ชื่อ...รหัส...

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค : ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา : 2547

วันที่ : 3 สิงหาคม 2547 เวลา : 9.00 - 12.00 น.

วิชา : 230-313 Heat Transfer ห้องสอบ : R 200

อ.กัลยา ศรีสุวรรณ

ผู้ออกข้อสอบ

1) ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2) ไม่อนุญาตให้นำตำราและเอกสารเข้าห้องสอบ
3) ห้ามใส่ข้อมูลในเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบ
4) ถ้ากระดาษไม่พอให้ใช้ด้านหลังได้

	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ข้อ1	20	
ข้อ2	20	
ข้อ3	20	
ข้อ4	20	
ข้อ5	20	
รวม	100	

ชื่อ..รหัส..

1) จากสมการพลังงานของระบบ Boundary layer ของการไหลของของไหลผ่านแผ่นเพลท

$$\frac{d}{d_x}\left[\int_0^{\delta}(T_\infty - T)\,u\,dy\right] + \frac{\mu}{\rho C_p}\left[\int_0^{\delta}\left(\frac{du}{dy}\right)^2 dy\right]$$

$$= \alpha \left.\frac{dT}{dy}\right|_w$$

แสดงการหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (h) ภายใต้เงื่อนไขต่อไปนี้

a) ค่าแรงเสียดทานเนื่องจากความหนืดมีค่าน้อยมาก

$$U = \sqrt{U_\infty}$$

b) $$\frac{\theta}{\theta_\infty} = \frac{T - T_w}{T_\infty - T_w} = \frac{3y}{2\delta_t}$$

T = อุณหภูมิที่ y ใดๆ

T_∞ = free stream temperature

T_W = อุณหภูมิที่แผ่นเพลท

δ_t = thermal boundary layer thickness

U_∞ = free stream velocity

(20 คะแนน)

ชื่อ..รหัส..

2) แผ่นทำความร้อน 2 แผ่น ความยาวเท่ากันเท่ากับ 80 cm มีอุณหภูมิเท่ากับ 34°C และ 134°C วางในเตาอบขนานกับทิศทางการไหลของอากาศที่พ่นเข้าไปที่อุณหภูมิ 20°C ความเร็ว 5 m/s ให้แสดงการคำนวณที่จะยืนยันว่าการวางแผ่นทำความร้อน 2 แผ่น ห่างกัน 5 cm จะไม่มีการทับซ้อนกันของชั้น hydrodynamic boundary layer (20 คะแนน)

ชื่อ...รหัส...

3) ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.3 cm มีอุณหภูมิคงที่ที่ 200°C โดยมีไอน้ำไหลผ่านด้านใน ท่อนี้จะติดตั้งในโรงงานและมีการสูญเสียความร้อนโดย free convection ที่มี h = 7 $W/m^2 °C$ ถ้าเลือกฉนวนชนิด urethane foam ความหนา 2 cm ขณะที่อากาศในบริเวณติดตั้งท่อมีค่า 20°C

1) คำนวณอุณหภูมิที่ผิวนอกของฉนวน

2) คำนวณ heat lost ของท่อเปลือยเปรียบเทียบกับกรณีหุ้มฉนวนความหนาเท่ากับที่คำนวณได้ในข้อ1

3) ถ้าการสูญเสียความร้อนจาก steam คิดราคาได้เท่ากับ US$ $8.00/10^9$J ให้คำนวณค่าการลดการสูญเสียต่อปีในกรณีที่มีการติดตั้งระบบฉนวน

(20 คะแนน)

ชื่อ...รหัส..

4) การติดตั้งครีบระบายจะทำโดยการอัดติดลงไปที่ตั้งอุปกรณ์หลัก ในการติดตั้ง aluminum fin (k = 200 W/m°C) ความหนา 1 มม. รอบท่ออลูมิเนียมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 cm โดยให้มีความยาวของ fin ยื่นออกมารอบๆ ท่อ 1.25 cm ค่า contact conductance ของการต่อเชื่อม fin กับอุปกรณ์หลักแสดงในตาราง 2.2 (กรณี 100μ in grand surface) ค่า h ของอากาศรอบๆ ที่อุณหภูมิ 20°C เท่ากับ 125 W/m^2°C

   1) คำนวณ heat lost ในกรณีที่ไม่คิดค่า contact conductance
   2) กรณีที่คิดค่า contact conductance ให้คำนวณว่า heat lost ลดลงกี่เปอร์เซ็นต์

(20 คะแนน)

ชื่อ...รหัส...

5) น้ำไหลผ่านในท่อสแตนเลส(k = 20 W/m°C) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2.5 cm ความหนาของท่อ 2 mm. ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนภายในท่อ 400 $W/m^2\,^{\circ}C$ และค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนภายนอกท่อเท่ากับ 10 $W/m^2\,^{\circ}C$

   1) คำนวณหา overall heat transfer coefficient ที่อิงกับพื้นที่ด้านนอกของท่อ
   2) ตัวแปรที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนทั้งหมดคือค่าใด เพราะเหตุใด

(20 คะแนน)

สมการของ Newton's law of cooling

$$q = hA\,(T_w - T_\infty)$$

ระบบท่อ

$$q = \frac{T_A - T_B}{\dfrac{1}{h_i A_i} + \dfrac{\ln (r_o/r_i)}{2\pi k L} + \dfrac{1}{h_o A_o}}$$

ระบบฉนวน

$$q = \frac{2\pi L\,(T_p - T_\infty)}{\dfrac{\ln (r_o/r_i)}{k} + \dfrac{1}{r_o h}}$$

Boundary layer thickness

$$\delta = \frac{4.64}{Re_x^{1/2}} \qquad Re_x = \frac{\rho u_\infty x}{\mu} = \frac{u_\infty x}{\nu}$$

Contact resistance

$$\frac{1}{h_C A} = \text{thermal contact resistance}$$

$$h_C = \text{contact coefficent}$$

Table 2-2 I Contact conductance of typical surfaces.

Surface type	Roughness μ in	Roughness μm	Temperature, °C	Pressure, atm	$1/h_c$ h·ft²·°F/Btu	$1/h_c$ m²·°C/W × 10⁴
416 Stainless, ground, air	100	2.54	90–200	3–25	0.0015	2.64
304 Stainless, ground, air	45	1.14	20	40–70	0.003	5.28
416 Stainless, ground, with 0.001-in brass shim, air	100	2.54	30–200	7	0.002	3.52
Aluminum, ground, air	100	2.54	150	12–25	0.0005	0.88
	10	0.25	150	12–25	0.0001	0.18
Aluminum, ground, with 0.001-in brass shim, air	100	2.54	150	12–200	0.0007	1.23
Copper, ground, air	50	1.27	20	12–200	0.00004	0.07
Copper, milled, air	150	3.81	20	10–50	0.0001	0.18
Copper, milled, vacuum	10	0.25	30	7–70	0.0005	0.88