

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การสอบไล่ ประจำภาคการศึกษาที่ 2

ประจำปีการศึกษา 2547

วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2548

เวลา 09.00-12.00 น.

วิชา 216-314 การออกแบบเครื่องกล 1

ห้อง R 300

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ แต่ละข้อมีคะแนนเท่ากัน ให้ทำทุกข้อ
2. ให้ทำข้อสอบทุกข้อในกระดาษข้อสอบ
3. อนุญาตให้นำ lecture note เอกสารที่ผู้สอนแจกให้ และ note ที่นักศึกษาเตรียมมาด้วยลายมือตัวเองเข้าห้องสอบได้
4. หนังสือ และตำรา อนุญาตเฉพาะ Shigley, Mischke & Budynus, "Mechanical Engineering Design" 7th edition, Mc-Graw Hill
5. สำเนาเอกสารที่ถ่ายจากหนังสือ หรือตำราทุกชนิด ห้ามนำเข้าห้องสอบ
6. อนุญาตให้ใช้ดินสอทำข้อสอบได้
7. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกชนิด
8. ข้อสอบมีทั้งหมด 17 แผ่น

ชื่อ-สกุล.....รหัส..... ตอน.....

ข้อ	1	2	3	4	5	6	รวม
คะแนนเต็ม	20	20	20	20	20	20	120
ทำได้							

ผศ.สมเกียรติ นาคกุล

ดร.เจริญยุทธ เฉชวาบุกุล

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ-สกุล..... รหัส..... ตอน.....

ข้อ 1. rubber mixer เครื่องหนึ่งทำงานที่ความเร็วรอบ 320 รอบต่อนาที ขับเคลื่อนด้วย electric motor ขนาด 75 hp motor หมุนด้วยความเร็วรอบ 960 รอบต่อนาที จงออกแบบระบบส่งกำลัง ถ้าต้องการส่งกำลังด้วย roller chain (20 คะแนน)

ชื่อ-สกุล..... รหัส..... ตอน.....

ข้อ 2. เพลาของเครื่องจักรชนิดหนึ่งทำงานที่ความเร็วรอบ 3000 rpm ตำแหน่งที่จะติดตั้ง ตลับลูกปืนมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มม. ถูกกระทำด้วย thrust load 2500 N และ radial load 4000 N ต้องการให้ตลับลูกปืนมีอายุการใช้งาน 30,000 ชั่วโมง ภายใต้ load factor = 1.1 และความน่าเชื่อถือ 98% จงหาชนิด และ bearing number ของตลับลูกปืนที่ใช้ (20 คะแนน)

ชื่อ-สกุล..... รหัส..... ตอน.....

ข้อ 3. ต้องการขับ piston compressor เครื่องหนึ่งด้วย Hi-torque AC motor ขนาด 20 kW ถ้า motor ทำงานที่ความเร็วรอบ 2880 rpm ส่งกำลังที่ speed ratio 2.0 และระบบถูกใช้งานอย่างต่อเนื่องทุกวัน วันละ 24 ชั่วโมง จงออกแบบระบบส่งกำลัง ถ้าต้องการส่งกำลังด้วย V-belts (20 คะแนน)

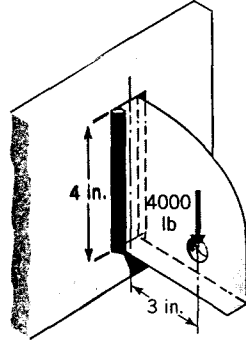
ชื่อ-สกุล..... รหัส..... ตอน.....

ข้อ 4. สลักเกลียวตัวหนึ่งขนาด $1\frac{1}{4}$ นิ้วเกรด SAE 5 รับแรงดึงสลับเปลี่ยนแปลงจาก 0 ถึง P ถ้าสลักเกลียวดังกล่าวเป็นแบบเกลียวหยาบ และแบบเกลียวละเอียด จงคำนวณเปรียบเทียบว่าแรง P ที่สลักเกลียวรับได้แตกต่างกันกี่เปอร์เซ็นต์ กำหนดให้ใช้ Modified Goodman Theory ในการคำนวณหาค่าตอบ เมื่อค่าความปลอดภัย ในการออกแบบเท่ากับ 2 ค่าคงที่ของรอยต่อ $(\frac{k_b}{k_b + k_j})$ เมื่อต่อด้วยเกลียวหยาบและเกลียวละเอียดมีค่าเท่ากับ 0.3 และ 0.32 ตามลำดับ (สมมติให้รอยต่อชนิดนี้เป็นแบบ Reusable) (20 คะแนน)

ชื่อ-สกุล..... รหัส..... ตอน.....

ข้อ 5. รอยเชื่อมแบบ Fillet ยาว 4 นิ้ว 2 ด้าน รับแรง 4000 lb ดังรูป จงคำนวณหา leg ของรอยเชื่อม เมื่อค่าความปลอดภัยในการออกแบบเท่ากับ 3 และลวดเชื่อมที่ใช้มี $S_y = 48 \text{ ksi}$

(20 คะแนน)



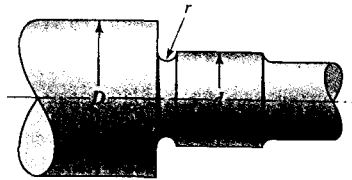
Note: There are two 4 in. welds.

ชื่อ-สกุล..... รหัส..... ตอน.....

ข้อ 6. เพลาทำจาก steel SAE 2340 ผ่านกระบวนการ heat treatment เพื่อให้เปลาามี ultimate tensile strength เท่ากับ 1226 MPa Yield Strength เท่ากับ 1130 MPa และมีความแข็ง Brinell ไม่น้อยกว่า 368 ดังรูป เพลาที่มีค่า $d = 0.75D$ และ $r = D/20$ จากการวิเคราะห์แรงพบว่าเปลาได้รับ reversed bending moment 70 N.m และรับ steady torsion 45 N.m ในการออกแบบต้องการค่าความปลอดภัยเท่ากับ 2.5 จงคำนวณหาขนาด D และ d โดยใช้ Distortion Energy Criterion

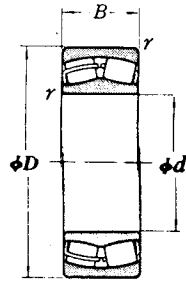
(20 คะแนน)

Section of a shaft containing a grinding-relief groove. Unless otherwise specified, the diameter at the root of the groove $d_r = d - 2r$, and though the section of diameter d is ground, the root of the groove is still a machined surface.

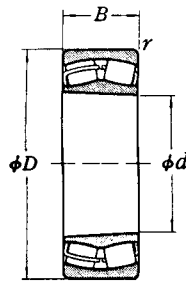


SPHERICAL ROLLER BEARINGS

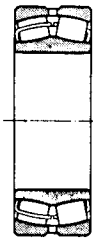
Bore Diameter 25~80 mm



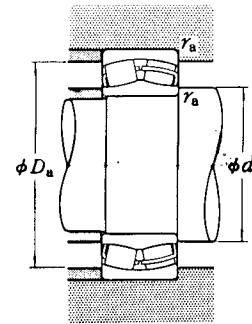
Cylindrical Bore



Tapered Bore



With an Oil Groove and Holes



Dynamic Equivalent Load

$$P = XF_r + YF_a$$

$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
X	Y	X	Y
1	Y_2	0.67	Y_2

Static Equivalent Load

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

The values of e , Y_2 , Y_3 , and Y_0 are given in the table below.

Boundary Dimensions (mm)				Basic Load Ratings (N)				Limiting Speeds (rpm)		Bearing Cylindrical Bore
d	D	B	r_{min}	C_r	C_{0r}	C_r	C_{0r}	Grease	Oil	
25	52	18	1	44 000	45 500	4 500	4 650	8 000	10 000	22205 H 21305 CD
	62	17	1.1	43 000	40 500	4 350	4 150	5 300	6 700	
30	62	20	1	58 500	61 500	6 000	6 250	6 700	8 500	22206 H 21306 CD
	72	19	1.1	55 000	54 000	5 600	5 500	4 500	6 000	
35	72	23	1.1	78 500	84 000	8 000	8 550	5 600	7 100	22207 H 21307 CD
	80	21	1.5	71 500	76 000	7 250	7 750	4 000	5 300	
40	80	23	1.1	89 500	95 000	9 150	9 700	5 000	6 300	22208 H 21308 CD 22308 H
	90	23	1.5	87 500	93 000	8 900	9 500	3 600	4 500	
	90	33	1.5	135 000	152 000	13 800	15 500	4 500	6 000	
45	85	23	1.1	95 000	107 000	9 650	10 900	4 500	6 000	22209 H 21309 CD 22309 H
	100	25	1.5	103 000	107 000	10 500	10 900	3 200	4 000	
	100	36	1.5	160 000	181 000	16 400	18 400	4 000	5 300	
50	90	23	1.1	99 500	116 000	10 200	11 900	4 300	5 300	22210 H 21310 CD 22310 H
	110	27	2	118 000	128 000	12 100	13 000	2 800	3 800	
	110	40	2	197 000	224 000	20 100	22 800	3 800	4 800	
55	100	25	1.5	122 000	143 000	12 400	14 500	3 800	5 000	22211 H 21311 CD 22311 H
	120	29	2	140 000	164 000	14 300	16 700	2 600	3 400	
	120	43	2	226 000	264 000	23 100	26 900	3 400	4 300	
60	110	28	1.5	150 000	174 000	15 300	17 700	3 600	4 500	22212 H 21312 CD 22312 H
	130	31	2.1	163 000	195 000	16 600	19 900	2 400	3 200	
	130	46	2.1	265 000	310 000	27 100	31 500	3 200	4 000	
65	120	31	1.5	175 000	216 000	17 900	22 000	3 200	4 000	22213 H 21313 CD 22313 H
	140	33	2.1	180 000	217 000	18 400	22 100	2 200	3 000	
	140	48	2.1	305 000	355 000	31 000	36 500	3 000	3 800	
70	125	31	1.5	182 000	230 000	18 600	23 500	3 000	3 800	22214 H 21314 CD 22314 H E4
	150	35	2.1	216 000	258 000	22 000	26 300	2 000	2 800	
	150	51	2.1	335 000	400 000	34 500	41 000	2 800	3 400	
75	130	31	1.5	190 000	247 000	19 400	25 200	3 000	3 800	22215 H 21315 CD 22315 H E4
	160	37	2.1	236 000	283 000	24 000	28 800	1 900	2 600	
	160	55	2.1	385 000	465 000	39 500	47 500	2 600	3 200	
80	140	33	2	214 000	273 000	21 900	27 800	2 800	3 400	22216 H 21316 CD 22316 H E4
	170	39	2.1	263 000	315 000	26 900	32 000	1 800	2 400	
	170	58	2.1	430 000	525 000	44 000	53 500	2 400	3 000	

Notes (1) The bearings with suffix H (HK) have polyamide cages. The maximum operating temperature should be less than 120°C.

(2) The suffix K represents bearings with tapered bores (taper 1 : 12).

Numbers (1)	Abutment and Fillet Dimensions (mm)					Constant e	Axial Load Factors			Mass (kg) approx
	Tapered Bore (2)		d_a	D_a	r_a		Y_2	Y_3	Y_0	
	min	max	max	min	max					
22205 HK 21305 CDK	31	31	46	45	1	0.35	2.9	1.9	1.9	0.15
	32	34	55	51	1	0.29	3.4	2.3	2.3	0.25
22206 HK 21306 CDK	36	37	56	54	1	0.33	3.1	2.1	2.0	0.25
	37	40	65	59	1	0.28	3.6	2.4	2.3	0.38
22207 HK 21307 CDK	42	43	65	63	1	0.32	3.1	2.1	2.0	0.38
	44	47	71	67	1.5	0.28	3.6	2.4	2.4	0.51
22208 HK 21308 CDK 22308 HK	47	48	73	70	1	0.29	3.5	2.3	2.3	0.47
	49	53	81	76	1.5	0.26	3.8	2.6	2.5	0.71
	49	52	81	77	1.5	0.37	2.7	1.8	1.8	0.95
22209 HK 21309 CDK 22309 HK	52	53	78	75	1	0.26	3.8	2.6	2.5	0.51
	54	57	91	84	1.5	0.26	3.8	2.6	2.5	0.95
	54	58	91	86	1.5	0.37	2.7	1.8	1.8	1.28
22210 HK 21310 CDK 22310 HK	57	59	83	81	1	0.24	4.1	2.8	2.7	0.55
	60	65	100	93	2	0.26	3.9	2.6	2.6	1.24
	60	62	100	94	2	0.38	2.6	1.8	1.7	1.7
22211 HK 21311 CDK 22311 HK	64	65	91	90	1.5	0.24	4.2	2.8	2.8	0.74
	65	74	110	102	2	0.26	3.9	2.6	2.6	1.62
	65	69	110	102	2	0.36	2.8	1.9	1.8	2.2
22212 HK 21312 CDK 22312 HK	69	70	101	99	1.5	0.25	4.1	2.7	2.7	1.02
	72	82	118	112	2	0.25	4.1	2.7	2.7	1.99
	72	74	118	111	2	0.37	2.7	1.8	1.8	2.73
22213 HK 21313 CDK 22313 HK	74	78	111	108	1.5	0.25	4.0	2.7	2.6	1.41
	77	88	128	120	2	0.25	4.1	2.7	2.7	2.48
	77	79	128	119	2	0.35	2.9	1.9	1.9	3.36
22214 HK 21314 CDK 22314 HK E4	79	83	116	112	1.5	0.24	4.2	2.8	2.8	1.49
	82	93	138	128	2	0.23	4.3	2.9	2.8	2.99
	82	87	138	128	2	0.35	2.9	1.9	1.9	4.07
22215 HK 21315 CDK 22315 HK E4	84	89	121	118	1.5	0.22	4.5	3.0	2.9	1.57
	87	99	148	136	2	0.23	4.3	2.9	2.8	3.62
	87	92	148	137	2	0.35	2.9	1.9	1.9	5.01
22216 HK 21316 CDK 22316 HK E4	90	94	130	127	2	0.23	4.4	3.0	2.9	1.9
	92	105	158	145	2	0.23	4.4	2.9	2.9	4.31
	92	98	158	145	2	0.35	2.9	1.9	1.9	5.99

Remarks 1. Bearings with outer rings having oil grooves and holes are also available.

2. For the dimensions of adapters and withdrawal sleeves, refer to Pages B340 to B342, and B348.