

หนังสืออ้างอิง

1. วิวัฒน์ ตั้ปะทะทาดิยกุล และสมใจ ศิเชียรโล่ภณ. ทฤษฎีและการทดลองสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนของฮีทไพล์, วารสาร วสท., ธันวาคม 2526.
2. สมใจ ศิเชียรโล่ภณ. การศึกษาเกี่ยวกับสมรรถนะและการสร้างแบบจำลองของฮีทไพล์ วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.
3. Chi, S.W., Heat Pipe Theory and Practice, Hemisphere Publishing Corporation, Washington, 1976.
4. Cotter, T.P., Theory of Heat Pipe, Los Alamos Sci. Lab. Report, No. LA-3246-MS, 1965.
5. Dunn, P.D. and Reay, D.A., Heat Pipe, 2nd ed., Pergamon Press Oxford, 1978.
6. Gaugler, R.S., US. Patent Application, Dec 21 1942 Published US. Patent No 2350348 June 6, 1944.
7. Griffith, P. and Wallis, J.D., The role of surface conditions in nucleate boiling, ASME-AICHE, Heat Transfer conference, August, 1959.
8. Grover, G.M., US. Patent 3227759 Field 1963.
9. Hahne, E. and Gross, U., The Influence of The Inclination angle on the Performance of a closed Two-Phase Thermosyphon, ADVANCE IN HEAT PIPE TECHNOLOGY Ed. by Reay, D.A., Pergamon Press, 1982.

10. Pery H. and Chilton H., Chemical Engineerings' handbook, 5th ed., McGraw-Hill, 1973.
11. Raju K.S.N. and Virender Kumar Rattan, Heat-Pipe Construction, Chem. Eng., pp. 99-101, Dec 1979.
12. Reay, D.A., Heat-Pipe Heat Exchangers, J. The Chemical Engineer, pp. 154-158, April, 1981.
13. Schmidt. E., Wärmetransport durch natürliche Konvektion in Stoffen bei kritischem Zustand, Int. J. of Heat and Mass Transfer, 1, 92-101, 1960
14. Shishido Ikuro, Takeshi Matsuda, Toyohiko Iida and Shigemori Ohtami, Measurement of Working Fluid Distribution within Heat Pipe, Translated from Kagaku Kogaku Ronbanshu, 9(No. 6) , 650-654 (1983) by Ikuro Shishido.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์

A	พื้นที่ (m^2)
A_c	พื้นที่ผิวที่ช่วงการควบแน่น (m^2)
A_e	พื้นที่ผิวที่ช่วงการระเหย (m^2)
A_f	พื้นที่ผิวสัมผัส (m^2)
A_p	พื้นที่หน้าตัดขึ้นกับเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก (m^2)
A_v	พื้นที่หน้าตัดที่ไอไหลผ่าน (m^2)
A_w	พื้นที่หน้าตัดของวิกต์ (m^2)
C_p	ค่าความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ ($J/kg-K$)
d	เส้นผ่าศูนย์กลางของหลอด (m)
d_i	เส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ (m)
d_o	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ (m)
d_v	เส้นผ่าศูนย์กลางที่ไอไหลผ่าน (m)
D_v	สัมประสิทธิ์ความดันเชิงจลน์ (N/m^2)/(w^2)
f_l	สัมประสิทธิ์ความเสียหายเนื่องจากการไหลของของเหลว
f_v	สัมประสิทธิ์ความเสียหายเนื่องจากการไหลของไอ
F_l	สัมประสิทธิ์ความเสียหายเนื่องจากการไหลของของเหลว (N/m^2)/($w-m$)
F_v	สัมประสิทธิ์ความเสียหายเนื่องจากการไหลของไอ (N/m^2)/($w-m$)
F_s	แรงเค้นเฉือนที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลวและไอ (N)/(m)
F_t	แรงดึงผิวที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลวและวิกต์ (N) (m)
g	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m)/(sec ²)
h_f	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวสัมผัสระหว่างฮีทไปป์กับแหล่งให้ (รับ) ความร้อน
$h_{f,c}$	h_f ที่ช่วงการควบแน่น (W)/(m ² -K)
$h_{f,e}$	h_f ที่ช่วงการระเหย (W)/(m ² -K)

J	สมมูลย์กลของความร้อน ($J = 1 \text{ N-m/J}$)
k	ความนำความร้อน ($W/m-K$)
k_e	ความนำความร้อนเชิงประสิทธิผลของของเหลวที่อิมมิด์ในวิกค์
$k_{e,c}$	k_e ที่ช่วงการควบแน่น ($W/m-K$)
$k_{e,e}$	k_e ที่ช่วงการระเหย ($W/m-K$)
k_f	ความนำความร้อนของของไหลที่ไหลผ่านภายนอกท่อ ($W/m-K$)
$k_{f,c}$	k_f ที่ช่วงการควบแน่น ($W/m-K$)
k_l	ความนำความร้อนของของเหลว ($W/m-K$)
k_w	ความนำความร้อนของวิกค์ ($W/m-K$)
k_p	ความนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ทำท่อ ($W/m-K$)
K	ค่า permeability ของวิกค์ (m^2)
K_1, K_2	ค่าคงที่
l	ความยาว (m)
L_{eff}	ความยาวเชิงประสิทธิผลของท่อฮีทไปป์ (m)
L	ความยาวของฮีทไปป์ (m)
L_a	ความยาวของฮีทไปป์ที่ช่วงคั่นกลาง (m)
L_c	ความยาวของฮีทไปป์ที่ช่วงการควบแน่น (m)
L_e	ความยาวของฮีทไปป์ที่ช่วงการระเหย (m)
L_t	ความยาวของฮีทไปป์ทั้งหมด (m)
M	น้ำหนักโมเลกุล
n	จำนวนร่อง
N	จำนวนเส้นลวดตาข่าย (m^{-1})
Nu_f	ตัวเลขนัสเซลท์ (Nusselt number) ของของไหล
$Nu_{f,c}$	ตัวเลขนัสเซลท์สำหรับการไหลของของไหลภายนอกท่อที่ช่วงการควบแน่น
P	ความดัน (N/m^2)

P_c	ความดันท่อวูเซ็ม (N/m^2)
P_{cm}	ความดันสูงสุดท่อวูเซ็ม (N/m^2)
P_g	ความดันเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (N/m^2)
P_l	ความดันของของเหลว (N/m^2)
P_{max}	ความดันสูงสุดดิฟเฟอเรนเชียล (N/m^2)
P_{min}	ความดันต่ำสุดดิฟเฟอเรนเชียล (N/m^2)
P_{pm}	ความดันสูงสุดในท่อวูเซ็มที่เป็นไปได้ (N/m^2)
P_v	ความดันไอ (N/m^2)
$P_{v,c}$	ความดันไอในช่วงการควบแน่น (N/m^2)
$\Delta P_{c,max}$	ความดันสูงสุดในท่อวูเซ็ม (N/m^2)
ΔP_g	ความดันลดเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (N/m^2)
ΔP_l	ความดันลดของของเหลว (N/m^2)
ΔP_v	ความดันลดของไอ (N/m^2)
Pr_f	ตัวเลขเพรนต์เซียลท์ (Prandtl number) ของของเหลวที่ไหลภายนอกท่อ
$Pr_{f,c}$	ตัวเลขเพรนต์เซียลท์ของของเหลวที่ไหลภายนอกท่อในช่วงการควบแน่น
Q	อัตราการถ่ายเทความร้อน (W)
$Q_{b,max}$	ขีดจำกัดการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการเดือด (W)
$Q'_{c,max}$	ขีดจำกัดการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากท่อวูเซ็ม (W)
$Q_{e,max}$	ขีดจำกัดการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากของเหลวหลุดลอยตามไอ (W)
$Q_{s,max}$	ขีดจำกัดการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากความเร็วเสียง (W)
$(QL)_{c,max}$	อัตราการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากท่อวูเซ็มต่อหน่วยความยาว (W-m)
r	รัศมี (m)
r_c	รัศมีท่อวูเซ็มเชิงประสิทธิผล (m)
$r_{h,l}$	รัศมีเชิงไฮดรอลิกสำหรับการไหลของของเหลว (m)
$r_{h,s}$	รัศมีเชิงไฮดรอลิกของวิกต์ที่ผิวสัมผัสระหว่างไอและวิกต์ (m)
$r_{h,v}$	รัศมีเชิงไฮดรอลิกที่ไอไหลผ่าน (m)

r_i	รัศมีภายในของท่อ (m)
r_n	รัศมีของพองการเดือด (m)
r_o	รัศมีภายนอกของท่อ (m)
r_v	รัศมีของช่วงที่ไอไหลผ่าน (m)
R	ความต้านทานการถ่ายเทความร้อน (m^2-K/W)
\bar{R}	ค่าคงที่ของก๊าซ
$R_{p,c}$	ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนของผนังท่อในช่วงการควบแน่น (m^2-K/W)
$R_{p,e}$	ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนของผนังท่อในช่วงการระเหย (m^2-K/W)
R_v	ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการไหลของไอ (m^2-K/W)
$R_{w,c}$	ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนของวิกต์ที่อ้อมตัวในช่วงการควบแน่น (m^2-K/W)
$R_{w,e}$	ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนของวิกต์ที่อ้อมตัวในช่วงการระเหย (m^2-K/W)
Re_f	ตัวเลขเรย์โนลด์สำหรับการไหลของของไหลภายนอกท่อ
$Re_{f,c}$	ตัวเลขเรย์โนลด์สำหรับการไหลของของไหลภายนอกท่อในช่วงการควบแน่น
Re_l	ตัวเลขเรย์โนลด์สำหรับการไหลของของเหลว
Re_v	ตัวเลขเรย์โนลด์สำหรับการไหลของไอ
t	ความหนา (m)
t_p	ความหนาของท่อ (m)
t_w	ความหนาของวิกต์ (m)
T	อุณหภูมิ (K)
T_f	อุณหภูมิของของไหล (K)
$T_{f,c}$	อุณหภูมิของของเหลวที่ไหลภายนอกท่อในช่วงการควบแน่น (K)
T_h	อุณหภูมิเฉลี่ยของก๊าซร้อน (K)
$T_{h,in}$	อุณหภูมิขาเข้าของของไหลร้อน (K)
T_p	อุณหภูมิของผนังท่อ (K)
$T_{p,c}$	T_p ที่ช่วงการควบแน่น (K)
$T_{p,e}$	T_p ที่ช่วงการระเหย (K)

T_{pw}	อุณหภูมิผิวระหว่างผนังท่อและวิกค์ (K)
$T_{pw,c}$	T_{pw} ที่ช่วงการควบแน่น (K)
$T_{pw,e}$	T_{pw} ที่ช่วงการระเหย (K)
T_v	อุณหภูมิของไอ (K)
$T_{v,c}$	T_v ที่ช่วงการควบแน่น (K)
$T_{v,e}$	T_v ที่ช่วงการระเหย (K)
T_{wv}	อุณหภูมิที่ผิวสัมผัสระหว่างวิกค์และไอ (K)
$T_{wv,c}$	T_{wv} ที่ช่วงการควบแน่น (K)
$T_{wv,e}$	T_{wv} ที่ช่วงการระเหย (K)
T_1, T_2	อุณหภูมิที่ตำแหน่ง "1" และ "2" (K)
ΔT	ผลลคของอุณหภูมิ (K)
ΔT_p	ผลลคของอุณหภูมิ เมื่อผ่านผนังท่อ (K)
$\Delta T_{p,c}$	ΔT_p ที่ช่วงการควบแน่น (K)
$\Delta T_{p,e}$	ΔT_p ที่ช่วงการระเหย (K)
ΔT_v	ผลลคอุณหภูมิที่ไอไหลผ่าน (K)
U	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมขึ้นกับพื้นที่ (W/m^2-K)
U_{HP}	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของฮีทไปป์ (W/m^2-K)
$U_{HP,c}$	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมขึ้นกับพื้นที่ผิวที่ช่วงการควบแน่น (W/m^2-K)
$U_{HP,e}$	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมขึ้นกับพื้นที่ผิวที่ช่วงการระเหย (W/m^2-K)
$U_{HP,p}$	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมขึ้นกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ (W/m^2-K)
$V_{f,max}$	ความเร็วสูงสุดของของไหลที่ไหลผ่านท่อ (m/sec)
V_1	ความเร็วของของเหลว (m/sec)
V_v	ความเร็วของไอ (m/sec)
w	ความกว้างของร่อง (m)
w	ช่องว่างของลวดตาข่าย (m)
We	ตัวเลขวีเบอร์

x	ตำแหน่งในแนวแกน
x_{ref}	ตำแหน่งอ้างอิงในแนวแกน
x_{min}	ตำแหน่งในแนวแกนที่ซึ่งค่าความดันท่อวู๋ เข็มต่ำสุด
x_{max}	ตำแหน่งในแนวแกนที่ซึ่งค่าความดันท่อวู๋ เข็มสูงสุด
γ_v	อัตราส่วนความร้อนจำเพาะของไอ
d	ความลึกของร่อง (m)
d	ความหนาของแผ่นเรียบ (m)
ϵ	ความพรุนของวิกค์
λ	ความร้อนแฝงการระเหย (J/kg)
μ_f	ความหนืดของของไหลที่ไหลผ่านท่อ (kg/m-sec)
μ_l	ความหนืดของของเหลว (kg/m-sec)
μ_v	ความหนืดของไอ (kg/m-sec)
ρ	ความหนาแน่น (kg/m ³)
ρ_l	ความหนาแน่นของของเหลว (kg/m ³)
ρ_v	ความหนาแน่นของไอ (kg/m ³)
σ	สัมประสิทธิ์ความตึงผิว (N/m)
τ_l	ความเค้นเฉือนของของเหลว (N/m ²)
τ_v	ความเค้นเฉือนของไอ (N/m ²)
ψ	มุมเอียงของฮีทไปป์วัดจากแนวระดับ (องศา)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

หน่วยเปรียบเทียบและค่าคงที่ต่าง ๆ

DIMENSIONAL EQUIVALENTS

Length	1 ft = 12 in. = 30.48 cm = 0.3048 m 1 m = 100 cm = 39.37 in. = 3.28 ft
Mass	1 lbm = 0.03108 slug = 453.59 g = 0.45359 kg 1 kg = 1000 g = 0.06852 slug = 2.205 lbm
Time	1 hr = 3600 sec 1 sec = 2.778×10^{-4} hr
Force	1 lbf = 4.448×10^5 dyne = 4.448 N 1 N = 10^5 dyne = 0.2249 lbf
Angle	1 degree = 1.745×10^{-2} rad 1 rad = 57.30 degrees
Temperature	1 deg F = 1 deg R = 0.5556 deg C = 0.5556 deg K 1 deg K = 1 deg C = 1.8 deg R = 1.8 deg F deg F = 1.8 deg C + 32 deg C = 0.5556(deg F - 32) deg R = deg F + 459.69 deg K = deg C + 273.16 deg R = 1.8 deg K deg K = 0.5556 deg R
Energy	1 Btu = 777.66 ft-lbf = 252 cal = 1.054×10^{10} erg = 1054 J 1 J = 10^7 erg = 0.239 cal = 0.7375 ft-lbf = 9.485×10^{-4} Btu
Power	1 Btu/hr = 2.778×10^{-4} Btu/sec = 2.929×10^6 erg/sec = 0.2929 W 1 W = 10^7 erg/sec = 9.481×10^{-4} Btu/sec = 3.414 Btu/hr
Pressure	1 lbf/ft ² = 6.944×10^{-3} lbf/in. ² = 478.8 dyne/cm ² = 47.88 N/m ²

	$1 \text{ lbf/in.}^2 = 144 \text{ lbf/ft}^2 = 68,948 \text{ dyne/cm}^2 = 6894.8 \text{ N/m}^2$
	$1 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ dyne/cm}^2 = 1.450 \times 10^{-4} \text{ lbf/in.}^2 = 2.089 \times 10^{-2} \text{ lbf/ft}^2$
Area	$1 \text{ ft}^2 = 144 \text{ in.}^2 = 929 \text{ cm}^2 = 0.0929 \text{ m}^2$
	$1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2 = 1550 \text{ in.}^2 = 10.76 \text{ ft}^2$
Volume	$1 \text{ ft}^3 = 1728 \text{ in.}^3 = 2.832 \times 10^4 \text{ cm}^3 = 0.02832 \text{ m}^3$
	$1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 6.102 \times 10^4 \text{ in.}^3 = 35.31 \text{ ft}^3$
Density	$1 \text{ gal (U.S. liquid)} = 0.13368 \text{ ft}^3 = 0.003785 \text{ m}^3$
	$1 \text{ lbm/ft}^3 = 0.03108 \text{ slug/ft}^3 = 1.602 \times 10^{-2} \text{ g/cm}^3 = 16.02 \text{ kg/m}^3$
	$1 \text{ kg/m}^3 = 10^{-3} \text{ g/cm}^3 = 0.00194 \text{ slug/ft}^3 = 0.06242 \text{ lbm/ft}^3$
Viscosity (dynamic)	$1 \text{ lbm/ft-hr} = 8.634 \times 10^{-6} \text{ slug/ft-sec} = 4.134 \times 10^{-3} \text{ g/cm-sec} = 4.134 \times 10^{-4} \text{ kg/m-sec}$
	$1 \text{ kg/m-sec} = 10 \text{ g/cm-sec} = 2.089 \times 10^{-2} \text{ slug/ft-sec} = 2.419 \times 10^3 \text{ lbm/ft-hr}$
Thermal conductivity	$1 \text{ Btu/ft-hr-F} = 2.778 \times 10^{-4} \text{ Btu/ft-sec-F} = 1.730 \times 10^5 \text{ erg/cm-sec-K} = 1.730 \text{ W/m-K}$
	$1 \text{ W/m-K} = 10^5 \text{ erg/cm-sec-K} = 1.606 \times 10^{-4} \text{ Btu/ft-sec-F} = 0.578 \text{ Btu/ft-hr-F}$
Surface tension	$1 \text{ lbf/ft} = 1.459 \times 10^4 \text{ dyne/cm} = 14.59 \text{ N/m}$
	$1 \text{ N/m} = 10^3 \text{ dyne/cm} = 0.06854 \text{ lbf/ft}$
Latent heat of vaporization	$1 \text{ Btu/lbm} = 32.174 \text{ Btu/slug} = 2.32 \times 10^7 \text{ erg/g} = 2.324 \times 10^3 \text{ J/kg}$
	$1 \text{ J/kg} = 10^4 \text{ erg/g} = 1.384 \times 10^{-2} \text{ Btu/slug} = 4.303 \times 10^{-4} \text{ Btu/lbm}$
Heat transfer coefficient	$1 \text{ Btu/ft}^2\text{-hr-F} = 5.674 \times 10^3 \text{ erg/cm}^2\text{-sec-K} = 5.674 \text{ W/m}^2\text{-K}$
	$1 \text{ W/m}^2\text{-K} = 10^3 \text{ erg/cm}^2\text{-sec-K} = 0.1762 \text{ Btu/ft}^2\text{-hr-F}$

PHYSICAL CONSTANTS

Gravitational acceleration (standard), $g = 32.174 \text{ ft/sec}^2 = 980.7 \text{ cm/sec}^2 = 9.807 \text{ m/sec}^2$

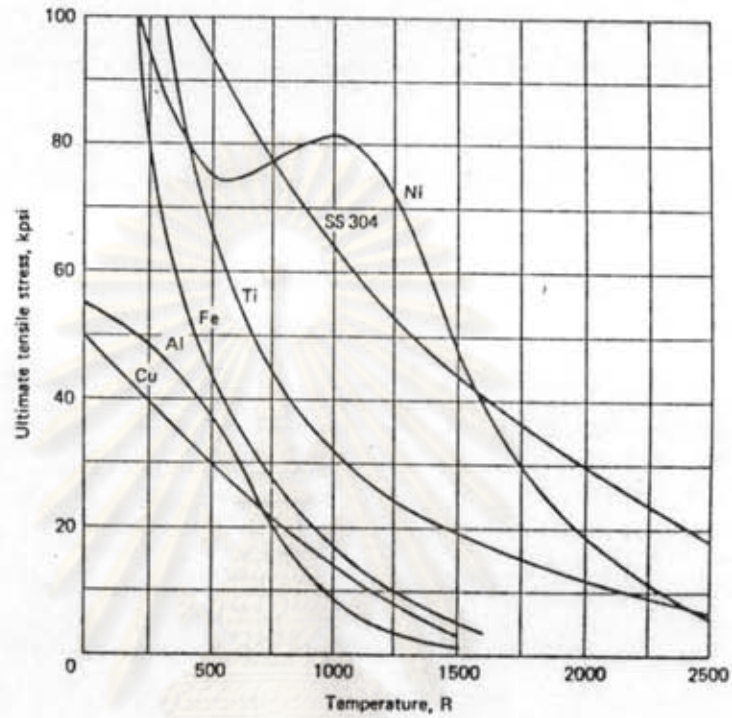
Universal gas constant, $\bar{R} = 1545.2 \text{ ft-lbf/lbm-mol-R} = 1.987 \text{ Btu/lbm-mol-R} = 8.314 \times 10^7 \text{ erg/g-mol-K} = 8.314 \times 10^3 \text{ J/kg-mol-K}$

Mechanical equivalent of heat, $J = 777.66 \text{ ft-lbf/Btu} = 4.184 \times 10^7 \text{ erg/cal} = 1 \text{ N-m/J}$

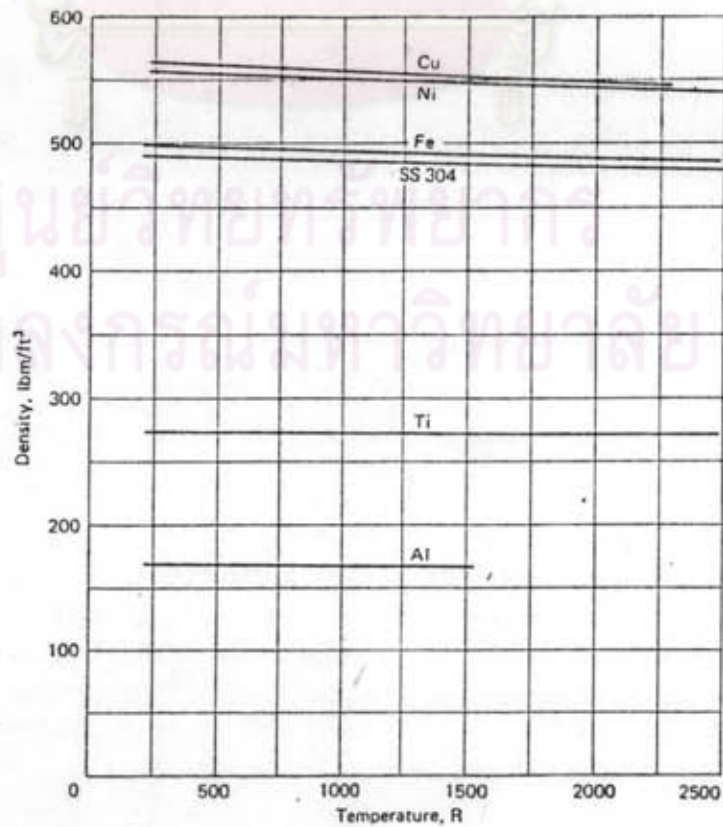
Stefan-Boltzman constant, $\sigma = 0.1713 \times 10^{-8} \text{ Btu/ft}^2\text{-hr-R}^4 = 5.670 \times 10^{-5} \text{ erg/cm}^2\text{-sec-K}^4 = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{-K}^4$

ภาคผนวก ข.

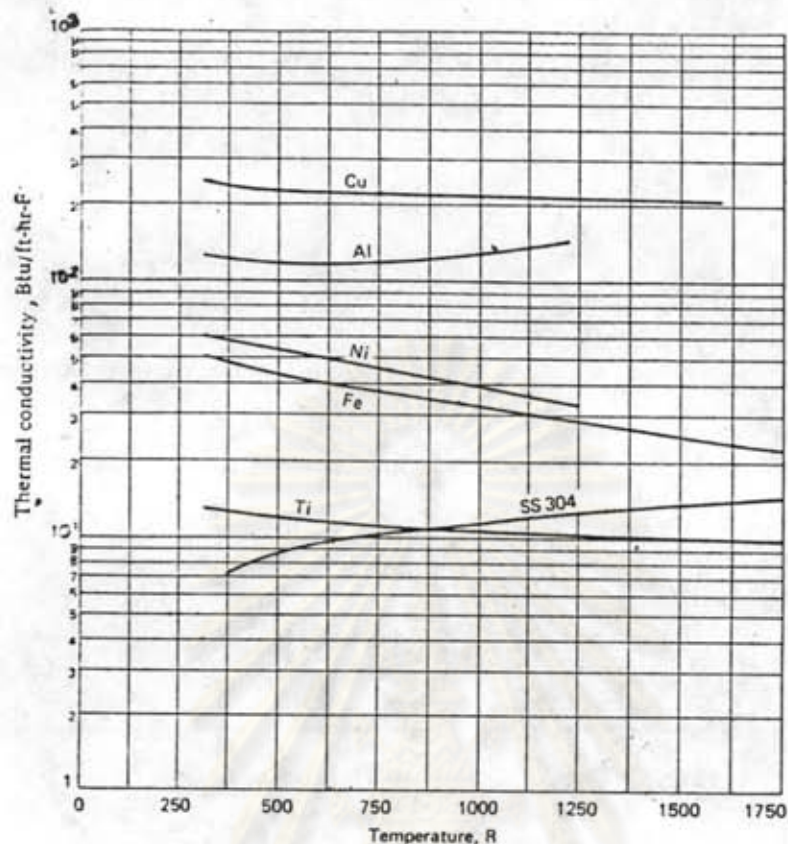
คุณสมบัติของวัสดุของแข็งและแก้ว



ข 1



ข 2



213

WATER

Temp.	Latent Heat	Liquid Density	Vapour Density	Liquid Thermal Conductivity	Liquid Viscos.	Vapour Viscos.	Vapour Press.	Vapour Specific Heat	Liquid Surface Tension
°C	kJ/kg	kg/m ³	kg/m ³	W/m°C	cP	cP×10 ²	Bar	kJ/kg°C	N/m×10 ²
20	2448	998.2	0.01	0.612	1.00	0.96	0.02	1.85	7.40
40	2402	992.3	0.05	0.630	0.65	1.04	0.07	1.86	6.96
60	2359	983.0	0.14	0.649	0.47	1.12	0.20	1.87	6.62
80	2309	972.0	0.29	0.668	0.36	1.19	0.47	1.88	6.26
100	2258	958.0	0.60	0.680	0.28	1.27	1.01	1.88	5.89
120	2200	945.0	1.12	0.682	0.23	1.34	2.02	1.89	5.50
140	2139	928.0	1.99	0.683	0.20	1.41	3.90	1.90	5.06
160	2074	909.0	3.27	0.679	0.17	1.49	6.44	1.91	4.66
180	2003	888.0	5.16	0.669	0.15	1.57	10.04	1.92	4.29
200	1967	865.0	7.87	0.659	0.14	1.65	16.19	1.93	3.89

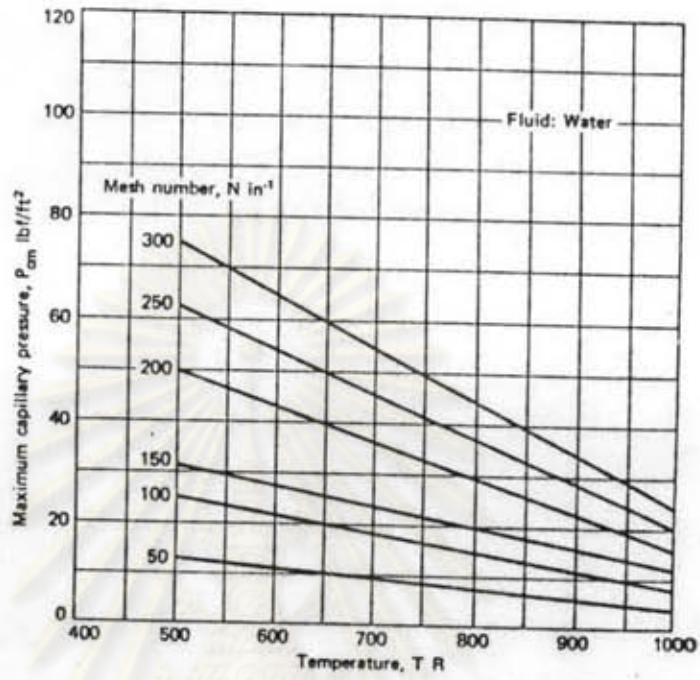
214

ภาคผนวก ค.

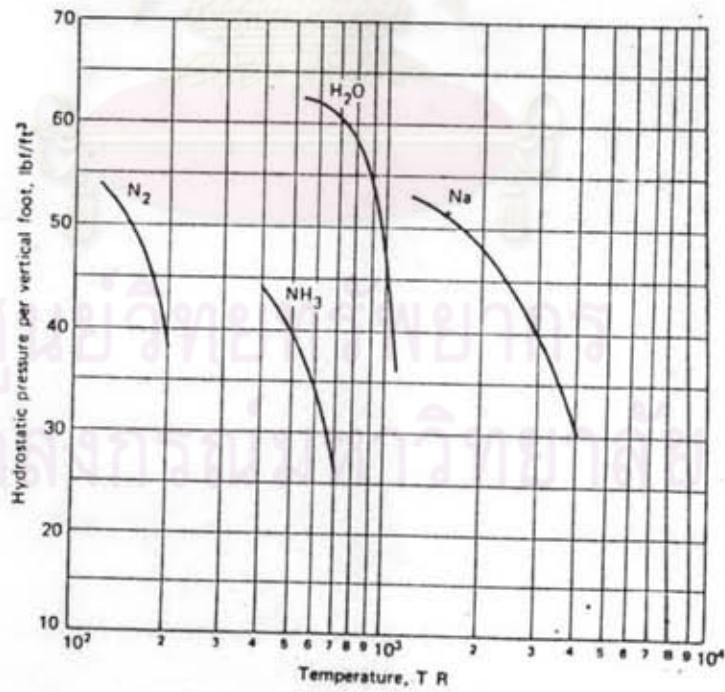
ค่าทางทฤษฎีของอีทไปป์

Tube o.d., in.	o.d./i.d.	Bwg ^a	Thickness, in.	i.d., in.
1	1.289	22	0.028	0.194
4	1.214	24	0.022	0.206
	1.168	26	0.018	0.214
3	1.354	18	0.049	0.277
	1.233	20	0.035	0.305
8	1.176	22	0.028	0.319
	1.133	24	0.022	0.331
1	1.351	16	0.065	0.370
	1.244	18	0.049	0.402
2	1.163	20	0.035	0.430
	1.126	22	0.028	0.444
5	1.536	12	0.109	0.407
	1.362	14	0.083	0.459
8	1.263	16	0.065	0.495
	1.186	18	0.049	0.527
	1.126	20	0.035	0.555
3	1.556	10	0.134	0.482
	1.410	12	0.109	0.532
4	1.284	14	0.083	0.584
	1.210	16	0.065	0.620
	1.150	18	0.049	0.652
	1.103	20	0.035	0.680
7	1.441	10	0.134	0.607
	1.332	12	0.109	0.657
8	1.234	14	0.083	0.709
	1.174	16	0.065	0.745
	1.126	18	0.049	0.777
	1.087	20	0.035	0.805
1	1.493	8	0.165	0.670
	1.366	10	0.134	0.732
	1.279	12	0.109	0.782
	1.199	14	0.083	0.834
	1.149	16	0.065	0.870
	1.109	18	0.049	0.902
	1.075	20	0.035	0.930

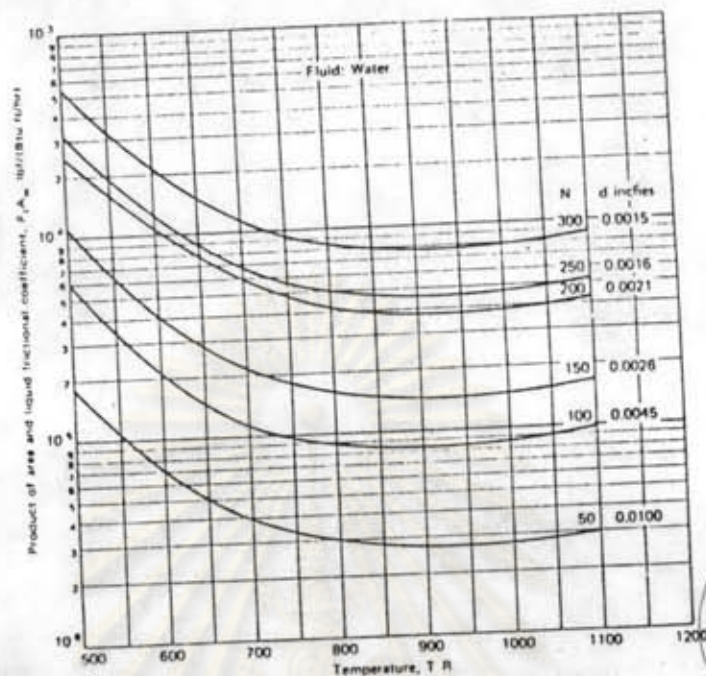
^aBirmingham wire gauge.



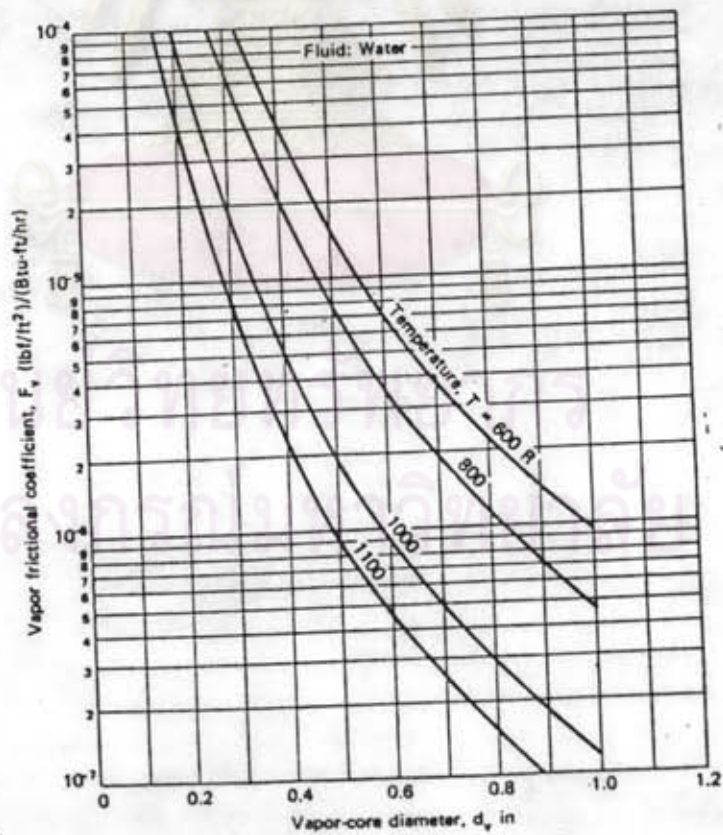
A 2



A 3



A 4



A 5

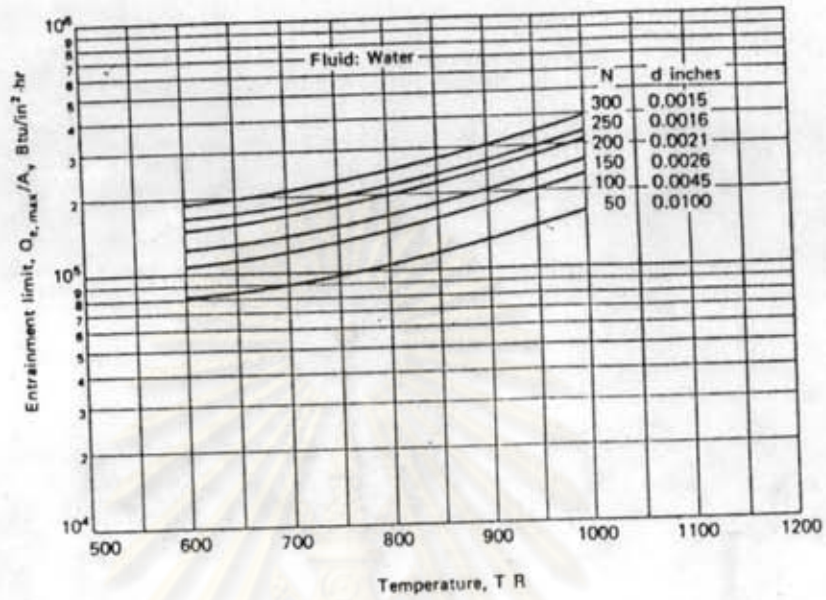


FIG 6

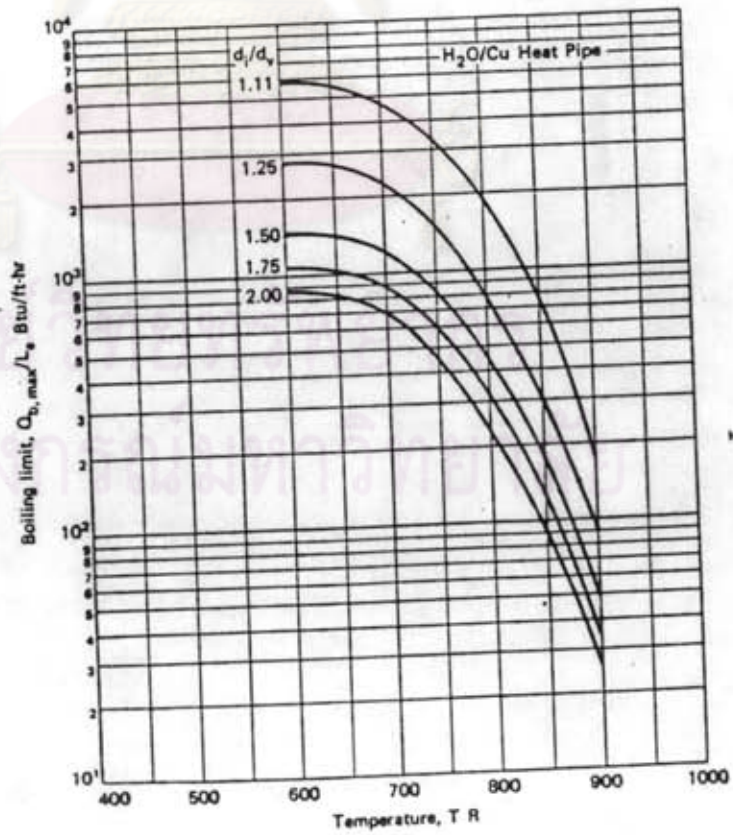


FIG 7

ชีวประวัติ

1. ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นายชุมพล สุริยฉาย

วัน เดือน ปีเกิด 5 เมษายน 1957 สถานที่เกิด จังหวัดปราจีนบุรี

2. ประวัติการศึกษา

ปี	การศึกษา	สถานศึกษา
1981-1984	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
1976-1981	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี	มหาวิทยาลัยมหิดล
1974-1976	มัธยมศึกษาตอนปลาย แผนกวิทยาศาสตร์	โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

3. ประวัติการทำงาน

1983-1984

ผู้ช่วยวิจัยโครงการวิจัยการสร้างฮีทไปป์ โดยทุนสนับสนุน

จากสภาวิจัยแห่งชาติ สาขาวิชาการประจำปี 1983

สถานที่ทำงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1 พค.-31 พค. 1983 ฝึกงานเชื่อมโลหะ

สถานที่ทำงาน บริษัทบางกอกอินดัสตรีส์ สตรีลเวียร์คส์จำกัด

สมุทรปราการ

1 เมย.-31 พค. 1980 ฝึกงานภาคฤดูร้อน

สถานที่ทำงาน ฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัทไทยน้ำทิพย์ จำกัด

กรุงเทพมหานคร

