บทคัดย่อ

T 161537

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปล่องระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ เพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่เหมาะสมโดยไม่ใช้เครื่องกล ใช้หลักการแบ่งชั้นความร้อนที่อากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น อากาศเย็นจะเข้ามาแทนที่ทำให้เกิดกระแสลมและการไหลเวียนของอากาศ โดยการทดลองใช้ตัวปล่องทำด้วยโลหะทาสีดำเพื่อทำให้อุณหภูมิในปล่องส่วนบนสูงขึ้น และระบายอากาศได้เร็วขึ้น ทำให้เกิดกระแสลมเหนี่ยวนำอากาศส่วนล่าง ซึ่งอยู่ใต้ปล่องในห้องไหลเวียนออก เป็นคุณสมบัติของวิธี การระบายอากาศโดยการใช้ปล่องรังสีอาทิตย์เพื่อการระบายอากาศแบบเหนี่ยวนำ

จากปัญหาสภาพความเป็นอยู่ในสภาวะปัจจุบัน บ้านพักอาศัยที่อยู่ในเมือง เช่น บ้านแถว ขาดการระบายอากาศเนื่องจากไม่มีกระแสลมผ่านเข้ามาภายในบ้าน มีผลทำให้ภายในบ้านขาดสภาวะความสบาย โดยมีอุณหภูมิสูงนอกเขตความสบายและความชื้นสัมพัทธ์สูงเกิน 70% การเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายภายในบ้าน จึงเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบบ้าน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นแบบวิจัยทดลองเปรียบเทียบ โดยทำหน่วยทดสอบ 2 หลังมีขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร สูง 3.00 เมตร โครงสร้างเป็นเหล็กกล่องทาสีขาว ปิดทับด้วยโฟมหนา 2 นิ้ว ป้องกันรังสีอาทิตย์ ผนังเป็นคอนกรีตบล็อกฉาบปูนเรียบ ฝ้าเพดานยิบซัมบอร์ดและใช้แผ่นสะท้อนความร้อนอลูมิเนียมฟอยล์ที่หลังคามีค่าการนำความร้อน 0.1258 w/m k หลังคามุงด้วยกระเบื้องซีเมนต์ใยหิน(ลอนคู่)มีค่าการนำความร้อน 0.441 w/m k มุมของหลังคาเอียง 30 องศา ตัวปล่องรังสีอาทิตย์เป็นโลหะสังกะสีมีค่าการนำความร้อน 1.024 w/m k ทาสีดำ ตัวแปรที่นำมาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบคือ อุณหภูมิและความเร็วลม ส่วนตัวแปรของปล่องรังสีอาทิตย์ที่นำมาเปรียบเทียบในการทดลองคือ ขนาดของช่องเปิดทางลมเข้าหน่วยทดสอบ สัดส่วนความสูงรูปทรง และขนาดของปล่องรังสีอาทิตย์ โดยมีรูปแบบปล่องรังสีอาทิตย์ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลวิจัยที่ผ่านมาเป็นตัวคงที่ในหน่วยทดสอบ 1 ส่วนหน่วยทดสอบ 2 และปรับเปลี่ยนรูปแบบไปตาม

สมมุติฐานการทดลองในแบบสภาวะปกติเปิดช่องให้มีลมเข้า และสภาวะปิดไม่ให้ลมเข้าหน่วยทดสอบ ทำการวัดค่าอุณหภูมิและความเร็วลมที่เกิดขึ้นภายในปล่องรังสีอาทิตย์ และภายในหน่วยทดสอบทั้งสองตัว ส่วนภายนอกก็ทำการวัดค่าภูมิอากาศท้องถิ่น อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มรังสีอาทิตย์ และความเร็วลมทิศทางลม จากนั้นก็ทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 15 นาทีอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชม.ต่อการทดลอง ทำการบันทึกผล แล้วนำผลข้อมูลรายชั่วโมงและราย 15 นาทีมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกัน

จากผลการทดลองสรุปผลได้ว่า การใช้ปล่องรังสีอาทิตย์เพื่อการระบายอากาศในแต่ละรูปแบบมีผลทำให้อุณหภูมิภายในหน่วยทดสอบ ลดต่ำลงกว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอกถึงแม้จะไม่มากเนื่องจากเป็นการทดสอบในช่วงฤดูหนาวก็ตาม และมีความเร็วลมเกิดขึ้นภายในหน่วยทดสอบก็ไม่เกิน 1.0 เมตรต่อวินาที ในด้านอุณหภูมิจากการทดสอบเปรียบเทียบขนาดช่องลมเข้าหน่วยทดสอบ ขนาดแบบหน้าต่างกับแบบประตู ช่องลมเข้าแบบหน้าต่างจะทำให้ปล่องรังสีอาทิตย์มีประสิทธิภาพดีกว่า สำหรับการทดสอบเปรียบเทียบความสูงของปล่องรังสีอาทิตย์ ความสูงที่ได้รับรังสีแสงอาทิตย์โดยตรงที่ 1.00 เมตร จะให้อุณหภูมิภายในลดลงได้ดีกว่าปล่องที่มีขนาดความสูง 1.50 เมตร และ 0.50 เมตร ในการทดสอบเปรียบเทียบรูปทรงของปล่องรังสีอาทิตย์ แบบวงกลมมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบสี่เหลี่ยม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15 เมตร มีประสิทธิภาพดีกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 เมตร ในด้านความเร็วลมเนื่องจากบริเวณทำการทดลองมีลมพัดแรงตลอดเวลา ทำให้มีผลกระทบต่อความเร็วลมภายในหน่วยทดสอบและปล่องรังสีอาทิตย์ทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง

จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปล่องรังสีอาทิตย์ที่ดี ควรมีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูง ช่วงเวลากลางคืนควรจะมีอุณหภูมิอากาศสูงเกิน 25 องศาเซลเซียส ช่วงเวลากลางวันควรจะมีอุณหภูมิอากาศสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส และควรมีสภาพท้องฟ้าโปร่ง ปล่องรังสีอาทิตย์ควรมีความสูงประมาณ 1.00 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลม 0.15 เมตร เหมาะสำหรับอาคารที่มีช่องเปิดให้ลมเข้าได้น้อยแต่ต้องไม่ถึงกับปิดสนิท ลักษณะดังกล่าวนี้จะทำให้ปล่องรังสีอาทิตย์มีประสิทธิภาพสูงสุด

ABSTRACT TE 161537

This paper studies the efficiency of solar chimney for inductive ventilation without resorting to mechanical devices. The chimney is based on the stratification principle in which hot air rises up and cool air comes in to replace it, resulting in air flow and ventilation. This experiment uses a metal chimney painted black to increase temperature in the upper portion and to increase ventilation speed by inducing an air flow in the room beneath the chimney, which is the prescribed method of using solar chimney to induce ventilation.

Contemporary urban residences such as rowhouses lack ventilation because there is no airflow into the houses, resulting in uncomfortable interior, with temperature beyond the comfort zone and relative humidity over 70%. Efficient interior ventilation is thus a critical design issue.

This thesis is a comparative experimental research on two test units with the dimensions of 1 meter x 1 meter and a height of 3 meter. The test units are box-shaped, made of steel structure, painted white and covered with a layer of foam insulation 2 inch thick to protect against sun radiation. The wall is made of concrete blocks smoothly covered by plastering mortar. The ceiling is made of gypsum board with aluminum foil as heat-reflective material, with thermal conductivity of 0.1258 w/mK. The roof is covered with asbestos-cement roof tiles, with thermal conductivity of 0.441 w/mK, pitched at 30^{o} The solar chimney is made of galvanized steel painted black, with thermal conductivity of 1.024 w/mK. Variables to be comparatively analyzed are temperature and wind speed. Solar chimney variables to be compared in the

experiments are the height, shape, and size of the chimney and the size of air intake into the test unit. The solar chimney form factor collected from previous researches is a constant for test unit 1, while test unit 2 changes its form factor according to the experimental hypothesis for normal condition (open the intake to let air in) and closed condition (close the intake to prevent air coming into test units). We measure the temperature and air speed inside the chimneys and inside both test units. We also take external measurements on ambient air temperature, relative humidity, solar intensity, wind speed and wind direction. Measurements are recorded every 15 minute continuously for 24 hours for each experiment. Hourly and 15-minute interval data are then compared and analyzed.

From the experimental results, we conclude that solar chimneys for ventilation in all form will reduce temperature inside test units from ambient temperature, although the effect is not significant due to the experiments being conducted in winter and wind speed inside test units is less than 1.0 m/sec. Window intake is found to be more efficient than door intake in reducing temperature. As for chimney height, a 1 meter high chimney receiving direct sunlight is better at reducing temperature than 1.50 meter and 0.5 meter chimneys. As for shape, a round chimney is more efficient than a square one. A chimney with a diameter of 0.15 meter is more efficient than those with a diameter of 0.30 meter. Strong wind in the experimental area had a distortion effect on wind speed inside test units and chimneys, resulting in inconclusive comparison.

From our analysis, a solar chimney will be most efficient when outside temperature is high, with nighttime temperature higher than 25°C and daytime temperature higher than 30 $^{\circ}$C, and the sky is clear. The chimney should be 1.00-m high with a circular diameter of 0.15 m. A solar chimney is suitable for a building with small air intakes but the building must not be completely sealed. These factors will make a solar chimney attain its maximum efficiency.