

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1 ผลการทดลอง

อุณหภูมิ HEATER (°C)	อุณหภูมิส่วนควบแน่น (°C)	เวลา (นาท)	อัตราการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ย (W)
40	29.8	1	4.9
	30.0	2	4.9
	30.2	3	14.6
	30.8	4	7.3
	31.0	5	4.9
	31.2	6	14.6
	31.8	7	4.9
	32.0	8	12.2
	32.5	9	7.3
	32.8	10	4.9
	33.0	11	12.2
	33.5	12	7.3
	33.8	13	4.9
	34.0	14	4.9
	34.2	15	7.8
อัตราการการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยทั้งหมด			7.8

อุณหภูมิ HEATER (°C)	อุณหภูมิส่วนควบแน่น (°C)	เวลา (นาที)	อัตราการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ย (W)
50	33.5	1	9.8
	33.9	2	7.3
	34.2	3	14.6
	34.8	4	4.9
	35.0	5	12.2
	35.5	6	7.3
	35.8	7	4.9
	36.0	8	12.2
	36.5	9	7.3
	36.8	10	7.3
	37.1	11	9.8
	37.5	12	7.3
	37.8	13	4.9
	38.0	14	9.8
	38.4	15	8.5
อัตราการการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยทั้งหมด			8.5

อุณหภูมิ HEATER (°C)	อุณหภูมิส่วนความดัน (°C)	เวลา (นาที)	อัตราการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ย (W)
60	36.8	1	9.8
	37.2	2	14.6
	37.8	3	7.3
	38.1	4	12.2
	38.6	5	9.8
	39.0	6	12.2
	39.5	7	9.8
	39.9	8	7.3
	40.2	9	9.8
	40.6	10	7.3
	40.9	11	4.9
	41.1	12	9.8
	41.5	13	7.3
	41.8	14	4.9
	42.0	15	9.1
อัตราการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยทั้งหมด			9.1

อุณหภูมิ HEATER (°C)	อุณหภูมิส่วนควบแน่น (°C)	เวลา (นาที)	อัตราการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ย (W)
70	42.5	1	12.2
	43.0	2	19.5
	43.8	3	9.8
	44.2	4	14.6
	44.8	5	9.8
	45.2	6	14.6
	45.8	7	7.3
	46.1	8	12.2
	46.6	9	9.8
	47.0	10	12.2
	47.5	11	9.8
	47.9	12	9.8
	48.3	13	12.2
	48.8	14	12.2
	49.0	15	11.8
อัตราการการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยทั้งหมด			11.8

อุณหภูมิ HEATER (°C)	อุณหภูมิส่วนควบแน่น (°C)	เวลา (นาที)	อัตราการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ย (W)
80	48.0	1	12.2
	48.5	2	9.8
	48.9	3	9.8
	50.3	4	12.2
	50.8	5	9.8
	51.2	6	14.6
	51.8	7	9.8
	52.2	8	12.2
	52.7	9	9.8
	53.1	10	9.8
	53.5	11	9.8
	53.9	12	7.3
	54.2	13	9.8
	54.6	14	9.8
	55.0	15	10.5
อัตราการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยทั้งหมด			10.5

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากหินขัดข้าวขาวของเครื่องขัดข้าวขาวที่อุณหภูมิผิวหินขัดต่าง ๆ

$h_{\text{อากาศ}} \text{ (W/m}^2\text{K)}$	$A_{\text{ผิวนอก}} \text{ (m}^2\text{)}$	$T_{\text{ผิวหิน}} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$T_{\text{อากาศ}} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$Q_{\text{out1}} \text{ (W)}$
47.25	0.454	40	28	257.42
47.25	0.454	50	28	471.93
47.25	0.454	60	28	686.49
47.25	0.454	70	28	900.96
47.25	0.454	80	28	1115.48

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากหินขัดข้าวขาวของเครื่องขัดข้าวขาวทางด้านล่างที่อุณหภูมิผิวหินขัดต่าง ๆ

$A_{\text{หน้าหิน}} \text{ (m}^2\text{)}$	$1/(1/k_{\text{หน้าหินต่อ}} A_{\text{หน้าหิน}} + 1/h_{\text{อากาศ}} A_{\text{หน้าหิน}})$	$T_{\text{หิน}} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$T_{\text{อากาศ}} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$	$Q_{\text{out2}} \text{ (W)}$
0.08	3.68	40	28	44.15
0.08	3.68	50	28	80.95
0.08	3.68	60	28	117.74
0.08	3.68	70	28	154.74
0.08	3.68	80	28	191.33

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากหินขัดข้าวขาวของเครื่องขัดข้าวขาวทางด้านบนที่อุณหภูมิผิวหินขัดต่าง ๆ

$A_{\text{หน้า}} (\text{m}^2)$	$1/(1/k_{\text{หน้า}} A_{\text{หน้า}} + 1/h_{\text{อากาศ}} A_{\text{หน้า}})$	$T_{\text{หิน}} (^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{น้ำ}} (^{\circ}\text{C})$	$Q_{\text{out3}} (\text{W})$
0.13	5.98	40	28	71.75
0.13	5.98	50	28	131.54
0.13	5.98	60	28	191.33
0.13	5.98	70	28	251.13
0.13	5.98	80	28	310.92

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากหินขัดข้าวขาวของเครื่องขัดข้าวขาวที่อุณหภูมิผิวหินขัดต่าง ๆ

$T_{\text{หิน}} (^{\circ}\text{C})$	$Q_{\text{out1}} (\text{W})$	$Q_{\text{out2}} (\text{W})$	$Q_{\text{out3}} (\text{W})$	$Q_{\text{in}} (\text{W})$
40	257.42	44.15	71.75	373.32
50	471.93	80.95	131.54	684.42
60	686.488	117.74	191.33	995.52
70	900.963	154.74	251.13	1306.83
80	1115.478	191.33	310.92	1617.72

ตารางที่ 5 แสดงการประมาณอุณหภูมิของหินขัดข้าวขาวของเครื่องขัดข้าวขาวที่จะเกิดขึ้นจริงเมื่อทำการติดตั้งท่อเทอร์โมไจฟอนเข้าไปภายในหินขัดข้าวขาวของเครื่องขัดข้าวขาว

$T_{หิน} (^{\circ}C)$	$Q_{out1} (W)$	$Q_{out2} (W)$	$Q_{out3} (W)$	$Q_{in} (W)$	$T_{หินใหม่}$
40	257.42	44.15	71.75	373.32	39.75
50	471.93	80.95	131.54	684.42	49.72
60	686.49	117.74	191.33	995.52	59.69
70	900.96	154.74	251.13	1306.83	69.67
80	1115.48	191.33	310.92	1617.72	79.64

ตารางที่ 6 อุณหภูมิของหินขัดก่อนและหลังติดเทอร์โมไจฟอนและจากการออกแบบ

อุณหภูมิก่อนติดเทอร์โมไจฟอน ($^{\circ}C$)	อุณหภูมิจากการออกแบบ ($^{\circ}C$)	อุณหภูมิจากการทดลอง ($^{\circ}C$)
40	38.88	39.75
50	48.88	49.72
60	58.87	59.69
70	68.88	69.67
80	78.87	79.64

ตารางที่ 7 อัตราการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากการทดลองและการคำนวณ

อุณหภูมิก่อนติด เทอร์โมไจฟอน	อัตราการถ่ายเทความร้อน จากการทดลอง (W)	อัตราการถ่ายเทความร้อน จากการคำนวณ (W)
40	7.8	11.6
50	8.5	23.3
60	9.1	35
70	11.8	46.7
80	10.5	58.3

ภาคผนวก ค

การแสดงการคำนวณหาค่าการพาความร้อน

กำหนดให้ อุณหภูมิผิวหินขัดขาว $T_s = 60^\circ\text{C}$

อุณหภูมิอากาศ $T_\infty = 28^\circ\text{C}$

ความเร็วของอากาศ $u_\infty = 8\text{ m/s}$

ความยาวของหินขัดขาว $l = 38\text{ cm}$

Solution

จากสมการ

สัมประสิทธิ์การพาความร้อนโดยเฉลี่ย $h = 0.664k/l(u_\infty l/V)^{1/2} P_r^{1/3}$

Nusselt number เฉลี่ย $N_{u_l} = h l/k = 0.664 Re_l^{1/2} P_r^{1/3}$

Reynolds number $Re_l = u_\infty l/V$

อุณหภูมิฟิล์ม $T_f = (T_s + T_\infty)/2 = 44^\circ\text{C}$

จากคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอากาศที่ 44°C

$$k = 27.56 \times 10^{-3}\text{ W/mK}$$

$$V = 25.02 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$$

$$P_r = 0.705$$

$$\begin{aligned} Re_l &= (8\text{ m/s} \times 0.38\text{ m}) / 25.02 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s} \\ &= 1215102.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= (0.664 \times 0.705^{1/3} \times 1215102.8^{1/2} \times 27.56 \times 10^{-3}\text{ W/mK}) / 0.38\text{ m} \\ &= 47.25\text{ W/m}^2\text{K} \quad \# \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณการออกแบบชุดเทอร์โมโซฟอน

โดยใช้โปรแกรม Mathcad

ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ

$$T_{so} := 60 \cdot C \quad l := 0.7 \cdot m \quad \lambda_x := 62.982 \cdot \frac{W}{m \cdot K}$$

$$T_{si} := 30 \cdot C \quad l_c := 0.3 \cdot m \quad T_{so} := 333 \cdot K$$

$$D_0 := 84 \cdot mm \quad l_e := 0.3 \cdot m$$

$$D_0 = 0.084 \cdot m$$

$$t := 3 \cdot mm \quad l_a := 0.1 \cdot m \quad T_{si} := 303 \cdot K$$

$$D := D_0 - 2 \cdot t$$

$$D = 0.078 \cdot m \quad l_{eF} := 0.35 \cdot m$$

$$A_{fin} := \pi \cdot \frac{(0.18 \cdot m)^2}{4} - \pi \cdot \frac{(D_0)^2}{4}$$

$$A_{fin} = 0.02 \cdot m^2$$

$$4 \cdot A_{fin} = 0.08 \cdot m^2$$

$$Seo := \left[2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D_0}{2} \right) \cdot l_e \right] + 4 \cdot A_{fin} \quad Sco := \left[2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D_0}{2} \right) \cdot l_e \right] + 4 \cdot A_{fin}$$

$$Seo = 0.159 \cdot m^2$$

$$Sco = 0.159 \cdot m^2$$

$$heo := 15 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$hco := 15 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

1. Thermal resistance ของ air

$$z1 := \frac{1}{(heo \cdot Seo)}$$

$$z1 = 0.42 \cdot \frac{K}{W}$$

$$z9 := \frac{1}{(hco \cdot Sco)}$$

$$z9 = 0.42 \cdot \frac{K}{W}$$

2. Internal diameter

$$D = 0.078 \text{ m}$$

Liq fil

$$F := \frac{0.35 \cdot \text{m}}{0.3 \cdot \text{m}}$$

$$F = 1.167$$

$$z2 := \frac{\ln\left(\frac{D0}{D}\right)}{2 \cdot \pi \cdot l_c \cdot \lambda x}$$

$$z2 = 6.242 \times 10^{-4} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$z8 := \frac{\ln\left(\frac{D0}{D}\right)}{2 \cdot \pi \cdot l_c \cdot \lambda x}$$

$$z8 = 6.242 \times 10^{-4} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

3. Total thermal resistance แต่ไม่คิด internal resistance

$$z := z1 + z2 + z8 + z9$$

$$z = 0.841 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$Tv := Tsi + \frac{(z8 + z9)}{z} \cdot (Tso - Tsi) \quad Tv = 318 \text{ K}$$

$$Tv = 318 \text{ K}$$

$$Pv := 1.4553 \cdot 10^6 \cdot \text{Pa}$$

$$\sigma := 598 \cdot 10^6 \cdot \text{Pa}$$

$$r := \frac{84}{2} \cdot \text{mm}$$

$$Pa := 101325 \cdot \text{Pa}$$

$$ra := \frac{(D0 + D)}{4}$$

$$t2 := Pv \cdot \frac{r}{\sigma}$$

$$t1 := Pv \cdot \frac{ra}{\sigma}$$

$$r = 0.042 \text{ m}$$

$$t1 = 0.099 \text{ mm}$$

$$t2 = 0.102 \text{ mm}$$

$$ra = 0.041 \text{ m}$$

$$\sigma_1 := P_v \cdot \frac{r}{t}$$

$$\sigma_2 := P_v \cdot \frac{ra}{t}$$

$$\sigma_1 = 2.037 \times 10^7 \text{ Pa}$$

$$\sigma_2 = 1.965 \times 10^7 \text{ Pa}$$

4 จาก Ref 9. เปิดที่ $T_v = 318 \text{ K}$

$$T_v = 318 \text{ K} \quad P_v = 1.455 \times 10^6 \text{ Pa} \quad \lambda_l := 68.5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \quad L := 425.03 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\text{Ref}_9 \quad \rho_l := 1082.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \rho_v := 73.909 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\mu_l := 149.9 \cdot 10^{-6} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma := 4.52 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\Phi_2 := \left[\frac{L \cdot (\lambda_l)^3 \cdot (\rho_l)^2}{\mu_l} \right]^{0.2}$$

$$\Phi_2 = 1.017 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\left(\frac{\text{K}}{0.75} \cdot \frac{2.5}{\text{s}} \right)}$$

5 presser pool

$$\theta := 90$$

$$g = 9.807 \text{ ms}^{-2}$$

$$P_p := P_v + \rho_l \cdot g \cdot F \cdot l \cdot \sin(\theta)$$

$$P_p = 1.459 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$T_s := T_v$$

$$T_v = 318 \text{ K}$$

$$a := \frac{T_v \cdot g}{L} \cdot \left(\frac{\rho_l}{\rho_v} - 1 \right)$$

$$a = 0.1 \text{ K m}^{-1}$$

$$T_p := T_v + a \cdot l_e F$$

$$T_p = 318.035 \text{ K}$$

$$\Delta T_h := \frac{T_p - T_v}{2} \cdot F$$

$$\Delta T_h = 0.02 \text{ K}$$

- 6 Effective overall temperature difference

$$\Delta T := (T_{so} - T_{si} - \Delta T_h)$$

$$\Delta T = 29.98 \text{ K}$$

- 7 Rate of heat transfer

$$Q := \frac{\Delta T}{z}$$

$$Q = 35.65 \text{ W}$$

- 8 Thermal resistance ของ Evaporator flim

$$z_{3f} := \frac{\frac{1}{0.235 \cdot Q^3}}{\frac{4}{3} \frac{1}{D^3} \frac{1}{g^3} \frac{4}{3} \cdot l_e \cdot (\Phi_2)^3}$$

$$z_{3f} = 3.535 \times 10^{-3} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$Re_f := \frac{4Q}{L \cdot \mu_f \cdot \pi \cdot D}$$

$$Re_f = 9.134$$

9 Figure of merit for nucleat boiling

$$C_{pl} := 1.602 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$P_a = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Phi_3 := \frac{(\rho_l)^{0.65} \cdot (\lambda_l)^{0.3} \cdot (C_{pl})^{0.7}}{(\rho_v)^{0.25} \cdot (L)^{0.4} \cdot (\mu_l)^{0.1}} \cdot \left(\frac{P_v}{P_a} \right)^{0.23}$$

$$\Phi_3 = 62.589 \text{ kg}^0 \text{ m}^0 \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$z_{3p} := \frac{1}{\Phi_3 \cdot g^{0.2} \cdot Q^{0.4} \cdot (\pi \cdot D \cdot l_e)^{0.6}}$$

$$z_{3p} = 0.012 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

10 ถ้า $z_{3p} > z_{3f}$ ให้ $z_3 := (z_{3p} \cdot F) + [z_{3f} \cdot (1 - F)]$

$$z_{3p} > z_{3f}$$

$$z_3 := (z_{3p} \cdot F) + [z_{3f} \cdot (1 - F)]$$

$$z_3 = 0.013 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

11 Thermal resistance ของ film ของ condenser

$$z7 := \frac{\frac{1}{0.335 \cdot Q^{\frac{1}{3}}}}{\frac{\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{3}}{D \cdot g \cdot l_c \cdot (\Phi_2)^{\frac{4}{3}}}}$$

$$z7 = 5.039 \times 10^{-3} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

12 หาค่า Z ใหม่

$$z_{\text{new}} := z3 + z7 + z$$

$$z_{\text{new}} = 0.859 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$Q_1 := \frac{\Delta T}{z_{\text{new}}}$$

$$Q_1 = 34.904 \text{ W}$$

13 คำนวณ Step 8 - 12 ใหม่ โดยใช้ค่า Q ที่ได้เคียงกันมากที่สุด

RENEW

8

$$z3f := \frac{\frac{1}{0.235 \cdot Q_1^{\frac{1}{3}}}}{\frac{\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{3}}{D \cdot g \cdot l_c \cdot (\Phi_2)^{\frac{4}{3}}}}$$

$$z3f = 3.51 \times 10^{-3} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$Re_f := \frac{4 \cdot Q_1}{L \cdot \mu_f \cdot \pi \cdot D}$$

$$Re_f = 8.943$$

9

$$C_{pl} := 1.589 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$P_a = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\Phi_3 := \frac{(\rho_l)^{0.65} \cdot (\lambda_l)^{0.3} \cdot (C_{pl})^{0.7}}{(\rho_v)^{0.25} \cdot (L)^{0.4} \cdot (\mu_l)^{0.1}} \cdot \left(\frac{P_v}{P_a} \right)^{0.23}$$

$$\Phi_3 = 62.233 \text{ kg}^0 \cdot \text{m}^0 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$z_{3p} := \frac{1}{\Phi_3 \cdot g^{0.2} \cdot (Q_1)^{0.4} \cdot (\pi \cdot D \cdot l_e)^{0.6}}$$

$$z_{3p} = 0.012 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

10

$$z_{3p} > z_{3f}$$

$$z_3 := (z_{3p} \cdot F) + \left[z_{3f} \cdot (1 - F) \right]$$

$$z_3 = 0.013 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

11

$$z_7 := \frac{\frac{1}{0.335 \cdot (Q_1)^3}}{\frac{\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{3}}{D^3 \cdot g^3 \cdot l_c \cdot (\Phi_2)^3}}$$

$$z_7 = 5.004 \times 10^{-3} \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

12

$$z_{\text{new}} := z_3 + z_7 + z$$

$$z_{\text{new}} \approx 0.859 \frac{\text{K}}{\text{W}}$$

$$Q_2 := \frac{\Delta T}{z_{\text{new}}}$$

$$Q_2 = 34.897 \text{ W}$$



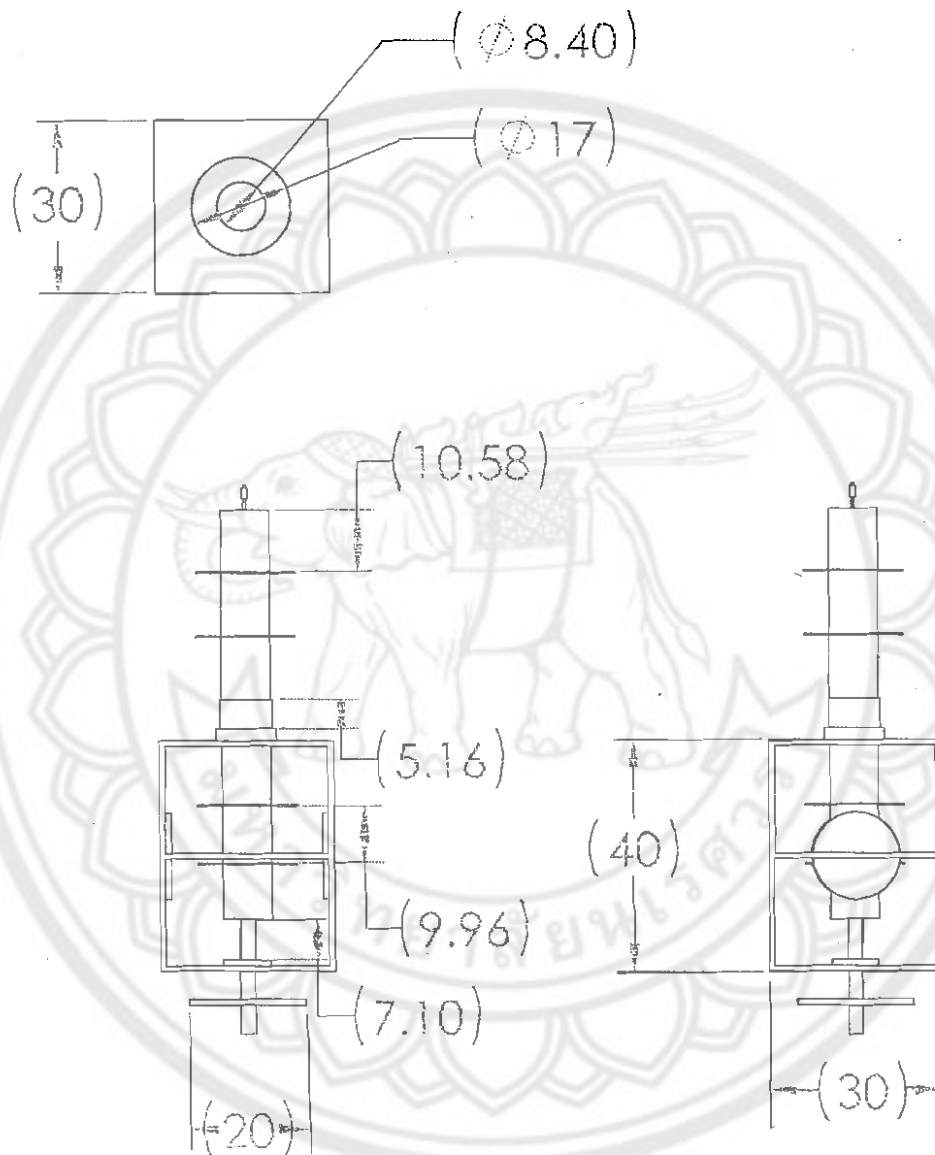
ภาคผนวก ง

Refrigerant Properties

17.29

Refrigerant 134a (1,1,1,2-tetrafluoroethane)										Properties of Saturated Liquid and Saturated Vapor							
Temp, °C	Pressure, MPa	Density, kg/m ³	Volume, m ³ /kg	Enthalpy, kJ/kg		Entropy, kJ/kg·K		Specific Heat, kJ/kg·K		Velocity of Sound, m/s		Viscosity, μPa·s		Thermal Cond., mW/m·K		Surface Tension, mN/m	Temp., °C
		Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor	Liquid	Vapor		
-103.06	0.0009	1591.2	35.263	71.89	315.07	0.4143	1.5638	1.147	0.385	1.163	1135	127	2186.6	6.63	—	28.15	-103.06
-100.00	0.00096	1591.9	35.039	75.71	317.00	0.4366	1.5456	1.164	0.392	1.161	1111	128	1958.2	6.76	—	27.56	-100.00
-90.00	0.00153	1593.9	9.7191	87.59	342.94	0.5032	1.8975	1.201	0.618	1.135	1051	131	1445.6	7.16	—	25.31	-90.00
-80.00	0.00369	1596.2	4.2504	99.65	349.03	0.5674	1.8585	1.211	0.637	1.151	999	134	1169.9	7.57	—	24.11	-80.00
-70.00	0.00801	1606.6	2.0523	111.76	355.23	0.6286	1.8169	1.215	0.660	1.144	951	137	879.6	7.97	125.8	22.44	-70.00
-60.00	0.01594	1617.0	1.0770	123.96	361.51	0.6871	1.8016	1.220	0.685	1.146	904	139	715.4	8.38	121.1	20.81	-60.00
-50.00	0.02948	1643.1	0.60560	136.21	367.83	0.7432	1.7812	1.229	0.712	1.146	858	142	594.5	8.79	116.5	19.22	-50.00
-40.00	0.05122	1644.8	0.36095	148.57	374.16	0.7973	1.7649	1.243	0.740	1.148	812	144	502.2	9.20	111.9	17.66	-40.00
-30.00	0.08436	1651.9	0.22596	161.10	380.45	0.8498	1.7519	1.260	0.771	1.152	765	145	430.4	9.62	107.3	16.13	-30.00
-20.00	0.09268	1680.0	0.20642	163.62	381.70	0.8501	1.7497	1.264	0.778	1.153	736	145	418.0	9.71	106.3	15.83	-20.00
-15.076	0.10132	1747.1	0.19016	166.07	382.90	0.8701	1.7476	1.268	0.784	1.154	747	146	406.4	9.79	105.4	15.32	-15.076
-10.00	0.10164	1774.1	0.18561	166.16	382.94	0.8704	1.7476	1.268	0.785	1.154	747	146	406.0	9.79	105.4	15.32	-10.00
-5.00	0.11127	1868.2	0.17110	168.70	384.19	0.8806	1.7455	1.273	0.791	1.155	738	146	394.6	9.88	104.5	15.20	-5.00
-2.00	0.12160	1862.3	0.16101	171.26	385.43	0.8808	1.7456	1.277	0.793	1.156	728	146	383.6	9.96	103.6	14.99	-2.00
-20.00	0.13268	1956.2	0.14744	173.82	386.66	0.9009	1.7413	1.282	0.805	1.157	719	146	373.1	10.05	102.6	14.80	-20.00
-15.00	0.14454	1950.2	0.13597	176.39	387.89	0.9110	1.7399	1.286	0.812	1.159	710	146	363.2	10.14	101.7	14.63	-15.00
-10.00	0.15721	1944.1	0.12556	178.97	389.11	0.9211	1.7383	1.291	0.820	1.160	700	147	353.5	10.22	100.8	14.46	-10.00
-5.00	0.17074	1938.0	0.11610	181.56	390.33	0.9311	1.7367	1.296	0.827	1.162	691	147	344.0	10.31	99.9	14.30	-5.00
-2.00	0.18516	1931.8	0.10749	184.16	391.55	0.9410	1.7351	1.301	0.835	1.164	682	147	335.0	10.40	99.0	14.15	-2.00
-10.00	0.20052	1925.6	0.09963	186.78	392.77	0.9509	1.7337	1.306	0.842	1.166	672	147	326.3	10.49	98.0	14.03	-10.00
-5.00	0.21684	1919.3	0.09246	189.40	393.99	0.9608	1.7323	1.312	0.850	1.168	663	147	318.0	10.58	97.1	13.92	-5.00
-2.00	0.23418	1913.0	0.08591	192.03	395.21	0.9707	1.7310	1.317	0.858	1.170	654	147	309.9	10.67	96.2	13.82	-2.00
-1.00	0.25257	1906.6	0.07991	194.68	396.43	0.9805	1.7297	1.323	0.866	1.172	644	147	302.2	10.76	95.3	13.73	-1.00
-0.50	0.27206	1900.2	0.07440	197.33	397.65	0.9903	1.7285	1.329	0.875	1.175	635	147	294.7	10.85	94.5	13.62	-0.50
0.00	0.29269	1893.7	0.06915	200.00	398.88	1.0000	1.7274	1.335	0.883	1.178	626	147	287.4	10.94	93.4	13.59	0.00
5.00	0.31450	1887.1	0.06470	202.58	399.84	1.0097	1.7263	1.341	0.892	1.180	616	147	280.4	11.03	92.5	13.46	5.00
10.00	0.33755	1880.5	0.06042	205.37	401.00	1.0194	1.7252	1.347	0.901	1.183	607	147	273.6	11.13	91.6	13.33	10.00
15.00	0.36184	1873.8	0.05648	208.08	402.14	1.0291	1.7242	1.353	0.910	1.187	598	147	267.0	11.22	90.7	13.21	15.00
20.00	0.38749	1867.0	0.05284	210.80	403.27	1.0387	1.7233	1.360	0.920	1.190	588	147	260.6	11.32	89.7	13.08	20.00
25.00	0.41449	1860.2	0.04948	213.53	404.40	1.0483	1.7224	1.367	0.930	1.193	579	146	254.3	11.42	88.8	12.96	25.00
30.00	0.44239	1853.3	0.04636	216.27	405.51	1.0579	1.7215	1.374	0.939	1.197	569	146	248.3	11.52	87.9	12.84	30.00
35.00	0.47276	1846.3	0.04348	219.03	406.61	1.0674	1.7207	1.381	0.950	1.201	559	146	242.5	11.62	87.0	12.72	35.00
40.00	0.50413	1839.3	0.04081	221.80	407.70	1.0769	1.7199	1.388	0.960	1.206	550	146	236.8	11.72	86.0	12.60	40.00
45.00	0.53706	1832.1	0.03833	224.59	408.78	1.0865	1.7191	1.396	0.971	1.210	541	146	231.2	11.82	85.1	12.49	45.00
50.00	0.57199	1824.9	0.03603	227.40	409.84	1.0960	1.7183	1.404	0.982	1.215	532	145	225.8	11.92	84.2	12.37	50.00
55.00	0.60777	1817.5	0.03388	230.21	410.89	1.1055	1.7176	1.412	0.994	1.220	522	145	220.5	12.03	83.3	12.26	55.00
60.00	0.64544	1810.1	0.03189	233.05	411.93	1.1149	1.7169	1.420	1.006	1.226	512	145	215.4	12.14	82.4	12.14	60.00
65.00	0.68591	1802.6	0.02990	235.90	412.95	1.1244	1.7162	1.429	1.018	1.231	503	144	210.4	12.25	81.4	12.03	65.00
70.00	0.72876	1794.9	0.02829	238.77	413.95	1.1338	1.7155	1.438	1.031	1.238	493	144	205.5	12.36	80.5	11.93	70.00
75.00	0.77408	1787.2	0.02687	241.65	414.94	1.1432	1.7149	1.447	1.044	1.244	484	143	200.7	12.48	79.6	11.82	75.00
80.00	0.82150	1779.3	0.02556	244.55	415.90	1.1527	1.7142	1.457	1.058	1.251	474	143	196.0	12.60	78.7	11.72	80.00
85.00	0.87250	1771.3	0.02434	247.47	416.85	1.1621	1.7135	1.467	1.072	1.259	465	142	191.4	12.72	77.7	11.62	85.00
90.00	0.92772	1763.2	0.02321	250.41	417.78	1.1715	1.7129	1.478	1.088	1.267	455	142	186.9	12.84	76.8	11.52	90.00
95.00	0.98601	1754.9	0.02216	253.37	418.69	1.1809	1.7122	1.489	1.104	1.276	445	141	182.5	12.97	75.9	11.42	95.00
100.00	1.0485	1746.5	0.02119	256.35	419.58	1.1903	1.7115	1.500	1.120	1.285	436	140	178.2	13.10	75.0	11.32	100.00
105.00	1.1130	1737.9	0.02030	259.35	420.44	1.1997	1.7108	1.513	1.132	1.295	426	140	174.0	13.24	74.1	11.22	105.00
110.00	1.1800	1729.2	0.01946	262.38	421.28	1.2091	1.7101	1.525	1.146	1.306	416	139	169.8	13.38	73.1	11.12	110.00
115.00	1.2501	1720.3	0.01869	265.42	422.09	1.2185	1.7094	1.539	1.173	1.318	407	138	165.7	13.52	72.2	11.02	115.00
120.00	1.3257	1711.3	0.01798	268.49	422.88	1.2279	1.7086	1.553	1.196	1.331	397	137	161.7	13.67	71.3	10.92	120.00
125.00	1.4077	1702.0	0.01731	271.59	423.63	1.2373	1.7078	1.569	1.218	1.345	387	137	157.7	13.81	70.4	10.82	125.00
130.00	1.4952	1692.6	0.01669	274.71	424.35	1.2468	1.7070	1.585	1.241	1.360	377	136	153.8	13.99	69.5	10.72	130.00
135.00	1.5883	1682.9	0.01613	277.86	425.05	1.2562	1.7061	1.602	1.266	1.377	367	135	149.9	14.16	68.5	10.62	135.00
140.00	1.6870	1673.0	0.01560	281.04	425.68	1.2657	1.7051	1.621	1.293	1.395	358	134	146.1	14.31	67.5	10.52	140.00
145.00	1.7913	1662.8	0.01512	284.25	426.29	1.2752	1.7041	1.641	1.322	1.416	348	133	142.3	14.51	66.7	10.42	145.00
150.00	1.9015	1652.4	0.01466	287.49	426.86	1.2847	1.7031	1.663	1.354	1.438	338	132	138.6	14.71	65.8	10.32	150.00
155.00	2.0186	1641.7	0.01423	290.77	427.37	1.2943	1.7019	1.686	1.388	1.463	328	131	134.9	14.91	64.9	10.22	155.00
160.00	2.1436	1630.7	0.01382	294.08	427.84	1.3039	1.7007	1.712	1.426	1.490	318	129	131.2	15.12	63.9	10.12	160.00
165.00	2.2754	1															

ภาคผนวก จ



NOTE : All dimensions are in centimetre

FACUTY OF ENGINEERING		
NARESUAN UNIVERSITY		
THERMOSYPHON		
SCALE 1:10	DN BY ME.4	DRAWING
DATE 12/3/44	PROJECT	PLATE 1