บทที่ 7
การวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ในการศึกษาผลอุณหภูมิของผนังเย็นจะพบว่าค่าผลลัพธ์อุณหภูมิที่ต้องการจะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายตัว ดังนั้นเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อผลลัพธ์จะสามารถจัดกลุ่มของตัวแปรเข้าด้วยกัน โดยในศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์มิติ แบบ π-Theorem ได้ดังนี้

7.1 การศึกษาอุณหภูมิน้ำขาออกจากผนัง

$$\dot{Q} = f[G_T A, (T_{amb} - T_{room}), \alpha, t, L, U_{wall} A] \quad (7.1)$$

$$\frac{ML^2}{T^3} = f\left[\frac{ML^2}{T^3}, \theta, \frac{L^2}{T}, T, L, \frac{ML^2}{T^3\theta}\right] \quad (7.2)$$

กำจัด $[\theta], [M], [T]$และ $[L]$จะได้

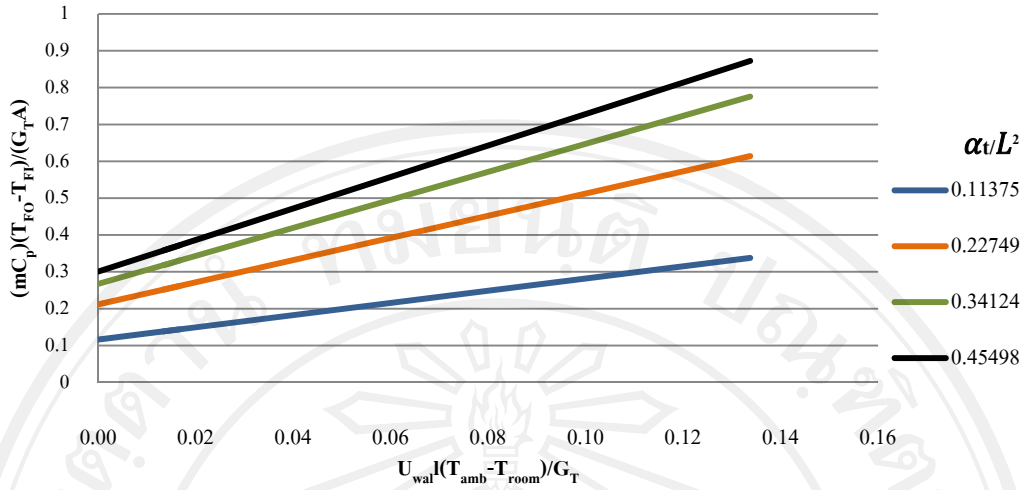
$$\frac{\dot{Q}}{G_T A} = f\left[\frac{U_{wall} A (T_{amb} - T_{room})}{G_T A}, \frac{\alpha t}{L^2}\right] \quad (7.3)$$

$$\frac{\dot{m} C_p (T_{FO} - T_{FI})}{G_T A} = f\left[\frac{U_{wall} (T_{amb} - T_{room})}{G_T}, \frac{\alpha t}{L^2}\right] \quad (7.4)$$

โดยที่ $\dot{Q}$คือปริมาณความร้อนที่น้ำในท่อได้รับ(W) G_Tคือค่ารังสีอาทิตย์(W/m^2) Aคือพื้นที่รับแสงของผนังเย็น(m^2)T_{amb}คืออุณหภูมิสิ่งแวดล้อม(^{o}C) T_{room}คืออุณหภูมิภายในห้อง(^{o}C) tคือ ช่วงระยะเวลาที่ผนังได้รับแสงอาทิตย์(sec)αคือค่าการกระจายความร้อน(m^2/s)Lคือความหนาของผนัง(m)U_{wall}คือสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังเย็น(W/m^2 ^{o}C)$\dot{m}$คืออัตราการไหลของน้ำในท่อ(kg/s)C_pคือค่าความจุความร้อนของน้ำ(J/kg^{o}C)T_{FO}คืออุณหภูมิของน้ำที่ออกจากผนัง(^{o}C)T_{FI}คืออุณหภูมิของน้ำที่ไหลเข้าสู่ผนัง(^{o}C)

จากกลุ่มตัวแปรดังสมการที่ 7.4 กรณีศึกษาของผนังที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เท่ากับ 0.9อัตราการไหลของน้ำ 6 l/minระยะห่างของท่อน้ำแต่ละท่อเท่ากับ 0.10m ตำแหน่งการวางท่ออยู่บริเวณกึ่งกลางผนัง อุณหภูมิผนังเริ่มต้นที่ 25^{o}C อุณหภูมิน้ำขาเข้าผนังคงที่ที่25^{o}Cช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ 2ชั่วโมงคือตั้งแต่ 11.00 น.-13.00น.เนื่องจากค่ารังสีอาทิตย์มีค่าคงที่ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมอยู่ในช่วง 25^{o}C-35^{o}Cค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมประมาณ 1.34W/m^2 ^{o}C และค่ารังสีอาทิตย์อยู่ในช่วง 100-1000W/m^2 จะสามารถนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์เพื่อหาค่าอุณหภูมิของน้ำขาออกจากผนังเย็นได้ ดังรูปต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 7.1 ความสัมพันธ์ของความร้อนที่น้ำได้รับต่อความร้อนจากรังสีอาทิตย์ กับความร้อนจากภายนอกผ่านผนังเย็นเข้าสู่ห้องปรับอากาศต่อความร้อนจากรังสีอาทิตย์ เพื่อศึกษาอุณหภูมิน้ำขาออกจากผนัง

7.2 การศึกษาอุณหภูมิผิวผนังด้านใน

$$h_i A\left(T_{wall,in} - T_{room}\right) = f\left[G_T A, \dot{m}C_p(T_{FO} - T_{FI}), \alpha, t, L, U_{wall}A(T_{amb} - T_{room})\right] \quad (7.5)$$

$$\frac{ML^2}{T^3} = f\left[\frac{ML^2}{T^3}, \frac{ML^2}{T^3}, \frac{L^2}{T}, T, L, \frac{ML^2}{T^3}\right] \quad (7.6)$$

กำจัด $[M], [T]$และ $[L]$จะได้

$$\frac{h_i A(T_{wall,in} - T_{room})}{U_{wall}A(T_{amb} - T_{room})} = f\left[\frac{\dot{m}C_p(T_{FO} - T_{FI})}{G_T A}, \frac{\alpha t}{L^2}\right] \quad (7.7)$$

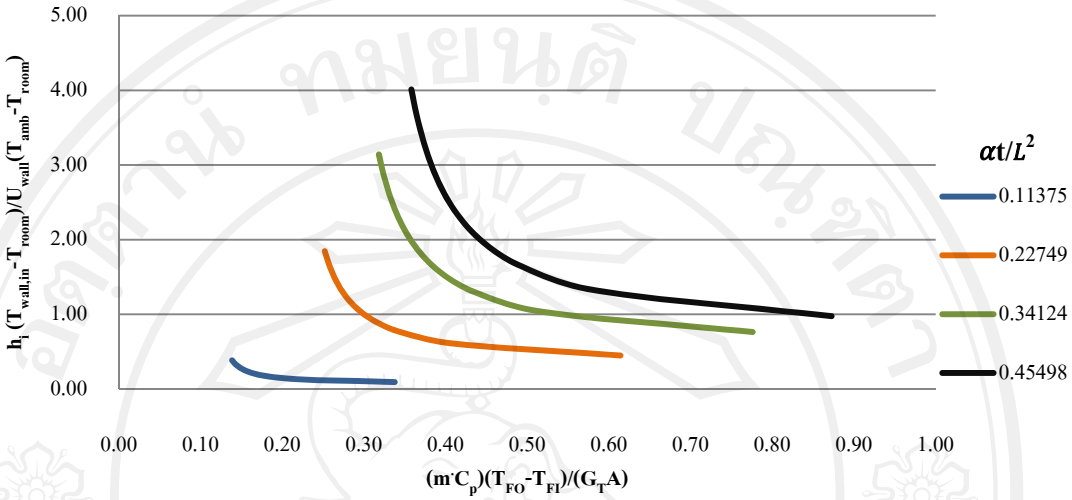
$$\frac{h_i(T_{wall,in} - T_{room})}{U_{wall}(T_{amb} - T_{room})} = f\left[\frac{\dot{m}C_p(T_{FO} - T_{FI})}{G_T A}, \frac{\alpha t}{L^2}\right] \quad (7.8)$$

โดยที่ h_iคือสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวผนังด้านใน(W/m^2 ^{o}C)$T_{wall,in}$คืออุณหภูมิผิวผนังด้านใน(^{o}C)

จากกลุ่มตัวแปรดังสมการที่ 7.8 กรณีศึกษาของผนังที่มีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เท่ากับ 0.9อัตราการไหลของน้ำ 6 l/minระยะห่างของท่อน้ำแต่ละท่อเท่ากับ 0.1m ตำแหน่งการวางท่ออยู่บริเวณกึ่งกลางผนัง อุณหภูมิผนังเริ่มต้นที่ 25^{o}C อุณหภูมิน้ำขาเข้า25^{o}Cช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ 2ชั่วโมงคือตั้งแต่ 11.00น.-13.00น.เนื่องจากค่ารังสีอาทิตย์มีค่าคงที่ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมอยู่ในช่วง 25^{o}C-35^{o}Cค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมประมาณ 1.34W/m^2 ^{o}Cค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวผนังด้านในประมาณ8.44W/m^2 ^{o}C และค่าแดดอยู่ในช่วง 100-1000W/m^2 จะสามารถนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์เพื่อหาค่าอุณหภูมิที่ผิวผนังด้านใน โดยในการหาค่าอุณหภูมิของผิว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนังด้านใน จะนำค่าอุณหภูมิน้ำขาออกที่ได้จากรูปที่ 7.1 มาประกอบในการหาค่าอุณหภูมิที่ผิวผนังด้านใน ในรูปที่ 7.2

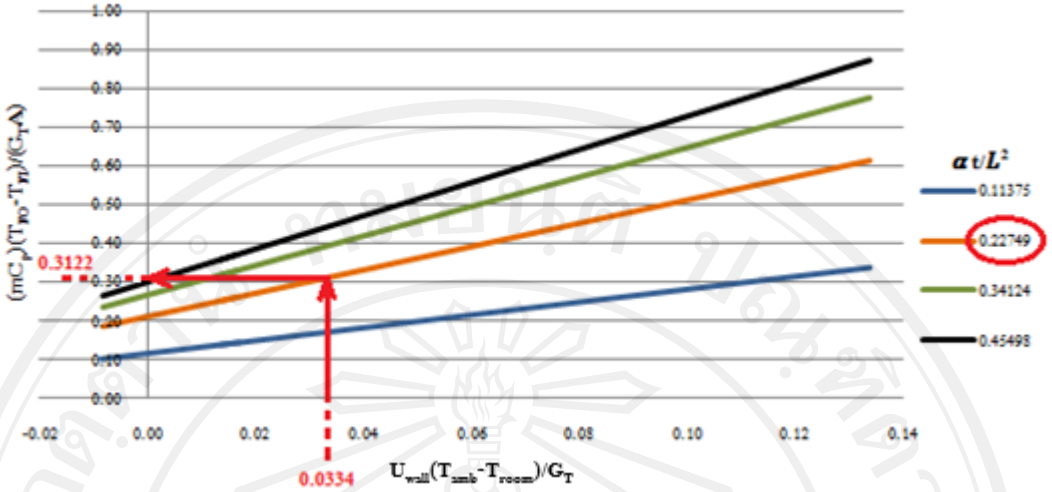


รูปที่ 7.2 ความสัมพันธ์ของความร้อนจากผิวผนังด้านในสู่อากาศในห้องปรับอากาศต่อความร้อนจากภายนอกผ่านผนังเย็นเข้าสู่ห้องปรับอากาศ กับความร้อนที่น้ำได้รับต่อความร้อนจากรังสีอาทิตย์ เพื่อศึกษาอุณหภูมิน้ำขาออกจากผนัง

7.3 ตัวอย่างการหาอุณหภูมิน้ำขาออก และผิวผนังด้านใน ของผนังเย็น

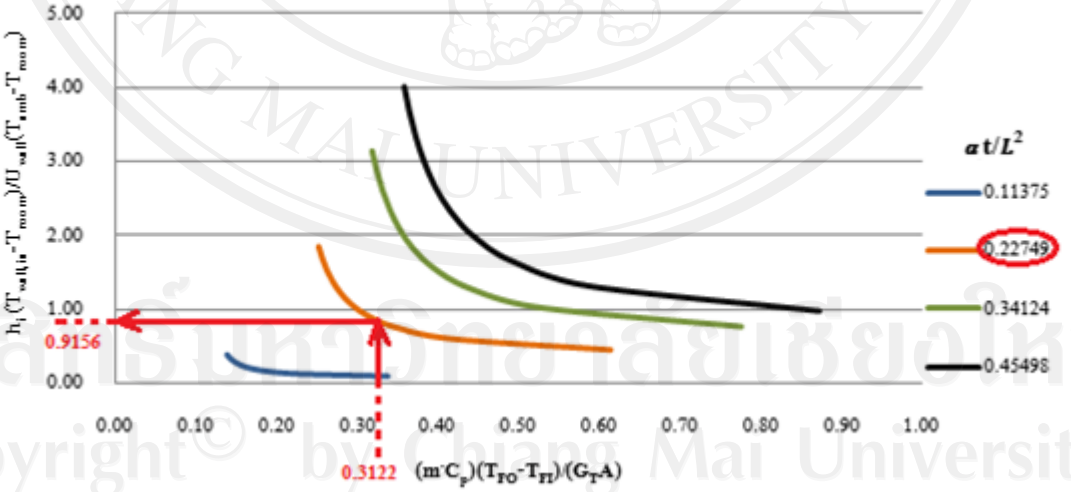
เมื่อต้องการทราบค่าอุณหภูมิน้ำขาออก จะเริ่มจากต้องทราบค่าระยะเวลาที่ผนังเย็นรับรังสีอาทิตย์ เช่น 1 ชั่วโมง จะสามารถคำนวณหาค่า$\frac{\alpha t}{L^2}$เท่ากับ 0.22749และต้องทราบค่า อุณหภูมิ สิ่งแวดล้อมเฉลี่ย และรังสีอาทิตย์เฉลี่ย ตามช่วงเวลาที่ได้รังรังสีอาทิตย์เช่น T_{amb}เท่ากับ 35°C และG_Tเท่ากับ 400 W/m^{2}จะได้ค่า $\frac{U_{wall}(T_{amb}-T_{room})}{G_T}$เท่ากับ 0.0334 ดังนั้นจะสามารถหาค่า $\frac{\dot{m}C_p(T_{FO}-T_{FI})}{G_TA}$ ได้จากรูปที่ 7.1 เท่ากับ 0.3122 ค่าดังกล่าวสามารถนำมาแก้สมการเพื่อหาค่า T_{FO} ได้เท่ากับ 26.12°Cโดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังรูป 7.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 7.3 การใช้กราฟเพื่อหาค่าอุณหภูมิน้ำขาออกจากผนังเย็น

หลังจากหาค่าอุณหภูมิน้ำขาออกจาผนังได้แล้ว เมื่อต้องการหาค่าอุณหภูมิที่ผิวผนังด้านในของผนังเย็น จะเริ่มจากนำค่า $\frac{\dot{m}C_p(T_{FO}-T_{FI})}{G_TA}$ ที่ได้จากรูปที่ 7.1 ได้เท่ากับ 0.3122 มาหาค่า $\frac{h_i(T_{wall,in}-T_{room})}{U_{wall}(T_{amb}-T_{room})}$ ได้จากรูปที่ 7.2 เท่ากับ 0.9156 ค่าดังกล่าวสามารถนำมาแก้สมการเพื่อหาค่า $T_{wall,in}$ ได้เท่ากับ 26.47°C โดยขั้นตอนทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังรูป 7.4



รูปที่ 7.4การใช้กราฟเพื่อหาค่าอุณหภูมิผิวผนังด้านในของผนังเย็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved