

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แสดงวิธีการแก้ปัญหาการถ่ายเทความร้อนแบบการพาพร้อมกับการแผ่รังสีความร้อนในห้องปิดที่มีลักษณะคล้ายกับห้องปรับอากาศแบบแผ่รังสีทำความเย็น ซึ่งโดยปกติสภาวะจริงของห้องปรับอากาศนั้น จะมีการไหลของอากาศเป็นแบบปั่นป่วนและมีค่าเรย์เลห์นัมเบอร์มากกว่า 10^9 แต่ทั้งนี้ เนื่องจากการศึกษาในเบื้องต้น จึงได้สมมติให้การไหลเป็นแบบราบเรียบ มีค่าเรย์เลห์นัมเบอร์เท่ากับ 10^5 และเป็นการไหลแบบไม่อัดตัวที่สภาวะคงตัวในสองมิติ ส่วนการถ่ายเทความร้อนจะพิจารณาเฉพาะการแผ่รังสีความร้อนร่วมกับการพาความร้อนแบบอิสระเท่านั้น โดยการวิเคราะห์ปัญหาจะใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์วอลุ่มร่วมกับวิธีเมตริกซ์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นถูกตรวจสอบความถูกต้องโดยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์การไหลและการถ่ายเทความร้อนในห้องปิดรูปสี่เหลี่ยม ไปเปรียบเทียบกับปัญหาที่มีผลการทดลองหรือผลการคำนวณด้วยระเบียบวิธีเชิงตัวเลขอื่นๆ ก่อนที่จะนำโปรแกรมไปศึกษาปัญหาการถ่ายเทความร้อนในห้องปิดที่เปรียบเป็นห้องปรับอากาศแบบแผ่รังสีทำความเย็น สำหรับปัญหาที่นำมาศึกษาแยกตามตำแหน่งการทำความเย็นมีสามแบบคือ พื้นทำความเย็น ผนังทำความเย็น และเพดานทำความเย็น โดยห้องปิดมีอัตราส่วนความสูงต่อความกว้างเท่ากับ 0.5, 1 และ 2 ซึ่งจากการศึกษาในที่นี้พบว่า การติดตั้งเพดานทำความเย็นมีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับห้องปิดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบโถงกว้างที่ต้องการใช้งานเต็มพื้นที่ห้อง เมื่อพิจารณาถึงการประหยัดพลังงานและลักษณะการกระจายอุณหภูมิที่เหมาะสม

นอกจากนี้ในวิทยานิพนธ์ยังได้แสดงผลลัพธ์ของลักษณะการกระจายอุณหภูมิและรูปแบบการไหลในห้องปิด ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ของการไหลและการแผ่รังสีความร้อนมากขึ้น อันจะนำไปสู่การออกแบบและการเลือกใช้งานที่เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำไปสู่การศึกษาระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีทำความเย็นที่มีลักษณะคล้ายสภาพจริงยิ่งขึ้น

This thesis presents a numerical study of the radiation and natural-convection effects in an enclosure-like room with radiant cooling. In general, the air flow in an air conditioning room is turbulent and Rayleigh number exceeds 10^9 . However, for a basic study of heat transfer characteristics in a radiant cooling room, the flow considered here is laminar and Rayleigh number equals to 10^5 . Also, the flow is assumed to be two-dimensional, steady state and incompressible. A numerical model, based on the finite volume method, is employed for the calculation of the governing differential equations. The matrix inversion method is used for the solution of the radiation exchange in the room.

The developed computer program is validated with simple problems with available experimental or other numerical results of an enclosure-like room with radiant cooling. Three main configurations were studied, i.e. the rooms with aspect ratios of 0.5, 1 and 2 subjected to floor cooling, wall cooling and ceiling cooling. The results demonstrate that the ceiling cooling room may be considered the best configuration for square and hall-like radiant cooling rooms due to the high panel temperature which can save energy from chilled water generation and the suitable temperature distribution within the rooms.

A numerical study is performed to quantify the air temperature and velocity distribution in these rooms. Such results can help analysts to understand detailed temperature and flow phenomena in the radiant cooling room in order to further improve design and working selection. This study can be used as a basis for further investigations on a more realistic radiant cooling system.