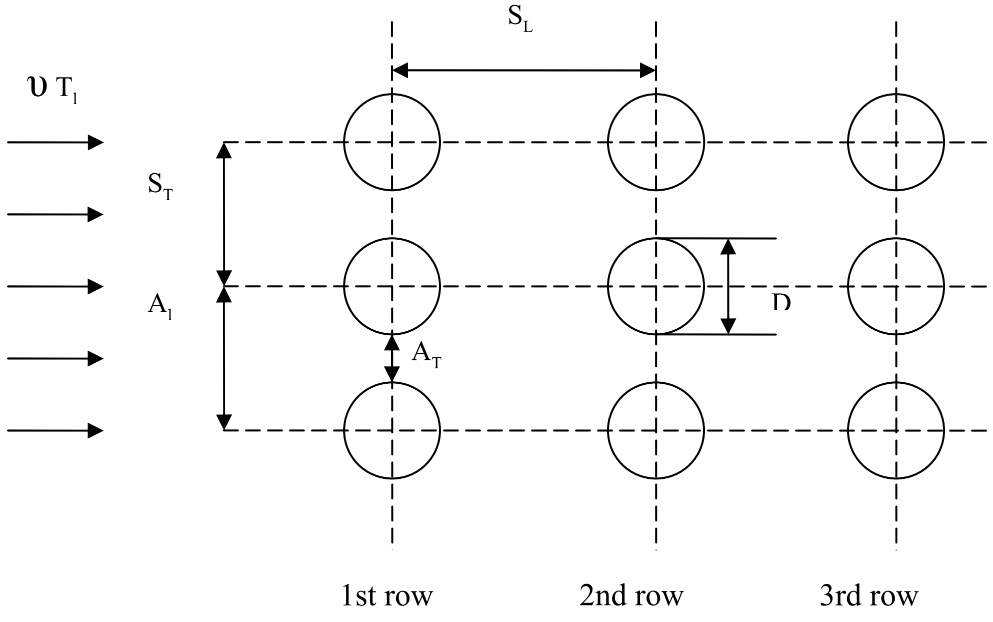
บทที่ 3
วิธีการออกแบบ

การออกแบบประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้คือ

3.1 อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนกับอากาศ

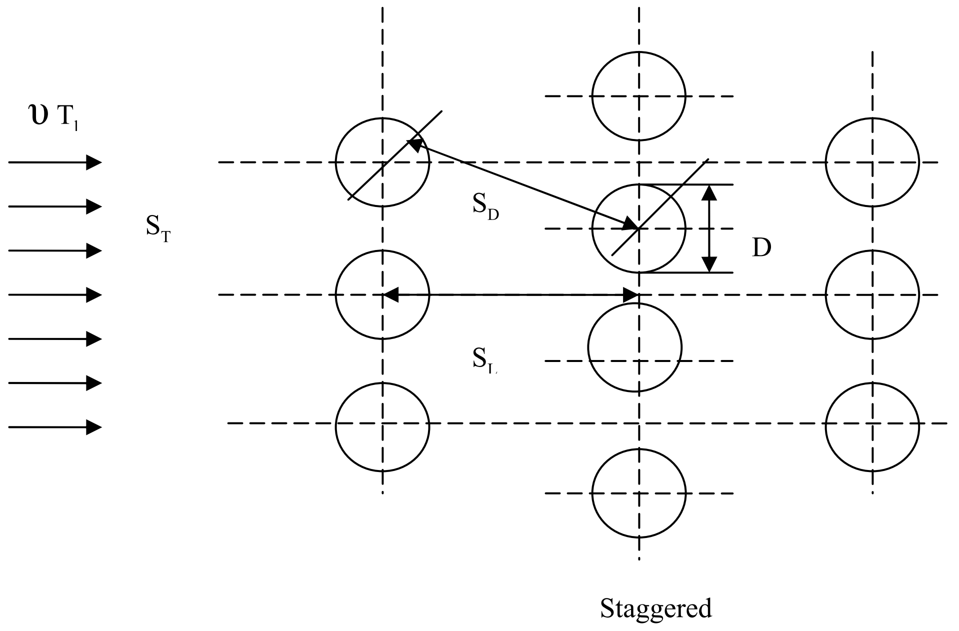
เนื่องจากในการถ่ายเทความร้อนของชุดถ่ายเทความร้อนต้องการพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายนอกและการแลกเปลี่ยนความร้อนยังขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศขาเข้า อุณหภูมิที่ผิวท่อระยะห่างระว่างท่อและชนิดการวางแนวของท่อจะมีแบบสลับฟันปลา (Staggered Arrangement) และแบบเรียงเป็นแถว (Inline Arrangement) ได้ดังรูปที่ 3.1, 3.2 และ 3.3

การเรียงแถวดังที่กล่าวมาแล้วในตอนต้นก็มีการถ่ายเทความร้อนต่างกันไป โดยจากการคำนวณแล้วการเรียงตัวแบบสลับฟันปลาจะมีจำนวนท่อมากกว่าแบบเรียงแถว



(a) In - line

รูปที่ 3.1 แสดงการวางแนวแบบเรียงเป็นแถว



รูปที่ 3.2 แสดงการวางแบบสลับฟันปลา

รูปที่ 3.3 แสดงการปรากฏการณ์แบบแบบสลับฟันปลา

3.2 การวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อน

การวิเคราะห์การถ่ายเทความ มีสมมติฐานดังนี้

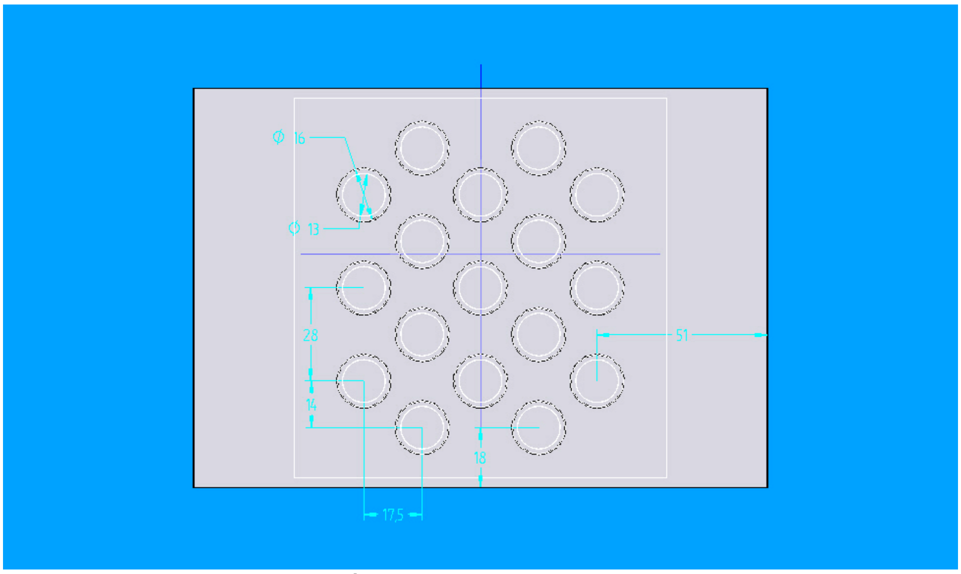
1. ไม่มีความร้อนสู่อากาศภายนอก
2. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมขาเข้า
3. คุณสมบัติของอากาศขาเข้าคงที่

3.3 สมการที่ใช้ในการออกแบบ

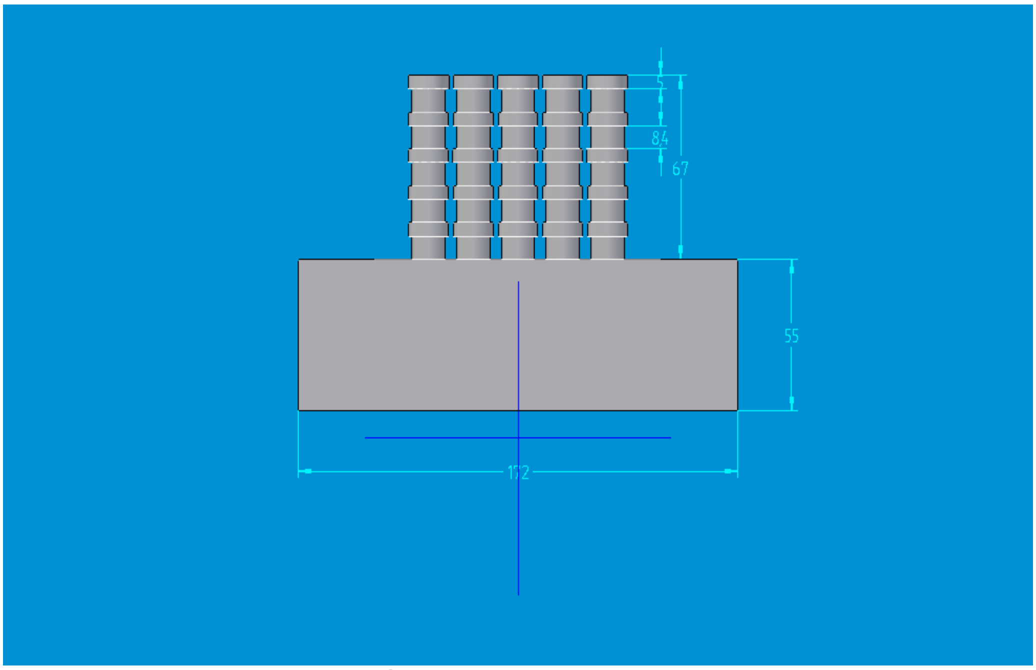
ในเบื้องต้นจะต้องมีการทราบค่าอุณหภูมิ ของอากาศขาเข้าจากนั้นก็จะได้คุณสมบัติของอากาศขาเข้าจะได้ค่า

Pr	=	เลขแพรนเทิล (Prandlt Number)
Cp	=	ค่าความร้อนจำเพาะ (kJ/kg·K)
k	=	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (W/m·K)
ρ	=	ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m3)
μ	=	ความหนืดของอากาศ (m^2/s)

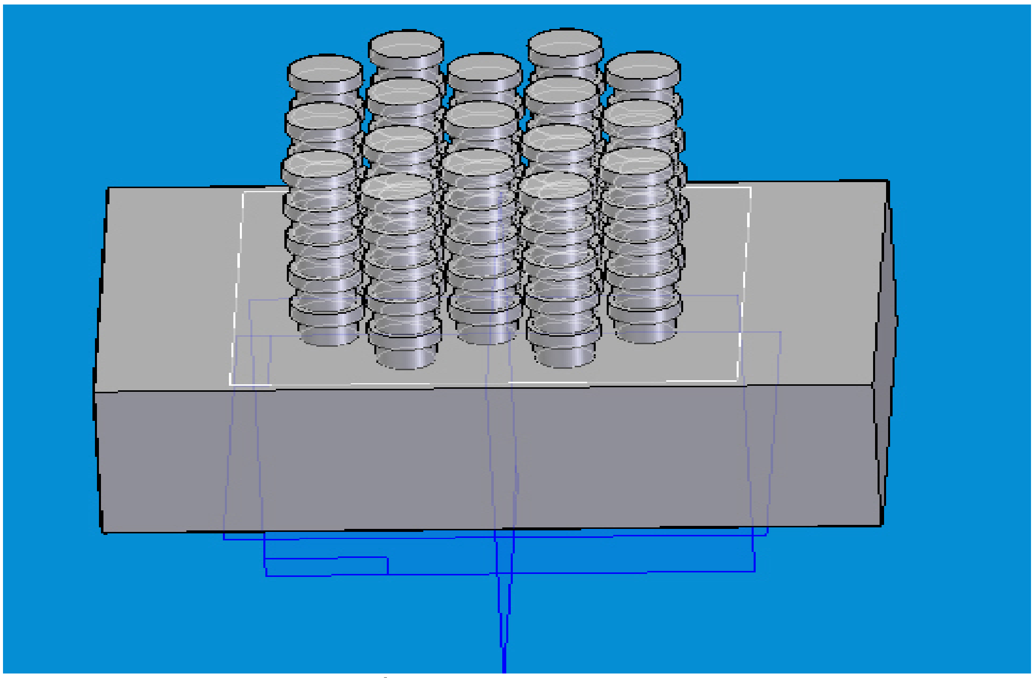
และได้ออกแบบดังรูปที่ 3.4,3.5และ3.6



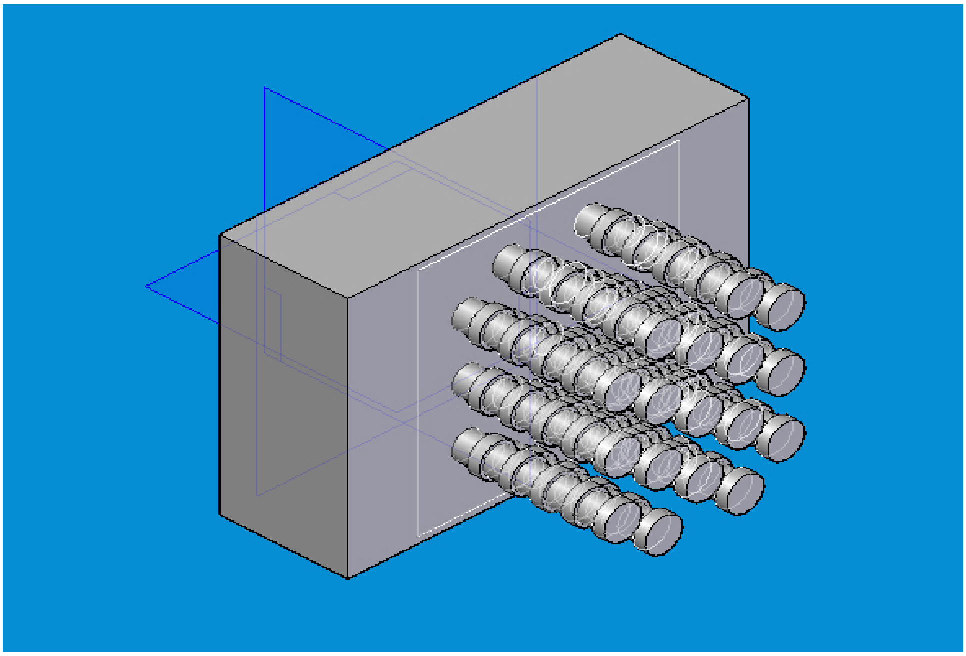
รูปที่ 3.4 แสดงด้านบนของ Fin



รูปที่ 3.5 แสดงด้านข้างของ Fin



รูปที่ 3.6 แสดงด้านหน้าของ Fin



รูปที่ 3.7 แสดงให้เห็นรูปAnnular finดีขึ้น

จากที่ได้ออกแบบจะได้ค่า S_T,S_Dและ S_L

D	=	เส้นผ่านศูนย์กลางของfin (m)
L	=	ความยาวของ fin (m)
N	=	จำนวน fin

3.4 สมการหาความเร็วของอากาศ

V_{max}	=	$[S_T/2(S_D-D)] \times V$
D	=	เส้นผ่านศูนย์กลางของfin (m)
V_{max}	=	ความเร็วของอากาศ(m/s)

เมื่อได้ความเร็วของอากาศแล้วก็นำมาหา Re (Reynolds Number)

R_e	=	$(V_{max} x D)/\upsilon$
R_e	=	เลขเรโนลด์ (Reynolds Number)
V_{max}	=	ความเร็วของอากาศ(m/s)
υ	=	ความหนืดของอากาศ (m^2/s)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของfin (m)

เมื่อได้ค่า Reynolds Number แล้วนำมาหาค่า Nusselt Number

N_u = $0.35(S_T/S_l)^{0.2}Re^{0.6}Pr^{0.36}(Pr/Pr_s)^{0.2}$

Pr = เลขแพรนเทิลของอากาศ(Prandlt Number)

Re = เลขเรโนลด์ (Reynolds Number)

Pr_S = เลขแพรนเทิลของfin

Nu = เลขนัสเซลท์ (Nusselt Number)

เมื่อได้ค่า Nusselt Number ก็นำมาหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากสมการ

h = (Nu x K)/D (W/m^2K)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของfin (m)

N_u = เลขนัสเซลท์ (Nusselt Number)

K = สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (W/m·K)

h = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน(W/m^2.c)

จากนั้นนำ h มาหาค่าอุณหภูมิขาออก (Te) จากสมการ

T_e = $Ts-(Ts-Ti)\exp[(-A_s h)/(\dot{m} Cp)]$

T_e = อุณหภูมิขาออก ($^{\circ}$C)

T_s = อุณหภูมิของFin ($^{\circ}$C)

T_i = อุณหภูมิขาเข้า ($^{\circ}$C)

A_s = พื้นที่ผิวของ Fin (m^2)

$\dot{m}$ = อัตราไหลของอากาศ (kg/s)

C_p = ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ (kJ/kg·K)

แบบที่ออกแบบมาเป็นแบบสลับฟันปลา (Staggered Arrangement)

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (h) ($W/m^2.c$) และอุณหภูมิขาออก (c)

จากข้อมูลที่ออกแบบจะได้ค่าต่างๆ S_T = 0.028 mm S_L = 0.0175 mm

D = 0.013 mm , S_D = 0.0224 mm ,$A_{ท่อ}$ = 35 mm^2

กำหนดให้ Air ขาเข้า T = 27 °C และ P = 1 atm

จากตารางจะได้ ρ = 1.1774 kg/m^3

K = 0.0263 w/m.k ,υ = $1.568x10^{-5}$ m^2/s , μ = $1.846x10^{-5}$ kg/m^3

P_r = 0.708

C_p = 1007 J/kg. K และกำหนดให้ความเร็วของอากาศขาเข้า = 1.5 m/s

$T_{ที่ผิวท่อ}$ = 45 °C

จากตารางจะได้ Pr_s = 0.700

ความเร็วของการไหล V_{max} = $[S_T/2(S_D\text{-}D)]$ x V = 2.234 m/s

จากสมการ $R_e = (V_{max}xD)/\upsilon = 1852$

จากสมการ $N_u = 0.35(S_T/S_L)^{0.2}R_e^{0.6}Pr^{0.36}(Pr/Pr_s)^{0.2}$

เมื่อแทนค่าลงในสมการจะได้ N_u = 31.1

จากสมการ $h = (N_u \times K)/D = 62.9$ (w/m^2 °c)

อัตราการไหลของอากาศ $Q = \rho V_{max}AT = 0.009$ kg/s

A_s = พื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อน = A_{fin} + A = 0.0549 m

จากสมการ $T_e = T_s\text{-}(T_s\text{-}T_i)\exp[(-A_sh)/(QCp)]$

เมื่อแทนค่าลงในสมการจะได้ T_e = 32.7 °C

จากการออกแบบ เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อนทำให้ได้ค่าประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นจากที่เป็นอยู่เดิมและสามารถนำไปใช้ได้ในงานต่างๆ เช่น การระบายความร้อนของ Condenser และ อื่นๆ และในที่เพื่อใช้ศึกษาการถ่ายเทความร้อนของ Annular fin

3.5วิธีการทดลอง

3.5.1 อุปกรณ์การทดลอง Heat covection Lab

1. เครื่องวัดความเร็วลม

เป็นเครื่องมือวัดความเร็วลมแสดงผลออกมาเป็นตัวเลข สามารถอ่านค่าได้ละเอียดถึงทศนิยมสองตำแหน่ง

2. เครื่องวัดอุณหภูมิ

เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคับเปิลชนิด K- type แสดงผลออกมาเป็นตัวเลข สามารถอ่านค่าได้ทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง

3.Watt meter

เป็นตัวบ่งบอกกำลังที่จ่ายไปยัง Heater แสดงผลออกมาเป็นสเกลตั้งแต่ 0-500 watt

4. อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบ Flat

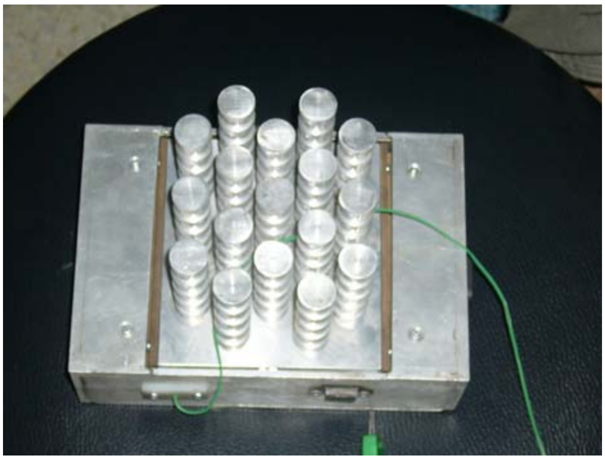
เป็นอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบเรียบ

5. อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบ Fin

เป็นอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบครีบ

6. อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบ Annular fin

เป็นอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบแท่งผสม



7. อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบ Cylinder

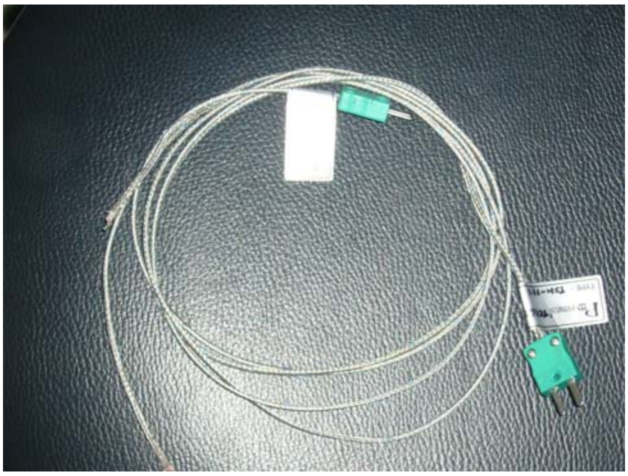
เป็นอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบหมุด

8. tower

เป็นแท่งที่นำอุปกรณ์มาติดตั้ง

9. สายเทอร์โมคับเปิลชนิด K- type

เป็นสายวัดอุณหภูมิ



3.5.2 วิธีการทดลองการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อนแบบอิสระ(Free Convection)

1.นำอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบ Flat มาติดตั้งยังtower

2. ทำการต่อสายไฟจาก Power Supply ไปยัง Heater แล้วต่อสายเทอร์โมคับเปิลที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

3. ทำการปรับWatt meter ไปที่ 10W , 20 W , 30 W ตามลำดับ

4. ทำการบันทึกผลดังนี้

กำลังที่จ่าย (W)	T_{in}(‘c)	T_{out}(‘c)	เวลา (นาที)	$T_{ผิว}$(‘c)	ค่า h(W/m^2.’c)
10					
20					
30					
40					

6. ทำการหาค่า h แล้วสรุปผลการทดลอง

3.5.3 วิธีการทดลองการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อนแบบบังคับ(Force Conveection)

1. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนพื้นผิวเรียบ อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบทรงกระบอกอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบครีบ และ อุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนแบบ Circular fin เหมือนวิธีการทดลองการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อนแบบอิสระ(Free Convection)

2. ทำการจ่ายกระแส 10W แต่ปรับความเร็วลมเป็น 0.4m/s, 0.8m/s ,1.2m/sตามลำดับ

3. ทำการบันทึกผลดั้งตารางนี้

รายการ	อักษรย่อ	หน่วย	ค่า
พื้นที่หน้าตัดของท่ออากาศ	A	mm^2	
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ	D	m	
ระยะห่างของท่อตามแนวขวาง	ST	mm	
ระยะห่างของท่อตามแนวยาว	SL	mm	
ความยางท่อ	L	mm	
จำนวนท่อต่อแถว	N	ขดท่อ	

การทดลองครั้งที่	ความเร็วลมอากาศ(m/s)	ความร้อนที่จ่ายให้กับกลุ่มท่อ Q(W)	อุณหภูมิที่ผิวท่อ $T_{ผิว}$(°C)	อุณหภูมิของอากาศขาเข้า T_{in} (°C)	อุณหภูมิของอากาศขาออก T_{out} (°C)	ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของ กลุ่มท่อ h(W/m^{2o}c)
1	0.4	10				
2	0.8	10				
3	1.2	10				

เมื่อ T_H คือ อุณหภูมิที่แผ่น Flat

$T_{ผิว}$ คือ อุณหภูมิที่ผิวHeater

T_{in} คือ อุณหภูมิก่อนผ่านHeater

T_{out} คือ อุณหภูมิหลังผ่านHeater