เอกสารอ้างอิง

Wibulswas, P. " Laminar Flow Heat Transfer in Non - Circular Ducts." Ph.D. Thesis, Department of Mechanical Engineering , London University, 1966

Montgomery, S. R. and P. Wibulswas , " Laminar Flow Heat Transfer for Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles in Ducts of Rectangular Cross Section ", Applied Scientific Research , Hague , Dec., 1967

Shah , R.K., and London. A.L. , " Laminar Flow Forced Convection Heat Transfer and Flow Friction in Straight and Curved Ducts - A Summary of Analytical Solutions." Technical Report No.75, Prepared under Contract Nonr 225(91) , NR - 090 - 342 , Department of Mechanical Engineering , Stanford University, 1971

Sadik Kakac , Shah R.K., Win Aung . " Handbook of Single - Phase Convective Heat Transfer " New York : McGraw - Hill ,Inc.,1991

Sparrow , E.M., and Haji - Sheikh A. " Laminar Heat Transfer and Pressure Drop in Isoscales Triangular , Right Triangular , and Circular Sector Ducts. " Trn. ASME J. Heat Transfer , 1965.

Kutateladsze , S.S., and Borishanskii , U.M. " A Concise Encyclopedia of Heat Transfer. " Pregamen Press Ltd. , 1966

Tangsirimongkol , P. " Laminar Force Convection in Triangular Ducts. " Master Thesis , Department of Mechanical Engineering Chulalongkorn University, 1976.

พงษ์ธร จรัญญากรณ์ , 2520. " การพาความร้อนโดยบังคับในท่อสามเหลี่ยม ", วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Frank P. Incropera., David P. De Witt " Fundamentals of Heat and Mass Transfer " 3rd ed. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1990.

Ozisik , M. Necati , " Heat Transfer " New York : McGraw - Hill, Inc.,1985

Daugherty , and Franzisi " Fluid Mechanics with Engineering Applications. " 6th ed. New York : McGraw - Hill, Inc., 1965.

Benedict , R.H. " Fundamental of Temperature , Pressure , and Flow Measurements." New York : John Wiley & Sons, Inc. , 1969.

Holman , J. P. , " Heat Transfer ", 4th ed. McGraw - Hill , Tokyo , 1976

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมมุมฉากซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่

No.	Distance (mm.)	Flow Rate cu.m./s.	Air Temperature (C)		Surface Temp.(C)	
			Inlet Tm,i	Outlet Tm,o	Inlet Ts,i	Ts,z
1	0 147 207 278 565	4.994E−04	32.60	51.1	42.6	 75.35 79.35 83.40 90.43
2	0 147 207 278 565	5.564E−04	32.50	53.23	42.03	 70.15 74.13 77.96 86.93
3	0 147 207 278 565	6.277E−04	32.40	53.00	43.93	 68.43 72.10 75.78 84.43

ตารางที่ ก.1(ต่อ) ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมมุมฉากซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่

No.	Distance (mm.)	Flow Rate cu.m./s.	Air Temperature (C)		Surface Temp.(C)	
			Inlet Tm,i	Outlet Tm,o	Inlet Ts,i	Ts,z
4	0 147 207 278 565	6.761E−04	32.50	52.38	42.03	 66.00 69.68 73.48 82.33
5	0 147 207 278 565	7.168E−04	32.40	51.55	41.26	 64.83 68.13 71.73 80.30
6	0 147 207 278 565	7.843E−04	32.90	51.60	41.31	 64.08 67.13 70.58 79.90

ตารางที่ ก.1(ต่อ) ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมมุมฉากซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่

No.	Distance (mm.)	Flow Rate cu.m./s.	Air Temperature (C)		Surface Temp.(C)	
			Inlet Tm,i	Outlet Tm,o	Inlet Ts,i	Ts,z
7	0 147 207 278 565	8.104E−04	30.90	49.20	40.51	 60.10 63.75 67.05 75.10
8	0 147 207 278 565	8.627E−04	31.70	48.28	39.05	 58.95 62.38 65.73 74.57
9	0 147 207 278 565	9.181E−04	31.30	47.85	38.95	 58.93 62.28 65.63 73.90

ตารางที่ ก.1(ต่อ) ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมมุมฉากซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่

No.	Distance (mm.)	Flow Rate cu.m./s.	Air Temperature (C)		Surface Temp.(C)	
			Inlet Tm,i	Outlet Tm,o	Inlet Ts,i	Ts,z
10	0 147 207 278 565	9.544E−04	31.40	47.15	38.10	 58.73 62.03 65.55 73.90
11	0 147 207 278 565	9.874E−04	31.60	46.85	37.30	 58.13 61.40 64.85 72.87
12	0 147 207 278 565	1.028E−03	31.90	46.60	37.32	 58.18 61.43 64.78 72.97

ตารางที่ ก.1(ต่อ) ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมมุมฉากซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่

No.	Distance (mm.)	Flow Rate cu.m./s.	Air Temperature (C)		Surface Temp.(C)	
			Inlet Tm,i	Outlet Tm,o	Inlet Ts,i	Ts,z
13	0 147 207 278 565	1.091E−03	32.00	46.38	38.65	 58.15 61.60 65.20 71.97
14	0 147 207 278 565	1.134E−03	31.90	46.30	38.74	 58.75 60.63 65.20 70.30
15	0 147 207 278 565	1.170E−03	32.10	46.15	38.83	 59.05 61.73 64.98 72.33

ตารางที่ ก.1(ต่อ) ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมมุมฉากซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่

No.	Distance (mm.)	Flow Rate cu.m./s.	Air Temperature (C)		Surface Temp.(C)	
			Inlet Tm,i	Outlet Tm,o	Inlet Ts,i	Ts,z
16	0 147 207 278 565	1.200E−03	32.20	45.93	38.63	 58.63 61.35 64.55 71.60
17	0 147 207 278 565	1.267E−03	32.40	45.70	38.52	 58.13 60.95 64.23 69.97
18	0 147 207 278 565	1.329E−03	32.20	45.73	38.72	 59.13 62.18 65.60 72.70

ตารางที่ ก.1(ต่อ) ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมมุมฉากซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่

No.	Distance (mm.)	Flow Rate cu.m./s.	Air Temperature (C)		Surface Temp.(C)	
			Inlet Tm,i	Outlet Tm,o	Inlet Ts,i	Ts,z
19	0 147 207 278 565	1.416E−03	32.40	49.15	46.15	 65.90 69.90 74.38 83.67
20	0 147 207 278 565	1.498E−03	32.20	49.20	46.05	 65.80 69.73 74.13 82.60

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมด้านเท่าซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่ (P. Wibulswas, 1966)

Re	Gz	Air Temperature (F)		Surface Temp.(F)		Nu l
		Inlet Tm,i	OutletTm,o	Inlet Ts,i	Ts,z	
650	90 64 45 22	63.3	97.00	69.60	112.00 120.50 127.70 151.00	7.7 7.0 6.7 5.9
810	112 80 56 28	62.80	97.50	69.70	115.00 123.80 131.90 155.8	9.2 8.4 7.9 6.9
970	134 96 67 33.5	62.10	97.20	69.80	115.20 123.70 132.20 156.20	10.5 9.7 9.0 8.0

ตารางที่ ก.2(ต่อ) ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมด้านเท่าซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่ (P. Wibulswas, 1966)

Re	Gz	Air Temperature (F)		Surface Temp.(F)		Nu l
		Inlet Tm,i	OutletTm,o	Inlet Ts,i	Ts,z	
1135	157 112 79 39	68.00	100.90	75.00	120.50 129.00 137.80 162.00	11.9 10.9 10.3 8.8
1300	180 128 90 45	65.70	97.50	72.70	117.00 125.60 135.70 158.70	13.2 12.2 11.2 9.9
1460	202 144 101 50.5	65.70	97.50	73.00	118.50 127.00 136.70 160.30	14.4 13.4 12.3 10.7

ตารางที่ ก.2(ต่อ) ผลการทดลองการพาความร้อนแบบบังคับในท่อสามเหลี่ยมด้านเท่าซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ (Laminar) ในช่วงที่มีการแจกแจงรูปร่างความเร็วและอุณหภูมิของของไหลกำลังเปลี่ยนรูปพร้อม ๆ กัน (Simultaneously Developing Velocity and Temperature Profiles) โดยมีการให้ความความร้อนต่อพื้นที่ผิวคงที่ (P. Wibulswas, 1966)

Re	Gz	Air Temperature (F)		Surface Temp.(F)		Nu l
		Inlet Tm,i	OutletTm,o	Inlet Ts,i	Ts,z	
1620	224	64.80	96.60	73.00	117.40	15.6
	160				125.50	14.5
	112				134.70	13.4
	56				156.70	11.8

ภาคผนวก ข.

ผลที่ได้จากการทดลอง

FLOW RATE = 4.994007E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
1	745.8642	0.706	147/26.36	5.08101	94.37486
	744.1396	0.705	207/26.36	4.901717	66.85214
	742.1092	0.705	278/26.36	4.753784	49.63145
	734.0120	0.705	565/26.36	4.82658	24.13253

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 5.564211E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
2	825.2163	0.706	147/26.36	7.071242	104.4116
	823.0797	0.705	207/26.36	6.813937	73.93965
	820.5656	0.705	278/26.36	6.632204	54.87387
	810.5579	0.705	565/26.36	6.651764	26.64414

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 6.276676E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
3	931.8146	0.706	147/26.36	7.559244	117.9019
	929.4164	0.705	207/26.36	7.318784	83.49429
	926.5944	0.705	278/26.36	7.136433	61.96601
	915.36	0.705	565/26.36	7.1942	30.09009

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 6.761325E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
4	1005.662	0.706	147/26.36	8.923471	127.2455
	1003.164	0.705	207/26.36	8.601994	90.11985
	1000.224	0.705	278/26.36	8.339606	66.8909
	988.5139	0.705	565/26.36	8.33788	32.49037

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 7.168459E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
5	1069.462	0.706	147/26.36	9.595604	135.3232
	1066.901	0.705	207/26.36	9.297264	95.85018
	1063.887	0.705	278/26.36	9.023654	71.15232
	1051.876	0.705	565/26.36	9.018746	34.58236

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 7.843137E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
6	1163.848	0.706	147/26.36	10.34515	147.8877
	1166.206	0.705	207/26.36	10.04478	104.7648
	1163.094	0.705	278/26.36	9.74514	77.78318
	1150.683	0.705	565/26.36	9.503966	37.83078

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 8.103728E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
7	1222.671	0.706	147/26.36	10.8476	154.7611
	1219.863	0.706	207/26.36	10.38348	109.6294
	1216.555	0.706	278/26.36	10.10259	81.391
	1203.368	0.705	565/26.36	10.13588	39.57793

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 8.626639E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
8	1303.301	0.706	147/26.36	12.1515	164.9466
	1300.591	0.706	207/26.36	11.60306	116.8724
	1297.4	0.706	278/26.36	11.20158	86.79256
	1284.658	0.705	565/26.36	10.85752	42.25158

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 9.18105E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
9	1390.291	0.706	147/26.36	12.60668	175.9709
	1387.404	0.706	207/26.36	12.06966	124.6838
	1384.002	0.706	278/26.36	11.65702	92.59376
	1370.42	0.705	565/26.36	11.44222	45.07599

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 9.543806E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
10	1448.301	0.706	147/26.36	13.21897	183.3132
	1445.437	0.706	207/26.36	12.63709	129.9003
	1442.064	0.706	278/26.36	12.12525	96.46001
	1428.587	0.705	565/26.36	11.78431	46.99185

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 9.873618E-04 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
11	1499.195	0.706	147/26.36	14.37106	189.7495
	1496.326	0.706	207/26.36	13.70544	134.4704
	1492.946	0.706	278/26.36	13.13274	99.88244
	1479.435	0.705	565/26.36	12.78456	48.66477

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 1.027961E-03 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
12	1561.113	0.706	147/26.36	14.75343	197.5767
	1558.235	0.706	207/26.36	14.05199	140.028
	1554.843	0.706	278/26.36	13.47248	104.0198
	1541.281	0.705	565/26.36	12.98628	50.69872

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 1.091227E-03 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
13	1658.045	0.706	147/26.36	14.1655	209.8419
	1655.056	0.706	207/26.36	13.4301	148.7273
	1651.532	0.706	278/26.36	12.80698	110.4878
	1637.438	0.705	565/26.36	12.72062	53.86225

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 1.13353E-03 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
14	1723.163	0.706	147/26.36	14.31514	218.0876
	1720.051	0.706	207/26.36	14.12771	154.571
	1716.382	0.706	278/26.36	13.15587	114.8286
	1701.712	0.705	565/26.36	13.59623	55.97751

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 1.170138E-03 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
15	1778.922	0.706	147/26.36	14.44335	225.1372
	1775.788	0.706	207/26.36	13.96345	159.5751
	1772.094	0.706	278/26.36	13.41586	118.5528
	1757.316	0.705	565/26.36	13.10456	57.8062

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 1.200192E-03 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
16	1825.55	0.706	147/26.36	14.91855	231.0356
	1822.408	0.706	207/26.36	14.38744	163.7b3
	1818.704	0.706	278/26.36	13.81818	121.6704
	1803.881	0.705	565/26.36	13.54271	59.33853

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 1.267106E-03 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
17	1927.959	0.706	147/26.36	15.81037	243.9886
	1924.746	0.706	207/26.36	15.17778	172.9547
	1920.957	0.706	278/26.36	14.52015	128.5084
	1905.791	0.705	565/26.36	14.61484	62.69089

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 1.329434E-03 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
18	2023.483	0.706	147/26.36	15.97722	256.0866
	2020.05	0.706	207/26.36	15.28998	181.5246
	2016.004	0.706	278/26.36	14.62207	134.8709
	1999.809	0.705	565/26.36	14.29218	65.78481

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 1.416029E-03 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
19	2129.777	0.706	147/26.36	13.42747	269.5057
	2125.313	0.706	207/26.36	12.83227	190.9539
	2120.054	0.705	278/26.36	12.25497	141.8044
	2099.06	0.705	565/26.36	11.87027	69.02597

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

FLOW RATE = 1.497903E-03 CU.M./S.

NO.	RED.	PR.	Z/DH.	NUL.	GZ
20	2253.531	0.706	147/26.36	14.36396	285.1757
	2248.736	0.706	207/26.36	13.75141	202.0496
	2243.086	0.705	278/26.36	13.15622	150.0381
	2220.537	0.705	565/26.36	12.93958	73.02187

ANOTHER CALCULATE (Y/N)

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างการคำนวนค่าที่ได้จากการทดลอง

ตัวอย่างการคำนวน

จากข้อมูลภาคผนวก ก. ของการทดลองครั้งที่ 2 อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 5.564×10^{-4} m^3/s

ข้อมูลที่วัดได้

เส้นรอบรูป P	= 153.64 mm.
พื้นที่หน้าตัด A_c	= 1012.5 mm^2
ความยาวท่อ L	= 600 mm.
อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศเข้า $T_{m,i}$	= 32.50 C.
อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศออก $T_{m,o}$	= 53.23 C.
อุณหภูมิเฉลี่ยผิวท่อที่ปากทางเข้า $T_{s,i}$	= 42.03 C.
อุณหภูมิเฉลี่ยผิวท่อที่ระยะ 147 mm. $T_{s,147}$	= 70.15 C.
อุณหภูมิเฉลี่ยผิวท่อที่ระยะ 207 mm. $T_{s,207}$	= 74.13 C.
อุณหภูมิเฉลี่ยผิวท่อที่ระยะ 278 mm. $T_{s,278}$	= 77.96 C.
อุณหภูมิเฉลี่ยผิวท่อที่ระยะ 565 mm. $T_{s,565}$	= 86.93 C.

การคำนวน

เส้นผ่าศูนย์กลางไฮโดรลิค d_h $= 4 A_c/P$

$= 4(1012.5)/153.64 = 26.36$ mm.

ความเร็วเฉลี่ยของอากาศ U_m $= Q/A_c$

$= 5.564 \times 10^{-4} / 1012.5 \times 10^{-6} = 0.5495$ m/s

เมื่อพิจารณาที่ 207 mm. จากระยะห่างจากปากทางเข้า

$T_{m,z} = T_{m,i} + (T_{m,o} - T_{m,i})(z/L)$

$T_{m,207} = 32.50 + (53.23 - 32.50)(207/600) = 39.652$ C.

$$\Delta T_{l,z} = \frac{(T_{s,z} - T_{m,z}) - (T_{s,i} - T_{m,i})}{\ln \left[(T_{s,z} - T_{m,z}) - (T_{s,i} - T_{m,i}) \right]}$$

$$\Delta T_{l,207} = \frac{(74.13 - 39.652) - (42.03 - 32.50)}{\ln\left[(74.13 - 39.652) / (42.03 - 32.50)\right]}$$

$$= 19.402 \text{ C.}$$

$$T_{b,z} = \frac{T_{m,i} + T_{m,z}}{2}$$

$$Tb,207 = \frac{32.50 + 39.652}{2}$$

จากค่า Tb หาค่า ρ , μ , α ของอากาศที่ความดันบรรยากาศ

ที่ 300 K , ρ = 1.1614 Kg/ m^3 , μ = 184.60 x 10^{-7} N.s/m , α = 22.5 x 10^{-6} m^2/s

ที่ 350 K , ρ = 0.9950 Kg/ m^3 , μ = 208.20 x 10^{-7} N.s/m , α = 29.9 x 10^{-6} m^2/s

$$Re = \frac{\rho U_m d_h}{\mu}$$

$$= \frac{(1.1307)(0.5218)(26.36 \times 10^{-3})}{(188.954 \times 10^{-7})}$$

$$= 823.08$$

$$Nu_{l,z} = \frac{1}{4} \frac{U_m}{\alpha z} \frac{d_h^2}{} \frac{(T_{m,z} - T_{m,i})}{\Delta T_{l,z}}$$

$$Nu_{l,207} = \frac{(0.5218)(26.36 \times 10^{-3})^2 (39.652 - 32.50)}{4 (2.386 \times 10^{-5})(207 \times 10^{-3})(19.402)}$$

$$= 6.8$$

ประวัติผู้เขียน

นาย อนุสรณ์ ชินสุวรรณ เกิดวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2508 ที่อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี สำเร็จปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2531 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2533