

บทที่ 4

วิเคราะห์ผลการทดลอง

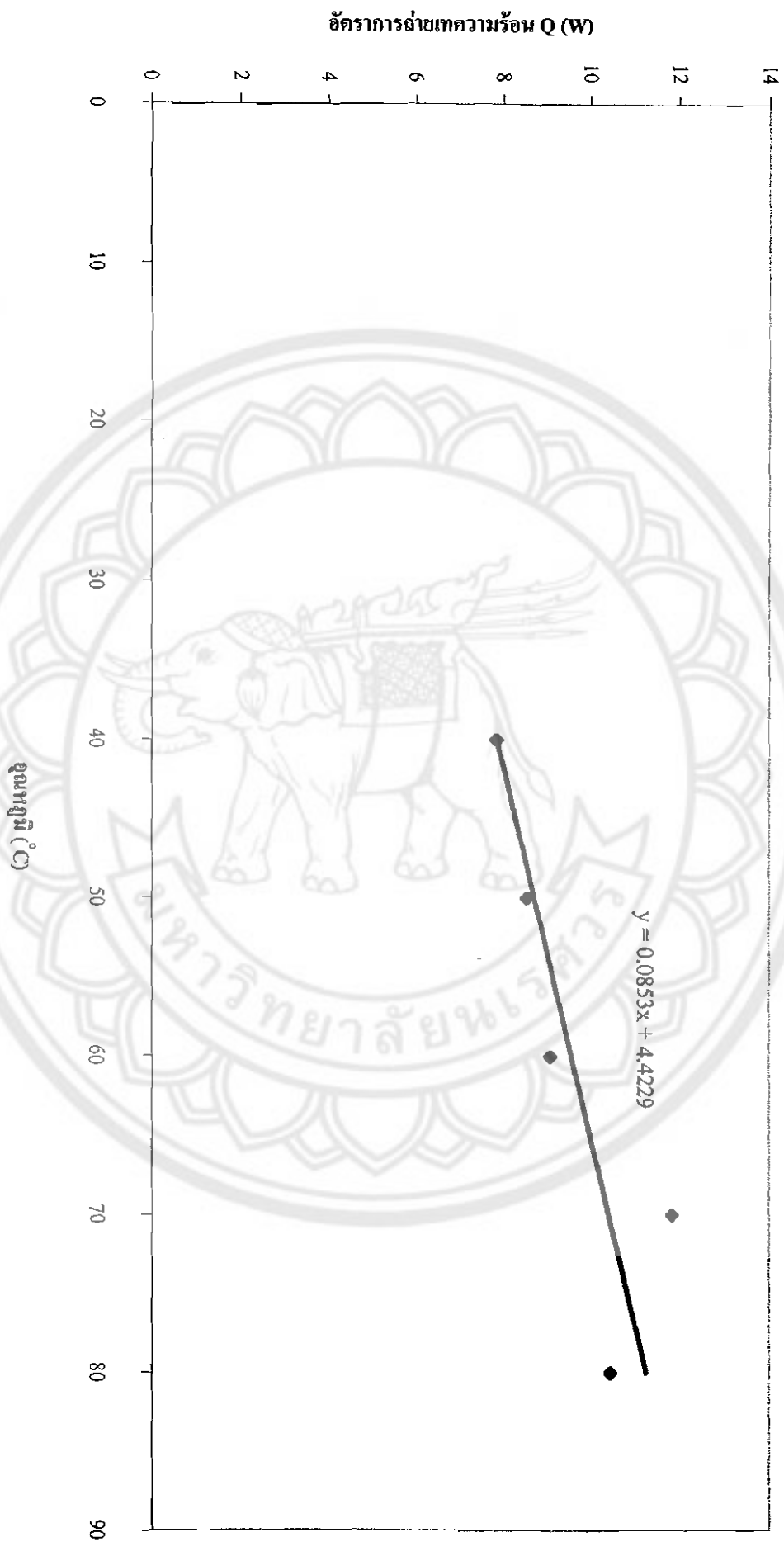
จากวิธีการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อนของท่อเทอร์โมไซฟอน กับอุณหภูมิที่ให้อุณหภูมิในส่วนทำระเหย (Evaporator) ที่ทำการออกแบบขึ้นในบทที่ 3 โดยนำความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นมาใช้ในการคำนวณหาค่าอุณหภูมิของหินขัดข้าวขาวที่คาดว่าจะได้รับเมื่อทำการติดท่อเทอร์โมไซฟอน

4.1 การวิเคราะห์หาค่าการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากท่อเทอร์โมไซฟอน

เมื่อท่อเทอร์โมไซฟอนทำการวิเคราะห์มีขนาด

- เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.4 cm
- ส่วนทำระเหย (Evaporator) ยาว 30 cm
- ส่วนควบแน่น (Condenser) ยาว 30 cm
- ส่วนที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน (Adiabatic) ยาว 10 cm
- ครีประบายความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 17 cm

จากการทดลองสามารถที่จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากท่อเทอร์โมไซฟอนกับอุณหภูมิในส่วนทำระเหยดังรูป



กราฟ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการถ่ายเทความร้อนของท่อทองร้อนในไซฟอนกับอุณหภูมิอากาศส่วนทำระเหย

เงื่อนไขในการวิเคราะห์

- อุณหภูมิของหินขัดขาวมีค่าเท่ากันตลอดเนื้อหินขัดโดยให้เท่ากับอุณหภูมิในส่วนทำระเหย (Evaporator)
- พิจารณาที่สภาวะคงที่
- ปริมาตรของกล่องเท่ากับ $2.04 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- ความหนาแน่นอากาศ 1000 kg/m^3
- อุณหภูมิห้อง 30°C เมื่อทำการทดลอง
- มวลของอากาศเท่ากับ 2.04 kg
- $C_p = 0.717 \text{ kJ/kgK}$

จากกราฟแสดงผลของความสัมพันธ์ของค่าความร้อนของท่อเทอร์โมไซฟอนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในส่วนของส่วนทำระเหย (Evaporator) จะเห็นได้ว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของท่อเทอร์โมไซฟอนจะมีปริมาณน้อยเมื่ออุณหภูมิของส่วนทำระเหยต่ำ และอัตราการถ่ายเทความร้อนจะมีค่ามากขึ้นเมื่ออุณหภูมิของส่วนทำระเหยมีค่าสูงขึ้น ซึ่งจากกราฟที่ได้ทำให้ทราบค่าความสัมพันธ์ของค่าการถ่ายเทความร้อนของท่อเทอร์โมไซฟอนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในส่วนของส่วนทำระเหย (Evaporator) คือ

$$Q = 0.0853T_{\text{ผิวหิน}} + 4.4229$$

โดยที่ Q คือ ค่าความร้อนของท่อเทอร์โมไซฟอน

$T_{\text{ผิวหิน}}$ คือ อุณหภูมิส่วนทำระเหย (Evaporator)

4.2 การวิเคราะห์สมการพลังงานของหินขัดขาว

4.2.1 การวิเคราะห์ค่าความร้อนที่เกิดขึ้น

เงื่อนไขในการวิเคราะห์

- อุณหภูมิของหินขัดขาวมีค่าเท่ากันตลอดเนื้อหินขัด
- พิจารณาที่สภาวะคงที่
- ค่าการพาความร้อนของอากาศ ($h_{\text{อากาศ}}$) เท่ากับ $47.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ โดยแสดงการคำนวณในภาคผนวก ค
- อุณหภูมิอากาศ ($T_{\text{อากาศ}}$) เท่ากับ 28°C จากการเก็บข้อมูลจากการทำงานจริง
- พื้นที่ผิวของหินขัดขาว ($A_{\text{ผิวหิน}}$) เท่ากับ 0.454 m^2
- พื้นที่ผิวของเหล็กแผ่นบน ($A_{\text{เหล็ก}}$) เท่ากับ 0.13 m^2

- พื้นที่ผิวของเหล็กแผ่นล่าง ($A_{เหล็ก}$) เท่ากับ 0.08 m^2
- ค่าการนำความร้อนของเหล็ก ($k_{เหล็ก}$) เท่ากับ 51.9 W/mK
- เหล็กหนา 30 mm

การวิเคราะห์ผลตามสมการก่อนการติดท่อเทอร์โมไซฟอน

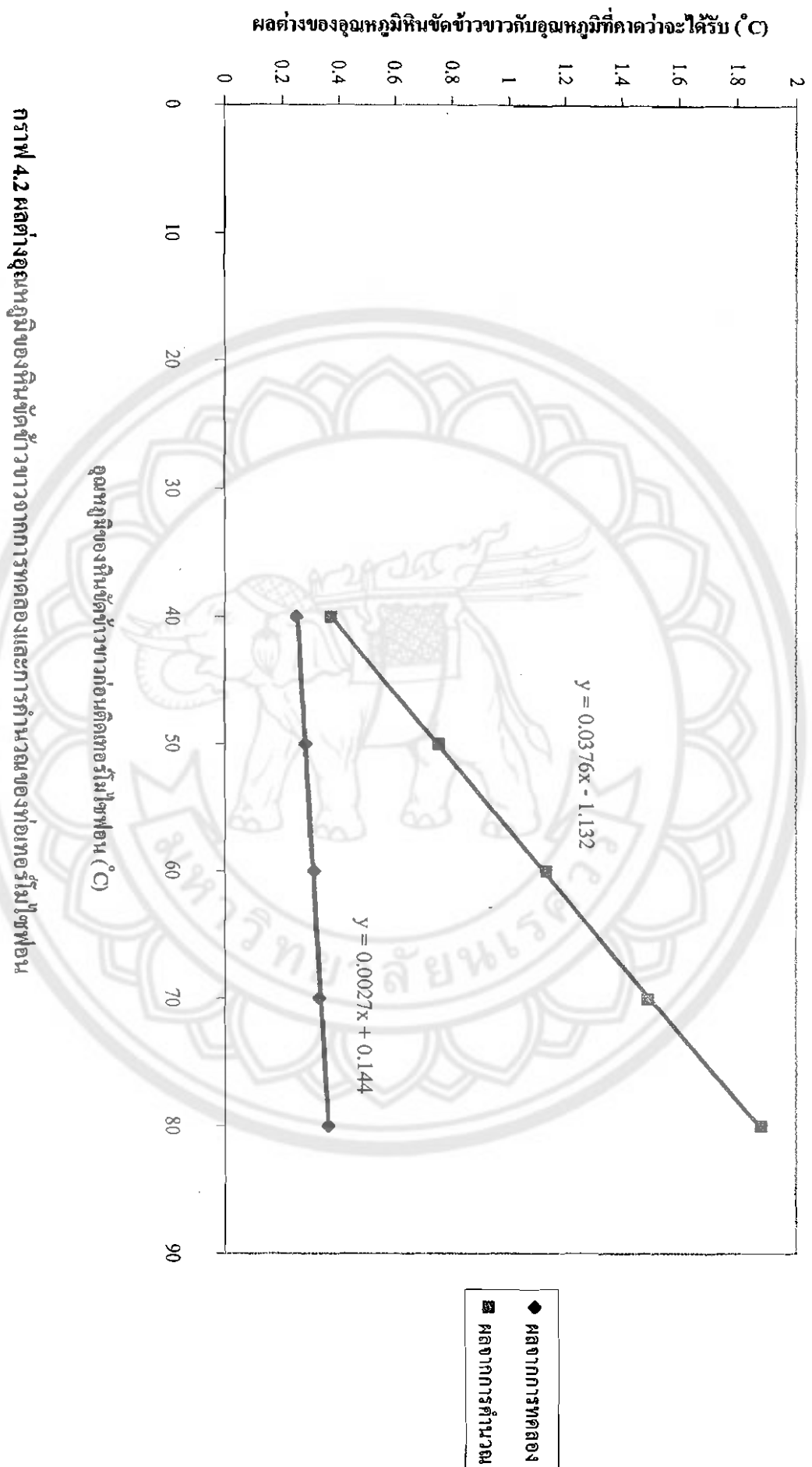
$$Q_{in} = h_{อากาศ} A_{ผิวนอก} (T_{ผิวใน} - T_{อากาศ}) + (T_{ผิวใน} - T_{อากาศ}) / (1/k_{เหล็กแผ่น} A_{เหล็ก} + 1/h_{อากาศ} A_{เหล็ก}) + (T_{ผิวใน} - T_{อากาศ}) / (1/k_{เหล็กแผ่น} A_{เหล็ก} + 1/h_{อากาศ} A_{เหล็ก})$$

4.2.2 การวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิของหินขัดข้าวขาวหลังจากทำการติดท่อเทอร์โมไซฟอน
เงื่อนไขในการวิเคราะห์

- อุณหภูมิของหินขัดข้าวขาวมีค่าเท่ากันตลอดเนื้อหินขัด
- พิจารณาที่สภาวะคงที่
- ค่าการพาความร้อนของอากาศ ($h_{อากาศ}$) เท่ากับ $47.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ โดยแสดงการคำนวณในภาคผนวก ค
- อุณหภูมิอากาศ ($T_{อากาศ}$) เท่ากับ 28°C
- พื้นที่ผิวของหินขัดข้าวขาว ($A_{ผิวนอก}$) เท่ากับ 0.454 m^2
- พื้นที่ผิวของเหล็กแผ่นบน ($A_{เหล็ก}$) เท่ากับ 0.13 m^2
- พื้นที่ผิวของเหล็กแผ่นล่าง ($A_{เหล็ก}$) เท่ากับ 0.08 m^2
- ค่าการนำความร้อนของเหล็ก ($k_{เหล็ก}$) เท่ากับ 51.9 W/mK
- ฟังก์ชัน $f(T_{ผิวใน})$ มีค่าเท่ากับ $0.0853T_{ผิวใน} + 4.4229$

การวิเคราะห์ผลตามสมการ

$$Q_{in} = h_{อากาศ} A_{ผิวนอก} (T_{ผิวใน} - T_{อากาศ}) + (T_{ผิวใน} - T_{อากาศ}) / (1/k_{เหล็กแผ่น} A_{เหล็ก} + 1/h_{อากาศ} A_{เหล็ก}) + (T_{ผิวใน} - T_{อากาศ}) / (1/k_{เหล็กแผ่น} A_{เหล็ก} + 1/h_{อากาศ} A_{เหล็ก}) + f(T_{ผิวใน})$$



กราฟ 4.2 ผลต่างอุณหภูมิของหินขัดขาวจากการทดลองและการคำนวณของท่อท่อร้อนไม่ใช้ฟอน

จากกราฟผลต่างจากการคำนวณมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิของหินขัดข้าวขาวตามสมการ $y = 0.0376x - 1.132$ และที่อุณหภูมิการทำงานช่วง $40 - 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ สามารถลดอุณหภูมิของหินขัดข้าวขาวลงได้ในช่วง $0.3 - 1.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ และผลจากการทดลองจริงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกันตามสมการ $y = 0.0027x + 0.144$ แต่ในช่วง $40 - 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิลดลงจริง $0.25 - 0.36\text{ }^{\circ}\text{C}$ เมื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่าผลจากการทดลองจริงแตกต่างจากผลการคำนวณ $16.67 - 81.05\%$ สาเหตุอาจเนื่องมาจากการคำนวณที่ใช้ทฤษฎีของเทอร์โมไดนามิกส์แบบไม่หมุนแต่การทดลองจริงที่มีการหมุน และอาจจะต้องใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดสูงขึ้น

