งขึ้น

ทาง Department of Energy ในสหรัฐอเมริกา ยังได้จัดทำดาวประหดพลังงาน (energy star) สำหรับหน้าต่างที่มีฉลากเหล่านี้ด้วย เป็นแนวทางให้ผู้สนใจต่อผลิตภัณฑ์ประหดพลังงานเลือกใช้ได้ง่ายขึ้น สำหรับในบริเวณพื้นที่อากาศร้อน เช่นทางตอนใต้ของ米里卡ซึ่งส่วนใหญ่จะปรับอากาศทำความเย็นให้แก่อาคาร โดยถ้าหน้าต่างที่ มีค่า SHGC = 0.40 หรือน้อยกว่า ค่า Overall U-Factor ที่ 0.75 Btu/ft² hr °F หรือ น้อยกว่า ก็จะได้รับดาวประหดพลังงาน

อย่างไรก็ตามสำหรับประเทศไทย แม้ว่าจะยังไม่มีองค์กรใดจะทำหน้าที่ออกฉลากดาวประหดพลังงาน ทำหนองเดียวกับฉลากประหดพลังงานเบอร์ 5 ของเครื่องปรับอากาศ อย่างเช่นที่ใช้กันในประเทศไทยทุกวันนี้ แต่คงจะเป็นการดีไม่ใช่น้อย หากผู้ออกแบบจะให้ความสนใจต่อพิจารณาคุณสมบัติในการประหดพลังงานของ “ทั้งหน้าต่าง” ในการออกแบบสำหรับอาคารปรับอากาศ ซึ่งน่าจะได้ประโยชน์มากกว่าการพิจารณาคุณสมบัติของกระจาก และวงกบ นานกรอบแยกกัน โดยการพิจารณาลักษณะของหน้าต่างที่มีผลกระทบต่อกันค่า SHGC, ค่า Overall U-Factor และ ค่า Air Infiltration Rate ซึ่งลักษณะหน้าต่างที่มีผลต่อค่าต่างๆเหล่านี้ ที่ควรพิจารณา คือ

- สัดส่วนระหว่างหน้าต่าง หรือสัดส่วนระหว่างความกว้างต่อความสูงของหน้าต่าง (Aspect Ratio) มีผลโดยตรงต่อเส้นรอบรูปหน้าต่าง จึงมีผลต่อการรั่วซึมของอากาศด้วย ซึ่งรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส จะมีเส้นรอบรูปสั้นกว่ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดเท่ากัน เช่น หน้าต่างพื้นที่ 1 ตรม. รูปจัตุรัส กว้าง 1 ม. สูง 1 ม. จะมีเส้นรอบรูป 4 ม. แต่ถ้ากว้าง 0.40 ม. สูง 2.50 ม. จะมีเส้นรอบรูป 5.8 ม. ซึ่งยาวกว่าแบบแรกถึง 45% ซึ่งจะรั่วซึมมากกว่าเพริมาณเส้นรอยต่อที่ยาวกว่า



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง สัดส่วน
ความกว้าง: ความสูง (Aspect Ratio) ของ
หน้าต่างที่มีผลต่อความยาวเส้นรอบรูปต่อ
พื้นที่
(ที่มาภาพ : Window Design Strategies to
Conserve Energy)

- การแบ่งหน้าต่างออกเป็นช่องย่อย การออกแบบที่ต้องการลดทางด้านความงาม หรือ ความนิยมตาม ยุคสมัย อาจทำให้เกิดการแบ่งหน้าต่างเป็นนาทีเล็กลงหลายๆ นาที หรืออาจแบ่งตัวนาทีเป็นช่องลูกฟักกระจายอยู่ๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มรอยต่อหรือแนวรั่วซึมของอากาศ ซึ่งเป็นความงามที่ต้องแลกกับการรั่วซึมของอากาศที่สูงขึ้น และอาจรวมถึง Overall U-Value ที่แย่ลงก็ได้ ถ้าเป็นวงกบและกรอบอลูมิเนียม

- วิธีการเปิดปิดหน้าต่าง ลักษณะการเปิดปิดหน้าต่างแต่ละแบบจะมีผลต่อการรั่วซึมของอากาศไม่เท่ากันหน้าต่างที่พบนิยมใช้กับอาคารปรับอากาศในประเทศไทย มักได้แก่ บานเลื่อน บานเปิดออกตามแนวนอน (casement) บานกระหุ้ง (awning) และ หน้าต่างติดตาย โดยหน้าต่างติดตายจะมีการรั่วซึมของอากาศน้อยที่สุด รองลงมาคือ หน้าต่างบานเปิด และบานกระหุ้ง ส่วนหน้าต่างบานเลื่อนจะมีค่าของการรั่วซึมของอากาศสูงกว่าแบบอื่นๆ (ยกเว้นบานเกร็ด ซึ่งไม่ค่อยมีการใช้กับอาคารปรับอากาศอยู่แล้ว) แต่พบว่าหน้าต่างบานเลื่อนนิยมใช้ในอาคารปรับอากาศในประเทศไทยมากพอสมควร

จากลักษณะของหน้าต่างตามที่ได้มีการกล่าวข้างต้นจะเห็นว่า การคำนวณค่า OTTV หรือ การคำนวณภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ แม้จะไม่มีการนำเอาปัจจัยข้างต้นที่เกี่ยวกับลักษณะของหน้าต่างเข้ามาคำนึงร่วมด้วย

แต่ในทางปฏิบัติสามารถมีผลต่อการการทำความเย็นของระบบปรับอากาศได้ ดังนั้นจึงเป็นปัจจัยที่ผู้สนใจออกแบบอาคาร ประยุกต์พลังงานไม่ควรมองข้าม มีฉะนั้นแล้ว เจ้าของงานอาจจะเสียเงินลงทุนจำนวนมาก ไปการใช้กับกระจาคราคาแพง เพื่อลดความร้อน แต่ยังไม่สามารถให้ทำให้เกิดประสิทธิภาพคุ้มค่าเท่าที่ควรไปอย่างน่าเสียดาย

บรรณานุกรม

- Carmeny, John, Stephen Selkowitz, Lisa Heschong. Residential Windows – A Guide to New Technologies and Energy Performance. New York: W.W. Norton & Company, 1996.
- Givoni, Baruch. Cimate Considerations in Building and Urban Design. New York: John Willey and Sons, 1998.
- U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards. Window Design Strategies to Conserve Energy. Springfield:1977.

<http://www.nfrc.org./label.html>, accessed 15 September, 2003.

<http://www.windows.lbl.gov>, accessed 15 September, 2003.

<http://www.efficientwindows.org/energystar.cfm>, accessed 14 September, 2003.

<http://www.sierrapacificwindows.com/html.Nfrc.htm>, accessed 14 September, 2003.

