หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การถ่ายเทความร้อนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน การถ่ายเทความร้อนมีความสำคัญในงานวิศวกรรมอย่างมาก เช่น นำพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในการอบ ต้มหรือ เพิ่มอุณหภูมิหรือใช้ประโยชน์จากการถ่ายเทความร้อนในด้านงานปรับอากาศและอื่น ๆ

การถ่ายเทความร้อนส่วนมากจะนึกถึงแต่การนำความร้อนและการพาความร้อน แต่ที่จริงแล้วการแผ่รังสีความร้อนก็มีส่วนสำคัญอย่างมาก เพราะวัตถุที่ได้รับความร้อนนอกจากมีการนำความร้อนแล้ว ยังมีการปล่อยรังสีความร้อนออกมาเนื่องอุณหภูมิของวัตถุเอง (1) ในหลักทฤษฎีแล้ว เมื่อรังสีความร้อนมากระทบวัตถุ วัตถุนั้นก็ดูดซับความร้อน, สะท้อนกลับและปล่อยให้ทะลุออกไป สำหรับวัตถุทึบแสงไม่มีการปล่อยทะลุจึงมีแต่การดูดซับความร้อนและสะท้อนกลับเท่านั้น เมื่อวัตถุได้ดูดซับความร้อนไว้ก็ต้องปล่อยรังสีความร้อนออกมาด้วย เพียงแต่ว่าวัตถุแต่ละชนิดปล่อยรังสีความร้อนออกมาไม่เท่ากันซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ลักษณะผิวของวัตถุ ชนิดของวัตถุและปริมาณการถ่ายเทความร้อน

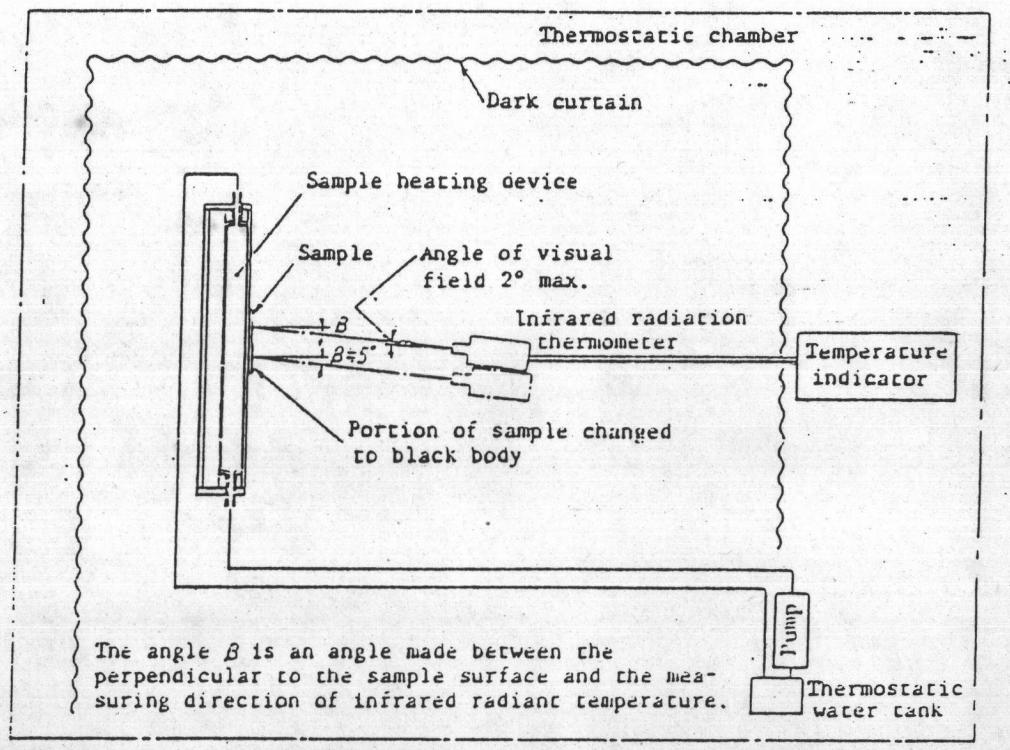
ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ก็เป็นงานลักษณะหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการแผ่รังสีความร้อนซึ่งต้องใช้แผงรับแสงอาทิตย์ที่สร้างได้ง่าย และมีประสิทธิภาพดีที่นิยมใช้กันมากเป็นแผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่น ส่วนสำคัญของแผงรับแสงอาทิตย์แบบนี้คือ แผ่นดูดพลังงานซึ่งทำหน้าที่รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์และถ่ายเทความร้อนให้กับของไหลที่ไหลผ่านแผ่นดูดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ด้านบนของแผ่นดูดพลังงานคือแผ่นปิดที่ทำด้วยวัตถุโปร่งใสซึ่งช่วยกั้นพลังงานความร้อนไว้ไม่ให้ไหลจากแผ่นดูดพลังงานสู่ภายนอก แผ่นดูดพลังงานนี้ทำด้วยวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง เช่น โลหะ การเพิ่มประสิทธิภาพการดูดพลังงานให้มากขึ้นมักทาหรือเคลือบแผ่นดูดด้านที่รับแสงอาทิตย์ด้วยวัสดุที่ให้ค่าการดูดรังสีความร้อนสูงเป็นต้นว่า สีดำ แต่โลหะแต่ละชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เหล็กที่เคลือบด้วยสีดำไม่ทราบค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนในหนังสือ

เกี่ยวกับความร้อนก็มิได้มีค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนในลักษณะนี้ ทำให้เกิดปัญหาในการเลือกใช้โลหะที่เคลือบด้วยสีดำ การที่จะเลือกใช้โลหะใดที่เคลือบด้วยสีดำจึงต้องทดลอง เพื่อให้ทราบค่าปล่อยออกรังสีความร้อนก่อน เครื่องมือที่วัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนในปัจจุบันต้องซื้อจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพงมาก ผู้วิจัยมีความเห็นว่า เครื่องมือนี้ถ้าสร้างขึ้นมาเองย่อมถูกกว่าเครื่องมือจากต่างประเทศ จึงศึกษาวิธีการต่าง ๆ และออกแบบสร้างเครื่องมือขึ้นเพื่อวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของโลหะแผ่น เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เหล็กที่เคลือบด้วยสีดำ ข้อมูลที่ได้มาจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบแผงรับแสงอาทิตย์

1.2 การสำรวจงานวิจัยที่ทำมาแล้ว

จากการสำรวจงานวิจัยภายในประเทศ ยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้มาก่อน ส่วนในต่างประเทศได้มีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้มาแล้วและได้กำหนดไว้เป็นมาตรฐานคือ JIS 1423 - 1983 (2) ซึ่งกำหนดขนาดวัตถุทดลอง มาตรฐานการสร้าง วิธีการทดลองและการวัด มีหลักการทำงานคือ อุปกรณ์ที่เป็นตัวให้ความร้อนแก่วัตถุทดลอง สร้างเป็นกล่องรูปสี่เหลี่ยมให้น้ำร้อนไหลผ่านภายในกล่อง ทำให้อุณหภูมิของกล่องเพิ่มขึ้นซึ่งความร้อนนี้จะถ่ายเทให้กับวัตถุทดลองที่ติดอยู่กับผนังกล่อง การควบคุมอุณหภูมิของวัตถุทดลองใช้เทอร์โมคัพเปิล และเครื่องสูบน้ำที่ส่งน้ำร้อนไปยังอุปกรณ์เป็นตัวให้ความร้อน อุปกรณ์ของเครื่องมือทั้งหมดต้องอยู่ภายในห้องที่มีม่านสีดำกั้นอยู่ ดังรูปที่ 1.1 อุณหภูมิของห้องต้องทำให้คงที่ เปี่ยงเบนได้ $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส อย่างน้อยสามชั่วโมงก่อนเริ่มการวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน ขณะทำการทดลองอุณหภูมิของวัตถุทดลองต้องเท่ากับอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิของวัตถุทดลองเปี่ยงเบนไปจากอุณหภูมิที่คงที่แล้วได้ $\pm$ 0.1 องศาเซลเซียส สำหรับวัตถุทดลองต้องฉาบหรือเคลือบด้วยสารดำที่มีค่าการปล่อยรังสีออกไม่ต่ำกว่า 0.95 สารดำที่ฉาบนี้ตลอดความกว้างของวัตถุทดลองและด้านยาวเพียงครึ่งหนึ่งของความยาววัตถุทดลอง ในการวัดอุณหภูมิที่ผิวของวัตถุทดลองทั้งในส่วนที่ฉาบสารดำและไม่ฉาบสารดำเพื่อนำไปคำนวณหาค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนนั้น ได้ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบรังสีอินฟราเรทเป็นอุปกรณ์ในการวัด เทอร์โมมิเตอร์นี้ต้องวัดความยาวคลื่นได้ระหว่าง 8 ถึง 13 ไมโครเมตรหรือมากกว่า หลักการวัดคือใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบรังสีอินฟราเรทวัดที่ผิวดำของวัตถุทดลองแล้วปรับสเกลการอ่านให้เท่ากับอุณหภูมิของวัตถุทดลองที่วัดด้วยเทอร์โมคัพเปิล ให้เป็น T_{b1} แล้วต่อไปก็วัดที่ผิวอีกด้านหนึ่งของวัตถุทดลอง ให้เป็น T_1 หลังจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิของ

วัตถุทดลองอีก 10 องศาเซลเซียสขึ้นไป แล้วรักษาอุณหภูมิให้คงที่ ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบรังสีอินฟราเรทเช่น เดิมได้อุณหภูมิเป็น T_{b2} และ T_2 ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงคำนวณค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนโดยใช้สมการ $\varepsilon = (T_2 - T_1)/(T_{b2} - T_{b1})$

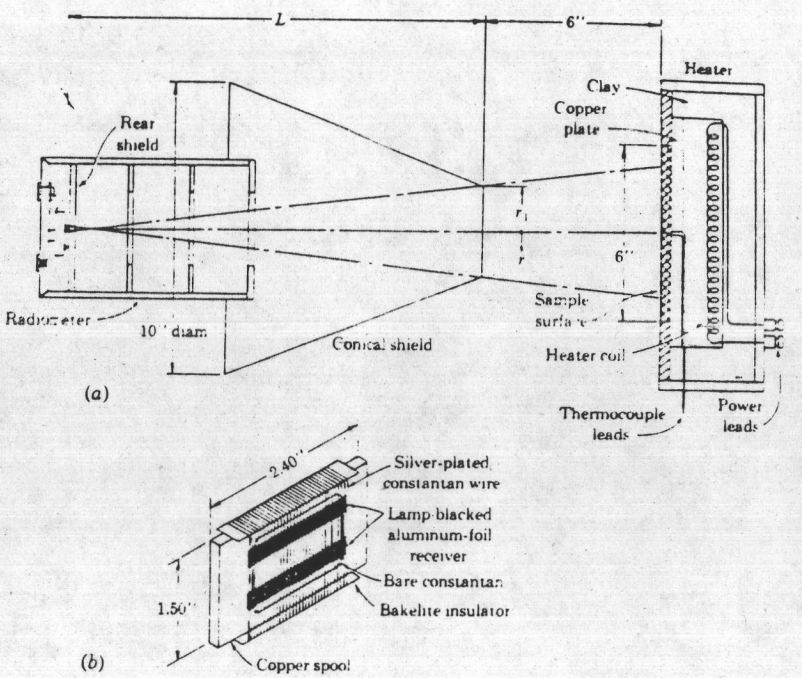


รูป 1.1 เครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนตามมาตรฐาน JIS 1423 - 1983

การวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนตามมาตรฐาน JIS นี้ เป็นการวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนในทิศทางตั้งฉากกับผิวของวัตถุทดลองและทุกความยาวคลื่น การสร้างเครื่องมือนี้ต้องควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในขีดกำหนดมาตรฐาน กล่าวคือ ในส่วนของอุณหภูมิห้องต้องมีพัดลมเป่าลมร้อนให้ห้องมีอุณหภูมิตามต้องการ เปี่ยงเบนได้ $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส และต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่อย่างน้อยสามชั่วโมงก่อนทำการทดลอง สำหรับในส่วนของอุณหภูมิของวัตถุทดลองต้องใช้เครื่องสูบน้ำส่งน้ำร้อนไปยังกล่องให้ความร้อนแก่วัตถุทดลองและต้องควบคุมอุณหภูมิของวัตถุทดลองให้คงที่ อีกทั้งอุณหภูมิต้องเท่ากับอุณหภูมิห้อง เปี่ยงเบนได้ $\pm$ 0.1 องศาเซลเซียส

ดังนั้นวิธีของ JIS ต้องควบคุมอุณหภูมิสองแห่งให้คงที่โดยใช้ลมร้อนและน้ำร้อนเป็นสาร ตัวกลาง การทำให้อุณหภูมิให้เปี่ยงเบนได้ $\pm$ 0.1 องศาเซลเซียสต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมที่แน่นอน และละเอียดมากซึ่งก็มีราคาแพงมาก และเทอร์โมมิเตอร์แบบรังสีอินฟราเรทก็มีราคาแพง วิธีของ JIS จึงยุ่งยากต่อการสร้าง ควบคุมและมีราคาแพง

การหาค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนอีกลักษณะหนึ่งเป็นการให้วัตถุได้แผ่รังสีความร้อนออกมาซึ่งได้รับความร้อนมาจากขดลวดความร้อน รังสีความร้อนนี้ส่งผ่านไปยังเทอร์โมไพล ดังรูปที่ 1.2 ซึ่งสร้างด้วย เงิน - คอนสแตนแตน จำนวน 160 จังก์ชั่นและเทอร์โมไพลนี้ติดอยู่ในกล่องซึ่งมีสีดำ จังก์ชั่นของเทอร์โมไพลเป็นอลูมิเนียมบางสองอัน อันหนึ่งเป็นจังก์ชั่นร้อนซึ่งได้รับฟลักซ์รังสีจากวัตถุทดลอง และอีกอันหนึ่งเป็นจังก์ชั่นเย็น อุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างจังก์ชั่นร้อนกับจังก์ชั่นเย็นทำให้ได้เป็นแรงงาน ฟลักซ์ของการแผ่รังสีและสัมพันธ์กับค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน เครื่องมือนี้ให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า 0.1275 มิลลิโวลท์ต่อฟลักซ์ของการแผ่รังสี บีทียู/ชั่วโมง - ตารางฟุต (3) ค่าการปล่อยรังสีออกทั้งหมดในทิศทางตั้งฉากกับวัตถุทดลองหาได้จาก



รูป 1.2 เครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนโดยวิธี

thermopile radiometer

สมการ $\varepsilon = 7.84E/F_{ts}\,\sigma\,(T_S^4 - T_R^4)$

เมื่อ E = แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ของเทอร์โมไพล, mV

T_s = อุณหภูมิของวัตถุทดลอง, R

T_R = อุณหภูมิภายในกล่องที่บรรจุเทอร์โมไพล, R

$F_{ts} = r_1^2/(r_1^2 + L^2)$

การสร้างเครื่องมือในลักษณะนี้จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีในการสร้างเทอร์โมไพล และก็มีความยุ่งยากในการสร้างด้วย เครื่องมือทั้งสองลักษณะนี้เป็นการวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนในทิศทางตั้งฉากกับวัตถุทดลอง ซึ่งค่าการปล่อยรังสีออกนี้แตกต่างจากการวิจัยครั้งนี้ซึ่งต้องวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนแบบครึ่งทรงกลม โดยสร้างเครื่องมือทดลองขึ้นมาเองโดยใช้หลักทฤษฎีการแผ่รังสีความร้อน

1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนแบบครึ่งทรงกลม โดยมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 5 เปอร์เซนต์
2. เพื่อทดสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยใช้วัตถุแผ่นซึ่งมีค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน 0.1 ถึง 0.9

1.4 ขอบเขตและเงื่อนไขในการวิจัย

ค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของวัตถุต่าง ๆ ที่หาได้ในหนังสือเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน (4) เป็นค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนแบบครึ่งทรงกลมและค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนในแนวตั้งฉากกับผิวของวัตถุทดลองซึ่งค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนทั้งสองลักษณะนี้ให้ผลใกล้เคียงกัน (7) ในการวิจัยครั้งนี้จะสร้างเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนแบบครึ่งทรงกลม หลังจากนั้นจึงจะทดสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยทดลองวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนแบบครึ่งทรงกลมของวัตถุที่เป็นโลหะแผ่นประมาณ 5 ถึง 6 ตัวอย่าง โลหะแผ่นที่ใช้ในการวิจัยควรเป็นวัสดุที่ตกแต่งได้ง่าย ราคาไม่แพง หาได้ง่ายในตลาด และมีค่าสัมประสิทธิ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การนำความร้อนที่ดี เพื่อใช้เวลาน้อยในการทำอุณหภูมิที่ต้องการ เช่น เหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม ความหนาของโลหะแผ่นไม่เกิน 3 มิลิเมตร เพราะถ้าหนาจะต้องใช้เวลานานในการทำอุณหภูมิที่ต้องการ อีกทั้งมีการสะสมความร้อนในวัสดุด้วย สำหรับอุณหภูมิของวัตถุทดลองไม่เกิน 100 องศา เซล เซียส เพื่อสะดวกในการนำมา เปรียบ เทียบกับค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน ทั้งหมดแบบตั้งฉากที่มีอยู่ในหนังสือ เกี่ยวกับการถ่าย เทความร้อน (7) ค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากการ เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและลักษณะผิวของวัตถุ ดังนั้นผิวของวัตถุทดลองจึง เลือกผิวให้มีลักษณะ เป็นผิวขัด เรียบ