

Technische Verbrennung Verbrennungsmotoren

Von Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Günter P. Merker
und Dipl.-Ing. Uwe Kessen
Universität Hannover

Mit 118 Bildern



B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig 1999

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	IX
1 Einführung	1
1.1 Energiewandlung	1
1.2 Hubkolbenmotor	3
1.3 Verbrennungsmotoren	4
1.3.1 Otto- und Dieselmotor	5
1.3.2 Kreiskolben- und Stirlingmotor	7
2 Hauptbauteile des Triebwerks	11
2.1 Kurbelwelle	11
2.2 Kolben	16
2.3 Pleuel	20
2.4 Laubuchse	21
3 Triebwerksdynamik	23
3.1 Kinematik des Kurbeltriebes	23
3.2 Massen und Kräfte am Kurbeltrieb	26
3.2.1 Massenaufteilung	26
3.2.2 Massenkräfte	27
3.2.3 Gaskraft	29
3.2.4 Überlagerung von Gas- und Massenkräften	30
3.3 Massenausgleich	31
3.3.1 Einzylinder-Massenausgleich	31
3.3.2 Mehrzylinder-Reihenmotor	32
3.3.3 Mehrzylinder V-Motoren	36
3.4 Torsionsschwingungen an der Kurbelwelle	41
3.4.1 Erregerkräfte	41
3.4.2 Einmassenschwinger ohne Dämpfung	45
3.4.3 Drei-Massen-Schwinger ohne Dämpfung	47
3.4.4 Mehrmassenschwinger mit Dämpfung	48
3.4.5 Strukturmechanische Kurbelwellen-Simulation	50
3.4.6 Kritische Drehzahlen	52

4	Kenngrößen, Kennwerte und Kennfeld	55
4.1	Kenngrößen	55
4.1.1	Leistung und Mitteldruck	55
4.1.2	Wirkungsgrad und spezifischer Brennstoffverbrauch	56
4.1.3	Luftaufwand und Liefergrad	58
4.1.4	Geometrische Größen	59
4.2	Ähnlichkeit und Kennwerte	60
4.3	Motorkennfeld	63
5	Motoren-Thermodynamik	66
5.1	Geschlossene Kreisprozesse	66
5.1.1	Carnot Prozeß	66
5.1.2	Gleichraumprozeß	70
5.1.3	Gleichdruckprozeß	71
5.1.4	Seiligerprozeß	73
5.1.5	Vergleich der Kreisprozesse	74
5.2	Offene Vergleichsprozesse	75
5.2.1	Prozeß des vollkommenen Motors	75
5.2.2	Energiefreisetzung durch die Verbrennung	77
5.3	Realer Motorprozeß	80
5.3.1	Abweichung vom Idealprozeß	80
5.3.2	VIBE-Ersatzbrennverlauf	82
5.3.3	Wärmeübergangsmodell	85
5.3.4	Experimentelle Ermittlung des örtlich gemittelten Wärmeübergangskoeffizienten	87
6	Ladungswechsel	90
6.1	Allgemeines	90
6.2	4-Takt-Verfahren	92
6.3	2-Takt-Verfahren	97
6.3.1	Steuerschlitze	97
6.3.2	Spülvorgang	99
6.3.3	Spülverfahren	101

7 Aufladung	104
7.1 Einführung	104
7.1.1 Zweck der Aufladung	104
7.1.2 Aufladeverfahren	105
7.2 Mechanische Aufladung	108
7.3 Abgasturboaufladung	109
7.3.1 Einstufige Stauaufladung	110
7.3.2 Zweistufige Stauaufladung	118
7.3.3 Stoßaufladung	120
8 Geschichte	123
8.1 Überblick	123
8.2 Vorläufer	125
8.3 Der Weg zum modernen Verbrennungsmotor	126
8.4 Das Ende vom Anfang	127
9 Gasturbine	130
9.1 Thermodynamische Grundlagen	130
9.1.1 Der einfache Joule-Prozeß	130
9.1.2 Der regenerative Joule-Prozeß	133
9.1.3 Vergleich Hubkolbenmotor und Gasturbine	137
9.2 Konstruktive Gestaltung	137
9.2.1 Funktionsschema	137
9.2.2 Strahl-Triebwerke	139
9.2.3 Wellenleistungs-Triebwerke	140
A Ausgeführte Motoren	142
Literatur	148
Index	150