

GRUNDZÜGE
DES KOLBENMASCHINENBAUES
TEIL I VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN

VON

O. PROF. DR.-ING. KLAUS GROTH
LEHRSTUHL UND INSTITUT FÜR KOLBENMASCHINEN
TECHNISCHE UNIVERSITÄT HANNOVER

UNTER MITWIRKUNG UND MIT EINER AUFGABENSAMMLUNG VON
DIPL.-ING. GERHART RINNE
WISS. ASSISTENT AM INSTITUT FÜR KOLBENMASCHINEN, T. U. HANNOVER



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM/WIEN/ZÜRICH
HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

I n h a l t

1. Einleitung
- 1.1. Einteilung der Kolbenmaschinen
 - 1.1.1. Kolbenkraftmaschinen
 - 1.1.2. Kolbenarbeitsmaschinen
- 1.2. Geschichte der Triebwerke
- 1.3. Kolbentriebwerke
 - 1.3.1. Oszillierende zylindrische Kolben
 - 1.3.1.1. Kurbeltriebwerke
 - 1.3.1.2. Taumelscheibe
 - 1.3.2. Rotationskolben
- 1.4. Maschinentechnische Einteilung der Wärmekraftmaschinen, Einordnung der Verbrennungskraftmaschinen
- 1.5. Thermodynamische Vergleichsprozesse, Einordnung der Verbrennungskraftmaschinen
2. Otto- und Diesel-, Stirlingmotor
 - 2.1. Ottomotor
 - 2.2. Dieselmotor
 - 2.3. Stirling-Heißgasmotor
 - 2.4. Geschichte der Verbrennungsmotoren
 - 2.4.1. Ottomotor
 - 2.4.2. Dieselmotor
 - 2.4.3. Philips-Stirling-Motor
3. Einfache Vergleichsprozesse, Prozesse der vollkommenen Maschine
 - 3.1. Gleichraumprozeß
 - 3.2. Gemischter Prozeß
 - 3.3. Stirlingprozeß
 - 3.4. Wirkungsgrade der vollkommenen Maschine

3.4.1. Gleichraum

3.4.2. Seiliger

3.4.3. Stirling

4. Wirkliche prinzipielle offene Prozesse

4.1. Viertakt-Zweitakt

4.1.1. Viertaktverfahren

4.1.2. Zweitaktverfahren

4.2. Vergleichs-p,V-Diagramm und Kurbeltrieb

4.3. Wirkliches p,V-Diagramm und Mitteldruck

4.4. Mitteldruck, Leistung, mittlere Kolbengeschwindigkeit

5. Wirkungsgrade und spezifischer Kraftstoffverbrauch

5.1. Wirkungsgrade

5.2. Spezifischer Kraftstoffverbrauch

5.3. Erfahrungswerte für Wirkungsgrade und Drücke
und mittlere Kolbengeschwindigkeit c

6. Darstellung von p_e , H_e , b_e in Diagrammen (Kennfelder)

7. Liefergrad $[\lambda]_L$

8. Polytropenexponenten

9. Verbrennung

9.1. Heizgesetz

9.2. Unvollständige Verbrennung

9.3. Typische Abgaszusammensetzung

10. Kraftstoffe

10.1. Übersicht über gasförmige und flüssige Kraftstoffe

10.1.1. Die wichtigsten gasförmigen Kraftstoffe

10.1.2. Die wichtigsten flüssigen Kraftstoffe

10.2. Verwendung der Kraftstoffe für innere und äußere
Verbrennung

- 10.2.1. Gasförmige Kraftstoffe
- 10.2.2. Flüssige Kraftstoffe
- 10.2.3. Feste Kraftstoffe
- 10,3. Eigenschaften der Kraftstoffe
- 10.3.1. Erste Kriterien für die Beurteilung
- 10.3.2. Klopfneigung des Otto-Kraftstoffes, Oktanzahl
 - 10.3.2.1. Klopfende Verbrennung
 - 10.3.2.2. Oktanzahl OZ
- 10.3.3. Zündwilligkeit des Kraftstoffes, Getanzahl, "Nageln"
 - 10.3.3.1. Zündvorgang dm Dieselmotor
 - 10.3.3.2. Biesel-"Nageln"
 - 10.3.3.3. Cetanzahl
- 11. Zündanlage
- 12. Schmierung und Schmierstoffe
 - 12.1. Schmierfette
 - 12.2. Schmieröle
 - 12.3. Fettöle
 - 12.4. Synthetische Oele
- 13. Steuerung des Saswechsels
 - 13.1. Ventilsteuerung
 - 13.2. Gaswechsel bei Zweitakt-Motoren
 - 13.2.1. P,v-Diagramm des Zweitakt-Motors
 - 13.2.2. Kurbelkammerdiagramm
 - 13.2.3. Zeitquerschnitt, Winkelquerschnitt, spez.Zeitquerschnitt
 - 13.2.4. Symmetrische und unsymmetrische Steuerdiagramme
 - 13.2.5. Spülsysteme
 - 13.2.6. Spülkennwerte des Zweitakt-Motors
 - 13.2.7. Grenzwert n . D
 - 13.2.8. Abstimmung der Ansaugverhältnisse bei Kurbelkammerspülung

14. Überblick über die Aufladung von Motoren

14.1. Zweck

14.2. Ausführungsmöglichkeiten

14.2.1. Mech. angetriebene Lader

14.2.2. Abgasturbolader

14.3.3. Sonstige Verfahren

14.3. Gegenwärtiger Entwicklungsstand der Aufladung

14.4. Sonderprobleme bei der Aufladung der Zweitakt-Motoren

15. Kinematik des Kurbeltriebes

16. Ausgleich der Massenkräfte

16.1. Ausgleich rotierender Massen

16.2. Ausgleich der oszillierenden Massen

16.2.1. Erhaltung des Schwerpunktes

16.2.2. Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung des Kolbens

16.2.3. Massenkräfte der oszillierenden Massen

16.2.4. Einfachster Ausgleich der Massenkräfte I. Ordnung P-

16.2.5. Vollständiger Ausgleich der Massenkräfte Pj. und PJJ

16.2.6. Massenkräfte am Pleuelzapfen

17. Kinematik des Rotationskolbenmotors

17.1. Epitrochoide

17.2. Hubvolumen des Kreiskolbenmotors

17.3. Verdichtungsverhältnis c des KKM 2:3

17.4. Geschwindigkeit der Diehtleisten

17.5. Drehzahl von Exzenter und Kolben, Schwenkwinkel

17.6. Kennzahlen

17.7. Trochoidenform, Baugröße und Verdichtungsverhältnis

17.8. Kinematische Probleme des Wankel-Diesel-Motors

17.9. Gegenüberstellung der Kennwerte von Hubkolbenmotor und
Kreiskolbenmotor 2:3

18. Gemischbildungsverfahren

18.1. Übersicht über Verfahren und Einrichtungen

18.2. Äußere Gemischbildung

18.2.1. Mischeinrichtungen für Gasmotoren

18.2.2. Vergaser

18.2.3. Saugrohreinspritzung

18.3. Innere Gemischbildung

18.3.1. Kraftstoffeinspritzung bei Ottomotoren

18.3.2. Kraftstoffeinspritzung bei Dieselmotoren

18.4. Einspritzeinrichtungen

18.4.1. Einspritzdüsen

18.4.2. Einspritzpumpen

19. Bauformen, Zylinderanordnung

20. Literaturhinweise

21. Bildanhang

22. Übungsaufgaben