คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2557

วันที่ 17 ธันวาคม 2557 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-415, 216-415 การออกแบบเครื่องกล 2 ห้อง A203

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ / ให้ทำทุกข้อในสมุดคำตอบ
2. ไม่อนุญาตตำรา และเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตนำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

รศ.ดร.สุธีระ ประเสริฐสรรพ์
ผู้ออกข้อสอบ

ข้อ 1 (20 คะแนน) เพลากลมมีรัศมี r ยาว L หมุนด้วยความเร็ว R rpm ต้อง transmit power P ด้วย pulley and belt แรงลัพธ์ที่เป็นแรงตึงของ belt มีค่า t

ก. จงเขียนสูตรที่เป็นข้อกำหนดของ σ_{clev} ของวัสดุทำเพลา หากไม่ต้องการให้วิบัติแบบเปราะ

ข. หากต้องการให้วิบัติแบบ yield ควรเลือกวัสดุที่มี σ_{ys} ไม่เกินเท่าใด

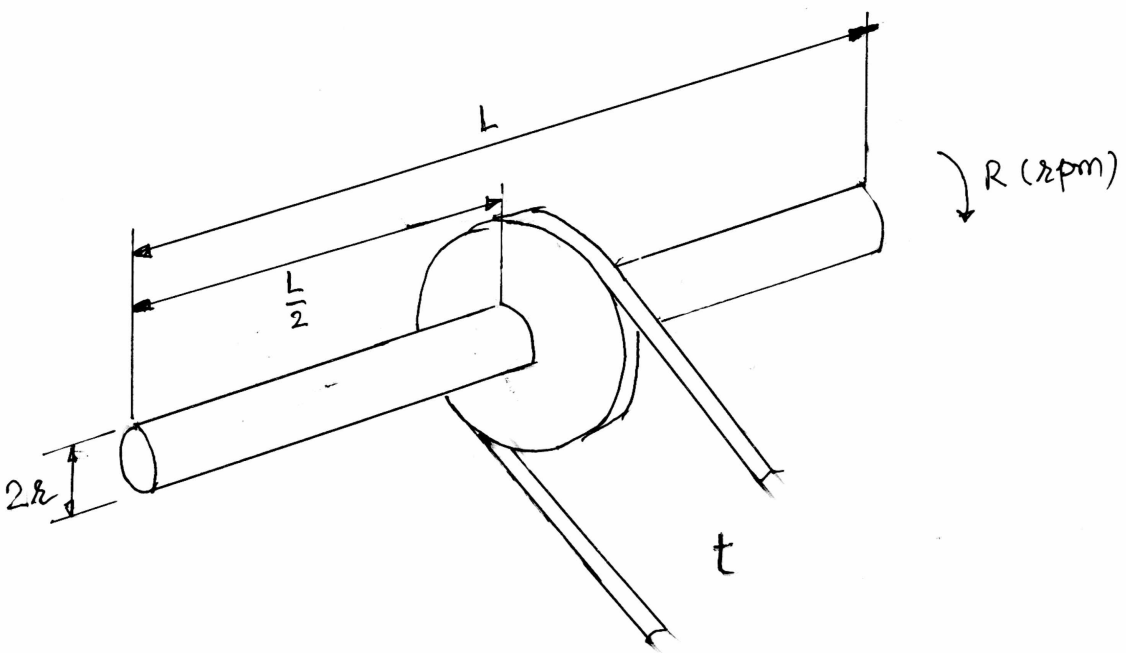
กำหนดให้

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{x,y}^2}$$

Power $= T\omega$

$\tau = \frac{Tr}{J}$ โดย J คือ *Polar 2nd moment of area* $= \frac{\pi r^4}{2}$

Bending stress $= \frac{Mr}{I}$ โดย I คือ *2nd moment of area* $= \frac{\pi r^4}{2}$

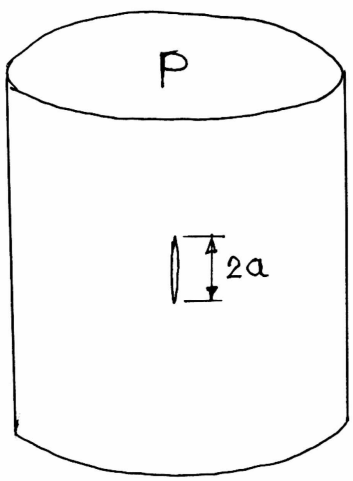


ข้อ 2 (15 คะแนน) ถัง *pressure* ทรงกระบอกรัศมี r หนา t มีรอยแตกยาว $2a$ ทำจากวัสดุที่มี *fracture toughness* K_{IC} จงหาว่า (กำหนดให้ $K_I = \sigma\sqrt{\pi a}$, $\sigma_h = \frac{Pr}{t}$, $\sigma_a = \frac{Pr}{2t}$)

ก. *Pressure* ที่ทำให้ระเบิดมีค่าเท่าใด

ข. หากลดการควบคุมคุณภาพลง ทำให้สามารถมองเห็นรอยแตกขนาดเป็น 2 เท่าของเดิม จงหาว่าค่าความดันจะต้องลดลงเป็นกี่เท่า จึงจะระเบิด

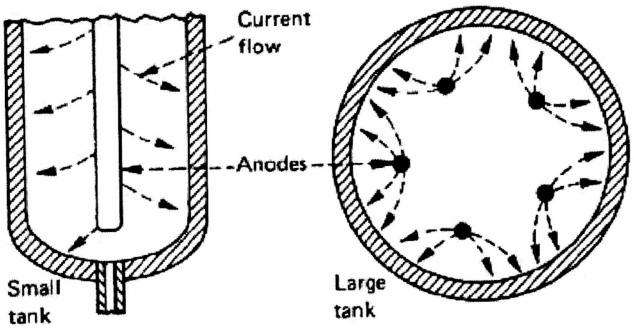
ค. ถ้าไม่ต้องการให้ข้อ ข. ระเบิด ในขณะที่ถังมีรัศมีเพิ่มขึ้น 3 เท่า เราต้องเปลี่ยนวัสดุให้มี K_{IC} เป็นกี่เท่าของเดิม



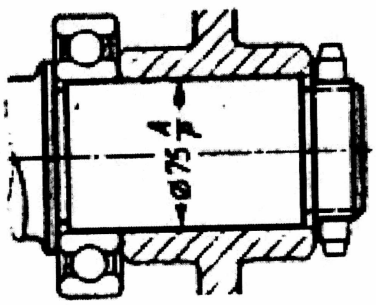
ข้อ 3 (15 คะแนน) ถ้าต้องการสวมเพลากับรูขนาด *norminal sixe 1* นิ้ว แบบ *shrink fit* เพื่อให้ *transmit load* ได้ โดยต้องการออกแบบให้เป็น *force fit class FN3* จงหาว่าในการสวมเราต้องใช้อุณหภูมิในการให้ความร้อนแก่ *hole* ใน *range* กี่องศา (*range* คิดจากเพลาเล็กสุดสวมกับ *hole* ใหญ่สุด และเพลาใหญ่สุดสวมกับ *hole* เล็กสุด) กำหนดให้ สปส. การขยายตัวทางความร้อนของเหล็กเท่ากับ $12x10^{-6}/\,^{o}C$

ข้อ 4 (10 คะแนน) ออกแบบเพลาขนาด *norminal size 1* นิ้ว สวมกับ *hole* ที่ต้องการให้เป็น *close sliding fit (RC1)* จงเขียนมิติของเพลาและรูปแบบ *bilateral tolerance (D±t)*

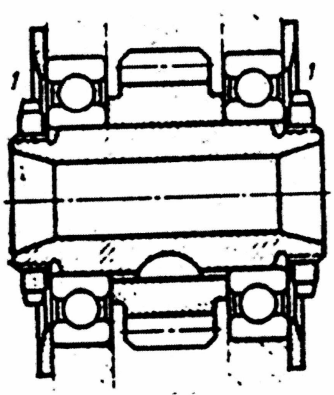
ข้อ 5 ก. (5 คะแนน) จงอธิบายว่ารูปข้างล่างนี้คือการใช้หลักการอะไรในการออกแบบเพื่อป้องกัน *corrosion* และกลไกการป้องกันทำงานอย่างไร



ข้อ 5 ข. (5 คะแนน) การสวม *bearing* ในรูปต้องการให้ *inner ring* หมุนไปกับเพลาด้วย จงวิจารณ์ข้อด้อยของการออกแบบนี้ ให้เหตุผลประกอบ และออกแบบส่วนเพลาใหม่

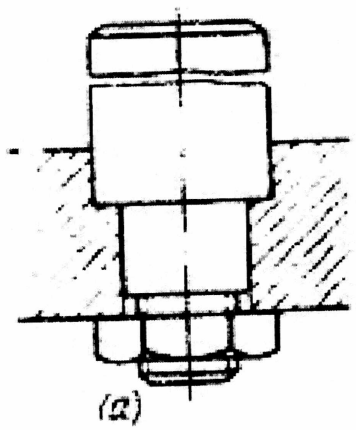


ข้อ 5 ค. (10 คะแนน) ในแง่ของ *assembly location* (การประกอบให้ตรงตำแหน่ง) การออกแบบรูปนี้มีข้อเสียอย่างไร และควรแก้ไขอย่างไร



ข้อ 6 ก. (5 คะแนน) ทำไมการประกอบให้ได้ *center* จึงควรประกอบโดยใช้ *diameter* เล็กในการวางตำแหน่ง

ข้อ 6 ข. (5 คะแนน) ผู้ออกแบบเขียนแบบดังรูปข้างล่าง จงวิจารณ์การออกแบบชิ้นนี้ และการแก้ไขควรเป็นเช่นไร



ข้อ 6 ค. (10 คะแนน) การออกแบบ 2 รูปนี้ รูปใดเป็นการออกแบบที่ถูกต้อง อธิบายเหตุผล

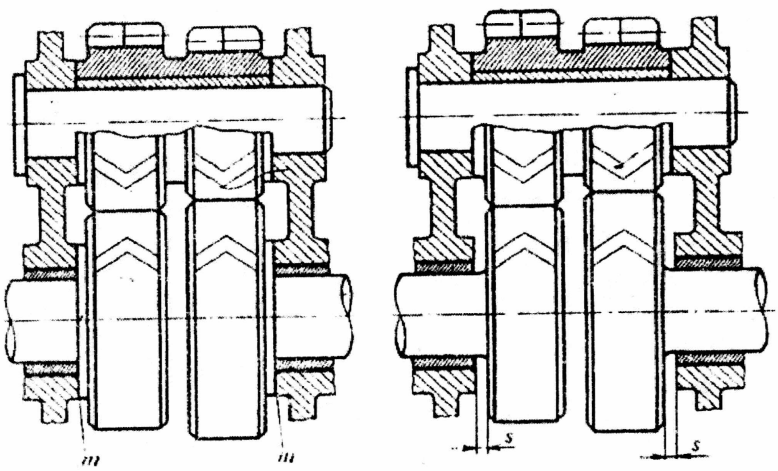


Table C-1 Running and Sliding Fits

Nominal Size Range, in. Over	To	Class RC 1			Class RC 2			Class RC 3			Class RC 4		
		Limits of Clearance	Standard Limits		Limits of Clearance	Standard Limits		Limits of Clearance	Standard Limits		Limits of Clearance	Standard Limits	
			Hole H5	Shaft g4		Hole H6	Shaft g5		Hole H7	Shaft f6		Hole H8	Shaft f7
0	0.12	0.1 0.45	+0.2 0	−0.1 −0.25	0.1 0.55	+0.25 0	−0.1 −0.3	0.3 0.95	+0.4 0	−0.3 −0.55	0.3 1.3	+0.6 0	−0.3 −0.7
0.12	0.24	0.15 0.5	+0.2 0	−0.15 −0.3	0.15 0.65	+0.3 0	−0.15 −0.35	0.4 1.12	+0.5 0	−0.4 −0.7	0.4 1.6	+0.7 0	−0.4 −0.9
0.24	0.40	0.2 0.6	+0.25 0	−0.2 −0.35	0.2 0.85	+0.4 0	−0.2 −0.45	0.5 1.5	+0.6 0	−0.5 −0.9	0.5 2.0	+0.9 0	−0.5 −1.1
0.40	0.71	0.25 0.75	+0.3 0	−0.25 −0.45	0.25 0.95	+0.4 0	−0.25 −0.55	0.6 1.7	+0.7 0	−0.6 −1.0	0.6 2.3	+1.0 0	−0.6 −1.3
0.71	1.19	0.3 0.95	+0.4 0	−0.3 −0.55	0.3 1.2	+0.5 0	−0.3 −0.7	0.8 2.1	+0.8 0	−0.8 −1.3	0.8 2.8	+1.2 0	−0.8 −1.6
1.19	1.97	0.4 1.1	+0.4 0	−0.4 −0.7	0.4 1.4	+0.6 0	−0.4 −0.8	1.0 2.6	+1.0 0	−1.0 −1.6	1.0 3.6	+1.6 0	−1.0 −2.0
1.97	3.15	0.4 1.2	+0.5 0	−0.4 −0.7	0.4 1.6	+0.7 0	−0.4 −0.9	1.2 3.1	+1.2 0	−1.2 −1.9	1.2 4.2	+1.8 0	−1.2 −2.4
3.15	4.73	0.5 1.5	+0.6 0	−0.5 −0.9	0.5 2.0	+0.9 0	−0.5 −1.1	1.4 3.7	+1.4 0	−1.4 −2.3	1.4 5.0	+2.2 0	−1.4 −2.8
4.73	7.09	0.6 1.8	+0.7 0	−0.6 −1.1	0.6 2.3	+1.0 0	−0.6 −1.3	1.6 4.2	+1.6 0	−1.6 −2.6	1.6 5.7	+2.5 0	−1.6 −3.2
7.09	9.85	0.6 2.0	+0.8 0	−0.6 −1.2	0.6 2.6	+1.2 0	−0.6 −1.4	2.0 5.0	+1.8 0	−2.0 −3.2	2.0 6.6	+2.8 0	−2.0 −3.8
9.85	12.41	0.8 2.3	+0.9 0	−0.8 −1.4	0.8 2.9	+1.2 0	−0.8 −1.7	2.5 5.7	+2.0 0	−2.5 −3.7	2.5 7.5	+3.0 0	−2.5 −4.5

Table C-5 Force and Shrink Fits*

Nominal Size Range, in. Over	To	Class FN 1			Class FN 2			Class FN 3			Class FN 4			Class FN 5		
		Limits of Interference	Standard Limits		Limits of Interference	Standard Limits		Limits of Interference	Standard Limits		Limits of Interference	Standard Limits		Limits of Interference	Standard Limits	
			Hole H16	Shaft		Hole H17	Shaft s6		Hole H7	Shaft t6		Hole H7	Shaft u6		Hole H8	Shaft x7
0	0.12	0.05 0.5	+0.25 − 0	+0.5 +0.3	0.2 0.85	+0.4 − 0	+0.85 +0.6				0.3 0.95	+0.4 − 0	+ 0.95 + 0.7	0.3 1.3	+0.6 − 0	+ 1.3 + 0.9
0.12	0.24	0.1 0.6	+0.3 − 0	+0.6 +0.4	0.2 1.0	+0.5 − 0	+1.0 +0.7				0.4 1.2	+0.5 − 0	+ 1.2 + 0.9	0.5 1.7	+0.7 − 0	+ 1.7 + 1.2
0.24	0.40	0.1 0.75	+0.4 − 0	+0.75 +0.5	0.4 1.4	+0.6 − 0	+1.4 +1.0				0.6 1.6	+0.6 − 0	+ 1.6 + 1.2	0.5 2.0	+0.9 − 0	+ 2.0 + 1.4
0.40	0.56	0.1 0.8	−0.4 − 0	+0.8 +0.5	0.5 1.6	+0.7 − 0	+1.6 +1.2				0.7 1.8	+0.7 − 0	+ 1.8 + 1.4	0.6 2.3	+1.0 − 0	+ 2.3 + 1.6
0.56	0.71	0.2 0.9	+0.4 − 0	+0.9 +0.6	0.5 1.6	+0.7 − 0	+1.6 +1.2				0.7 1.8	+0.7 − 0	+ 1.8 + 1.4	0.8 2.5	+1.0 − 0	+ 2.5 + 1.8
0.71	0.95	0.2 1.1	+0.5 − 0	+1.1 +0.7	0.6 1.9	+0.8 − 0	+1.9 +1.4				0.8 2.1	+0.8 − 0	+ 2.1 + 1.6	1.0 3.0	+1.2 − 0	+ 3.0 + 2.2
0.95	1.19	0.3 1.2	+0.5 − 0	+1.2 +0.8	0.6 1.9	+0.8 − 0	+1.9 +1.4	0.8 2.1	+0.8 − 0	+ 2.1 + 1.6	1.0 2.3	+0.8 − 0	+ 2.3 + 1.8	1.3 3.3	+1.2 + 0	+ 3.3 + 2.5
1.19	1.58	0.3 1.3	+0.6 − 0	+1.3 +0.9	0.8 2.4	+1.0 − 0	+2.4 +1.8	1.0 2.6	+1.0 − 0	+ 2.6 + 2.0	1.5 3.1	+1.0 − 0	+ 3.1 + 2.5	1.4 4.0	+1.6 − 0	+ 4.0 + 3.0
1.58	1.97	0.4 1.4	+0.6 − 0	+1.4 +1.0	0.8 2.4	+1.0 − 0	+2.4 +1.8	1.2 2.8	+1.0 − 0	+ 2.8 + 2.2	1.8 3.4	+1.0 − 0	+ 3.4 + 2.8	2.4 5.0	+1.6 − 0	+ 5.0 + 4.0
1.97	2.56	0.6 1.8	+0.7 − 0	+1.8 +1.3	0.8 2.7	+1.2 − 0	+2.7 +2.0	1.3 3.2	+1.2 − 0	+ 3.2 + 2.5	2.3 4.2	+1.2 − 0	+ 4.2 + 3.5	3.2 6.2	+1.8 − 0	+ 6.2 + 5.0