

CONTENIDO.

	Página
PROLOGO.	3.
1. Introducción.	7.
2. Principios de funcionamiento de los motores.	9.
2.1. Motor de cuatro tiempos.	9.
2.1.1. Motor de émbolo rotativo (Wankel).	10.
2.2. Motor de dos tiempos.	11.
2.3. Turbinas de gas.	13.
2.4. Partes y detalles del motor de émbolo.	14.
3. Parámetros técnicos básicos de los motores.	16.
4. Ciclos ideales y reales de los motores.	20.
4.1. Ciclo Duplex (de Sabathe o de Seiliger).	21.
4.2. Ciclo Otto.	21.
4.3. Ciclo Diesel.	23.
4.4. Ciclos reales de los motores.	26.
4.4.1. Ciclo real del motor de 4 tiempos.	26.
4.4.2. Ciclo real del motor de 2 tiempos.	27.
4.5. Ciclo de Carnot como el ciclo más eficiente térmicamente.	28.
5. Análisis de procesos que suceden en los motores	31.
5.1. Análisis de procesos en el motor de 4 tiempos.	31.
5.1.1. Proceso de admisión.	32.
5.1.2. Proceso de compresión.	33.
5.1.3. Proceso de combustión.	34.
5.1.4. Proceso de expansión.	35.
5.1.5. Proceso de escape.	36.
5.2. Análisis de procesos en motor de 2 tiempos.	36.
5.2.1. Proceso del cambio de carga.	37.
6. Balance térmico del motor.	38.
6.1. Balance térmico exterior.	39.
6.2. Balance térmico interior.	41.
7. Determinación de parámetros del trabajo del motor.	41.
7.1. Medición de presiones.	42.
7.2. Medición de potencia.	44.
7.3. Velocidad angular en RPM del motor.	46.
7.4. Momento de rotación del motor.	47.

	Página
7.5. Rendimientos del motor.	49.
7.5.1. Rendimiento térmico.	49.
7.5.2. Rendimiento indicado.	49.
7.5.3. Grado de llenado del diagrama del indicador.	50.
7.5.4. Rendimiento mecánico.	50.
7.5.5. Rendimiento efectivo.	51.
7.6. Mediciones de consumo de combustible.	52.
8. Sobrealimentación de motores.	54.
8.1. Sobrealimentación por compresor común.	54.
8.2. Sobrealimentación por turbocompresor.	58.
9. Combustibles para motores.	62.
9.1. Gasolinas.	64.
9.1.1. Poderes caloríficos de combustibles.	68.
9.2. Aceites combustibles diesel.	70.
9.2.1. Algunas especificaciones para aceite combustible.	72.
10. Combustión en motores.	74.
10.1. Combustión normal en motores ECH (Otto).	74.
10.2. Combustión de golpeteo y con encendido superficial.	76.
10.2.1. Influencia de varios elementos sobre el proceso de combustión en motores ECH (Otto).	77.
10.3. Combustión en motores EC (Diesel).	80.
10.3.1. Combustión de golpeteo en motores EC (Diesel).	82.
10.4. Influencia de varios elementos sobre el proceso de combustión en motores EC (Diesel).	82.
10.5. Constituciones de cámaras de combustión en motores Diesel.	84.
10.5.1. Cámaras de combustión con inyección directa.	85.
10.5.2. Cámaras divididas de combustión.	88.
10.5.3. Comparación de las cámaras de combustión.	92.
11. Sistema de carburación en motores ECH (Otto).	93.
11.1. Funcionamiento del carburador real.	94.
11.2. Carburación e inyección en motores ECH.	96.
11.3. Aparatos auxiliares en sistema de carburación.	98.
12. Sistema de alimentación en motores EC (Diesel).	99.
12.1. El sistema de bomba individual.	101.
12.2. El sistema de distribuidor.	104.
12.3. El sistema de conducto común.	106.
12.4. Inyectores.	109.
12.5. Sistemas de inyección para los motores Otto.	110.

	Página
13. Sistemas de encendido.	112.
13.1. Encendido con acumulador.	114.
13.2. Encendido mediante magneto.	118.
13.3. Bujías automotrices.	118.
13.4. Elementos de arranque.	119.
14. Sistema de distribución y regulación de válvulas.	122.
14.1. Cinemática del sistema de levas.	123.
14.2. Dinámica del sistema de distribución.	126.
14.3. Constituciones de elementos básicos.	128.
14.4. Regulación del sistema de distribución.	131.
15. Mecanismo de manivela.	131.
15.1. Funcionamiento cinemático.	131.
15.2. Las fuerzas dinámicas.	133.
15.3. Irregularidades de la marcha del motor.	134.
15.4. Constituciones de elementos básicos.	137.
15.4.1. Los émbolos.	138.
15.4.2. Bielas.	140.
15.4.3. Cigüeñales con manivelas.	141.
16. Refrigeración de los motores.	142.
16.1. Refrigeración indirecta.	143.
16.2. Refrigeración directa.	145.
17. Lubricación de los motores.	146.
17.1. Viscosidad de lubricantes.	148.
17.1.1. Viscosidades relativas de los aceites.	150.
17.2. Influencia de lubricación sobre el rendimiento del motor.	152.
18. Características-diagramas básicos del funcionamiento de motores.	153.
19. Motores de reacción.	156.
19.1. Principios de funcionamiento de los motores de chorro.	156.
19.2. Principios de funcionamiento de los motores cohéticos.	157.
Referencias	160.

1.-INTRODUCCION.

La gran mayoría de la máquinaria de transporte es movida por motores de combustión interna. Actualmente, la construcción de esos motores para vehículos, lanchas, aeroplanos, trenes, máquinas pesadas, excavadoras y barcos, lo mismo que para pequeñas plantas de energía, constituye una de las más grandes industrias en el mundo. Solo una pequeña parte de la máquinaria mencionada es accionada por otro tipo de motores, tales como motores eléctricos y de combustión externa (por ejemplo motores de vapor o de gas).

Lo anterior justifica la gran importancia que tiene el desarrollo de los motores de combustión interna, mismo que se manifiesta en el aumento de coeficientes de rendimiento, de la vida útil, potencias, seguridad de funcionamiento en diversas condiciones de trabajo (clima tropical, clima seco en desiertos, clima frío) etc. En este manual se da mayor importancia tanto al conocimiento de los procesos de combustión, como al funcionamiento de los motores mencionados.

Generalmente se distinguen tres tipos principales de motores de combustión interna:

1. Motores de cuatro tiempos.
2. Motores de dos tiempos.
3. Turbinas de gas.

En los motores de cuatro y dos tiempos se distingue:

1. Motores encendidos por chispa producida por bujía (conocidos como motores ECH).
2. Motores encendidos por compresión o por autoencendido del combustible (conocidos como motores EC).

Dependiendo de la posición de los cilindros en los motores, estos se clasifican en 5 tipos, como muestra la fig. 1.