
Contenido

1 LA NATURALEZA DEL DISEÑO MECANICO

1

- 1-1 Objetivos del capítulo 2
- 1-2 Ejemplos de diseño mecánico 4
- 1-3 Conocimientos necesarios para el diseño mecánico 7
- 1-4 Funciones y especificaciones en el diseño 7
- 1-5 Criterios para evaluar decisiones en el diseño de máquinas 9
- 1-6 Ejemplo de la integración de elementos de maquinaria en un diseño mecánico 10
- 1-7 Programas de computación que se utilizan en este libro 13
- 1-8 Cálculos en diseño 13
- 1-9 Sistemas de unidades 15
- 1-10 Diferencias entre peso, fuerza y masa 18

2 MATERIALES EN EL DISEÑO MECANICO

20

- 2-1 Objetivos del capítulo 21
- 2-2 Propiedades de los metales 22
- 2-3 Acero al carbón y acero con aleaciones 30
- 2-4 Condiciones para aceros y tratamiento térmico 34
- 2-5 Aceros inoxidables 39
- 2-6 Acero estructural 40
- 2-7 Hierro fundido 40
- 2-8 Metales en polvo 41
- 2-9 Aceros y carburos para herramientas 42
- 2-10 Aluminio 42
- 2-11 Titanio 45
- 2-12 Cobre, latón y bronce 46
- 2-13 Aleaciones con níquel como base 46
- 2-14 Plásticos 47
- 2-15 Materiales compuestos 48

3 ANALISIS DE TENSIONES**59**

- 3-1 Objetivos de este capítulo 60
- 3-2 Filosofía de un diseño seguro 61
- 3-3 Representación de tensiones en un elemento que genera tensión 61
- 3-4 Tensiones directas: tensión y compresión 62
- 3-5 Deformación bajo carga axial directa 64
- 3-6 Tensión por esfuerzo de corte directo 66
- 3-7 Relación entre torque, potencia y velocidad de giro 67
- 3-8 Tensión de esfuerzo de corte por torsión 68
- 3-9 Deformación por torsión 69
- 3-10 Torsión en piezas que tienen secciones transversales no circulares 70
- 3-11 Torsión en tubos cerrados de pared delgada 72
- 3-12 Tubos abiertos en comparación a tubos cerrados 73
- 3-13 Tensión por esfuerzo de corte vertical 75
- 3-14 Fórmulas especiales para tensión por esfuerzo de corte 77
- 3-15 Tensión debida a la flexión 78
- 3-16 Centro de flexión para vigas 80
- 3-17 Deflexiones de vigas 82
- 3-18 Ecuaciones para formas deflexionadas de vigas 84
- 3-19 Vigas con momentos de flexión concentrados 86
- 3-20 Tensiones normales combinadas: principio de superposición 90
- 3-21 Concentraciones de tensión 92
- 3-22 Sensibilidad debida a ranuras y factor de reducción de resistencia 95

4 TENSIONES COMBINADAS Y CIRCULO DE MOHR**103**

- 4-1 Objetivos de este capítulo 104
- 4-2 Caso general de tensión combinada 106
- 4-3 Círculo de Mohr 113
- 4-4 Problemas prácticos del círculo de Mohr 120
- 4-5 Precauciones cuando ambas tensiones principales tienen el mismo signo 124
- 4-6 Círculo de Mohr para condiciones especiales de tensión 127
- 4-7 Análisis de condiciones complejas de carga 131

5 DISEÑO PARA DISTINTOS TIPOS DE CARGA**133**

- 5-1 Objetivos de este capítulo 134
- 5-2 Tipos de carga y razón de carga 135
- 5-3 Resistencia por durabilidad 142
- 5-4 Factores que afectan la resistencia por durabilidad 143
- 5-5 Estimación de la resistencia por durabilidad real, s_n' 148
- 5-6 Diseño para distintos tipos de carga 151
- 5-7 Predicción de fallas 152
- 5-8 Factores de diseño 154
- 5-9 Métodos para calcular factor de diseño o tensión de diseño 155
- 5-10 Ejemplos de problemas de diseño 159

6 COLUMNAS	174
6-1	Objetivos de este capítulo 175
6-2	Propiedades de la sección transversal de una columna 176
6-3	Empotramiento o fijación en un extremo y longitud efectiva 176
6-4	Razón de delgadez o relación de esbeltez 179
6-5	Razón de transición de delgadez 179
6-6	Análisis de columna larga: la fórmula de Euler 182
6-7	Análisis de columna corta: la fórmula de J. B. Johnson 184
6-8	Formas eficientes para secciones transversales de columnas 186
6-9	Diseño de columnas 187
6-10	Columnas torcidas 191
6-11	Columnas cargadas en forma excéntrica 193
6-12	Programa para análisis de columnas 196
	PROGRAMA DE COMPUTACION: ANALISIS DE COLUMNAS 197
7 RESORTES	203
7-1	Objetivos de este capítulo 204
7-2	Tipos de resortes 205
7-3	Resortes helicoidales de compresión 209
7-4	Tensiones y deflexión para resortes helicoidales de compresión 218
7-5	Análisis de características de los resortes 220
7-6	Diseños de resortes helicoidales de compresión 223
7-7	Resortes de extensión 242
7-8	Resortes helicoidales de torsión 247
	PROGRAMA DE COMPUTACION:DISEÑO DE RESORTES HELICOIDALES (MÉTODO 1) 228
	PROGRAMA DE COMPUTACION:DISEÑO DE RESORTES HELICOIDALES (MÉTODO 2) 233
8 TOLERANCIA Y AJUSTES	255
8-1	Objetivos de este capítulo 256
8-2	Factores que afectan las tolerancias y los ajustes 257
8-3	Tolerancias, procesos de producción y costo 258
8-4	Tamaños básicos recomendables 262
8-5	Ajustes para juego 262
8-6	Ajustes de interferencia 269
8-7	Ajustes de transición 271
8-8	Diseño resistente de productos 272
8-9	Tensiones para ajustes de fuerzas 272
	PROGRAMA DE COMPUTACION: TENSIONES PARA AJUSTES DE FUERZAS 277
9 DISEÑO DE FLECHAS O EJES	282
9-1	Objetivos de este capítulo 283
9-2	Procedimiento de diseño de flechas o ejes 284
9-3	Fuerzas que ejercen elementos de maquinaria sobre flechas o ejes 287
9-4	Concentraciones de tensiones en flechas o ejes 292

- 9-5 Tensiones de diseño para flechas o ejes 295
- 9-6 Flechas y ejes sólo en flexión y torsión 298
- 9-7 Ejemplo de diseño de una flecha o eje 301
- 9-8 Tamaños básicos recomendables para flechas o ejes 306
- 9-9 Ejemplos de diseño adicionales 307
- 9-10 Programa de calculadora para diámetro de flecha o eje 317

10 CUÑAS DE UNION, COPLES Y SELLOS O EMPAQUES 331

- 10-1 Objetivos de este capítulo 332
- 10-2 Cuñas de unión 333
- 10-3 Materiales para cuñas de unión 338
- 10-4 Análisis de tensión para determinar la longitud de la cuña de unión 339
- 10-5 Ranuras 343
- 10-6 Otros métodos para afianzar elementos en flechas o ejes 349
- 10-7 Coples 354
- 10-8 Juntas universales 356
- 10-9 Anillos de sujeción y otros medios de ubicación axial 362
- 10-10 Tipos de sellos o empaques 367
- 10-11 Materiales para sellos o empaques 369

11 RUEDAS DENTADAS DE TALLA RECTA 376

- 11-1 Objetivos de este capítulo 377
- 11-2 Geometría de engranes: forma de diente evolvente 379
- 11-3 Nomenclatura de engranes y características de los dientes de los engranes 381
- 11-4 Interferencia 392
- 11-5 Trenes de engranes 394
- 11-6 Número de tensión permisible 400
- 11-7 Materiales para engranes 400
- 11-8 Fabricación de engranes 408
- 11-9 Calidad de engranes 411
- 11-10 Fuerzas en los dientes de los engranes 414
- 11-11 Tensiones en los dientes de los engranes 417
- 11-12 Selección de material para engranes con base en la tensión por flexión 428
- 11-13 Resistencia a la corrosión de dientes de engranes 430
- 11-14 Selección de material para engranes con base en la tensión por el contacto 435
- 11-15 Diseño de engranes de talla recta o cilíndricos 436
- 11-16 Diseño de engranes para el sistema de coeficiente métrico o módulo métrico 443
- 11-17 Diseño de engranes asistido por computadora 446
- 11-18 Consideraciones prácticas para engranes e interfases con otros elementos o piezas 455
PROGRAMA DE COMPUTACION: DISEÑO DE ENGRANES 449

12 ENGRANES HELICOIDALES, ENGRANES CONICOS Y MECANISMOS DE TORNILLO SINFIN Y RUEDA HELICOIDAL 465

- 12-1 Objetivos de este capítulo 466
- 12-2 Geometría de engranes helicoidales y análisis de fuerzas 467

12-3	Tensiones en los dientes de engranes helicoidales	474	
12-4	Resistencia a la corrosión para dientes de engranes helicoidales	478	
12-5	Reductores de engranes helicoidales disponibles en el mercado	480	
12-6	Diseño de engranes helicoidales	482	
12-7	Geometría de engranes cónicos o biselados	483	
12-8	Fuerzas en engranes cónicos rectos	487	
12-9	Fuerzas en los cojinetes de los ejes con engranes cónicos	489	
12-10	Momentos de flexión en ejes que llevan engranes cónicos	495	
12-11	Tensiones en dientes de engranes cónicos rectos	495	
12-12	Diseño de engranes cónicos resistentes a la corrosión	499	
12-13	Tipos de mecanismos de tornillo sinfin con rueda helicoidal	502	
12-14	Geometría de tornillo sinfin y mecanismos de tornillo sinfin con rueda helicoidal	504	
12-15	Fuerzas, fricción y eficiencia en conjuntos de mecanismos de tornillo sinfin con rueda helicoidal	507	
12-16	Tensiones en los dientes de mecanismos de tornillo sinfin con rueda helicoidal	513	
12-17	Durabilidad superficial de impulsores de mecanismo de tornillo sinfin con rueda helicoidal	514	
12-18	Geometría típica de conjuntos de mecanismo de tornillo sinfin con rueda helicoidal	521	
13	IMPULSORES DE BANDA E IMPULSORES DE CADENA		529
13-1	Objetivos de este capítulo	530	
13-2	Tipos de impulsores de banda	532	
13-3	Impulsores de banda en V	534	
13-4	Diseño de impulsores de banda en V	538	
13-5	Impulsores de cadena	548	
13-6	Diseño de impulsores de cadena	552	
14	COJINETES DE SUPERFICIE PLANA		565
14-1	Objetivos de este capítulo	566	
14-2	La actividad de diseñar cojinetes	568	
14-3	Parámetro de cojinetes, $\mu n/p$	569	
14-4	Materiales para cojinetes	570	
14-5	Diseño de cojinetes lubricados en el límite	573	
14-6	Cojinetes hidrodinámicos de película completa	580	
14-7	Diseño de cojinetes de película completa lubricados en forma hidrodinámica	582	
14-8	Consideraciones prácticas para cojinetes de superficie plana	590	
14-9	Cojinetes hidrostáticos	591	
15	COJINETES DE CONTACTO GIRATORIO		598
15-1	Objetivos de este capítulo	599	
15-2	Tipos de cojinetes de contacto giratorio	601	

- 15-3 Cojinetes de empuje 606
- 15-4 Cojinetes montados 607
- 15-5 Materiales para cojinetes 608
- 15-6 Relación entre carga y vida útil 609
- 15-7 Información de los fabricantes de engranes 610
- 15-8 Vida útil del diseño 615
- 15-9 Selección de cojinetes: sólo cargas radiales 617
- 15-10 Selección de cojinetes: cargas radial y de empuje combinadas 618
- 15-11 Montaje de cojinetes 621
- 15-12 Cojinetes con rodamientos ahusados 622
- 15-13 Consideraciones prácticas en la aplicación de cojinetes 627
- 15-14 Importancia del espesor de la película de aceite en cojinetes 631
- 15-15 Proyecciones de vida útil bajo cargas variables 633

16 CONTROL DEL MOVIMIENTO: EMBRAGUES Y FRENOS 638

- 16-1 Objetivos de este capítulo 639
- 16-2 Descripciones de embragues y frenos 640
- 16-3 Tipos de embragues y frenos de fricción 642
- 16-4 Parámetros de desempeño o rendimiento 648
- 16-5 Tiempo que se necesita para acelerar una carga 650
- 16-6 Inercia de un sistema en relación con la velocidad de la flecha del embrague 653
- 16-7 Inercia efectiva para cuerpos que se mueven en forma lineal 655
- 16-8 Absorción de energía: requisitos de disipación de calor 656
- 16-9 Tiempo de respuesta 657
- 16-10 Materiales para fricción y coeficientes de fricción 660
- 16-11 Embrague o freno tipo placa 662
- 16-12 Frenos de disco con calibrador 664
- 16-13 Embrague o freno cónico 664
- 16-14 Frenos de tambor 666
- 16-15 Frenos de banda 672
- 16-16 Otros tipos de embragues y frenos 674

17 MOTORES ELECTRICOS 680

- 17-1 Objetivos de este capítulo 681
- 17-2 Factores en la selección de motores 682
- 17-3 Energía de CA e información general de motores de CA 683
- 17-4 Principios de operación de motores de inducción de CA 685
- 17-5 Rendimiento de motores de CA 688
- 17-6 Motores trifásicos de inducción por inducido de barras (de jaula de ardillas) 689
- 17-7 Motores monofásicos 692
- 17-8 Tipos de armazones o bastidores y carcasas de motores de CA 696
- 17-9 Controles para motores de CA 702
- 17-10 Energía de CD 712
- 17-11 Motores de CD 713

17-12	Control de motor de CD	717	
17-13	Otros tipos de motores	717	
18	TORNILLOS DE POTENCIA, DE CABEZA REDONDA Y AFIANZADORES		724
18-1	Objetivos de este capítulo	726	
18-2	Tornillos de potencia	727	
18-3	Tornillos de cabeza redonda	734	
18-4	Afianzadores	739	
18-5	Otros medios para afianzar	752	
19	ARMAZONES O BASTIDORES DE MAQUINAS, CONEXIONES ATORNILLADAS Y ENSAMBLES SOLDADOS		755
19-1	Objetivos de este capítulo	756	
19-2	Armazones o bastidores de máquinas y estructuras	757	
19-3	Ensamblados atornillados que se someten a carga excéntrica	762	
19-4	Ensamblados soldados	766	
20	PROYECTOS DE DISEÑO		781
20-1	Objetivos de este capítulo	782	
20-2	Proyectos de diseño	782	
	APENDICES		A-1
A-1	Propiedades de áreas	A-1	
A-2	Factores de conversión	A-3	
A-3	Propiedades de los aceros al carbón y aceros con aleaciones	A-6	
A-4	Propiedades de los aceros con tratamiento térmico	A-8	
A-5	Propiedades de los aceros carburizados	A-14	
A-6	Propiedades de los aceros inoxidables	A-15	
A-7	Propiedades de los aceros estructurales	A-16	
A-8	Propiedades de diseño del hierro fundido	A-17	
A-9	Propiedades de los metales en polvo	A-18	
A-10	Propiedades típicas del aluminio	A-19	
A-11	Propiedades de las aleaciones con titanio	A-20	
A-12	Propiedades de los bronce	A-21	
A-13	Propiedades típicas de plásticos seleccionados	A-22	
A-14	Fórmulas para deflexión de vigas	A-23	
A-15	Factores de concentración de tensión	A-28	
A-16	Propiedades de formas estructurales de acero	A-32	
A-17	Propiedades de vigas y perfiles de Estándar I de la Aluminum Association	A-42	
A-18	Propiedades de tubería estructural, cuadrada y rectangular	A-44	
A-19	Tensiones por esfuerzo de corte, de diseño, para alambre de resortes que se utiliza en resortes helicoidales de compresión y en resortes helicoidales de tensión	A-45	

A-20 Módulo de elasticidad de alambre para resortes en corte (G) y
tensión (E) A-48

A-21 Tensiones de diseño por flexión para alambre para resortes
que se utiliza en resortes helicoidales de torsión A-49

RESPUESTAS A PROBLEMAS SELECCIONADOS

A-53

INDICE

I-1