

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΤΩΝ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ
ΚΑΥΣΗΣ**

Π. ΚΟΥΤΜΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν σύγγραμμα ‘Πανεπιστημιακών Παραδόσεων’ του Πανεπιστημίου Πατρών απευθύνεται στους φοιτητές του Τομέα Ενέργειας του τμήματος Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών αλλά και σε οποιονδήποτε ενδιαφέρεται να γνωρίσει τις βασικές αρχές της λειτουργίας των εμβολοφόρων μηχανών εσωτερικής καύσης. Ο πλήρης σχεδιασμός, εγκατάσταση, λειτουργία και συντήρηση ενός πολύπλοκου συστήματος όπως η εμβολοφόρος μηχανή εσωτερικής καύσης απαιτεί σύνθεση γνώσεων από ένα ευρύ φάσμα πεδίων όπως π.χ. ρευστοθερμοδυναμική, χημεία, στοιχεία μηχανών, συστήματα ελέγχου, στοχαστικές μεθόδους, αντοχή υλικών κλπ. Το παρόν σύγγραμμα ‘Πανεπιστημιακών Παραδόσεων’ περιορίζεται κυρίως στον αεροθερμοδυναμικό σχεδιασμό του συστήματος που αποτελεί και ένα από τα πλέον κρίσιμα τμήματα της σχεδιαστικής διαδικασίας. Θέματα που άπτονται της κατασκευής και λειτουργίας των διαφόρων τμημάτων και μηχανισμών έχουν παραληφθεί ή έχουν συμπεριληφθεί ως επί το πλείστον περιληπτικά. Στην παρούσα μορφή του αλλά και μέσω της συνεχούς εξέλιξης και συμπλήρωσης του σύμφωνα με τις τεχνολογικές προόδους το παρόν σύγγραμμα ‘Πανεπιστημιακών Παραδόσεων’ μπορεί να αποτελέσει κατάλληλη αναφορά και για μεταπτυχιακό κύκλο σπουδών.

Τέλος κάθε υπόδειξη θα είναι ευπρόσδεκτη για την περαιτέρω βελτίωση του παρόντος συγγράμματος.

Ο συγγραφέας

28 Ιανουαρίου 2007

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **FERGUSON, C.R.** "*INTERNAL COMBUSTION ENGINES*" PURDUE UN., JOHN WILEY AND SONS, NEW YORK, 1986 (Επίσης: **FERGUSON, C.R. AND KIRKPATRICK, A.T.** "*INTERNAL COMBUSTION ENGINES*" 2ND EDITION, JOHN WILEY AND SONS, INC, 2001)
2. **OBERT, E.F.** "*INTERNAL COMBUSTION ENGINES AND AIR POLLUTION*" INTEX EDUCATIONAL PUBL., NEW YORK, 1973
3. **STONE, R.** "*INTRODUCTION TO INTERNAL COMBUSTION ENGINES*" MACMILLAN PUBL. LTD, LONDON, 1985
4. **TAYLOR, C.F.** "*THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE IN THEORY AND PRACTICE*" VOL I, II, M.I.T. PRESS, CAMBRIDGE MASS., 1968, 1977
5. **KHOVAK, M.** "*MOTOR VEHICLE ENGINES*", MIR PUBLISHERS MOSCOW, 1976
6. **NEWHALL, H.K. AND STARKMAN, E.S.** "*THERMODYNAMIC PROPERTIES OF OCTANE AND AIR FOR ENGINE PERFORMANCE CALCULATION*" SAE TECHNICAL PROGRESS SERIES, VOL. 7, 1964
7. **VARGAFTIK, N.B.** "*TABLES ON THE THERMO PHYSICAL PROPERTIES OF LIQUIDS AND GASES*" WILEY, NEW YORK, 1975
8. **CAMPBELL, A.S.** "*THERMODYNAMIC ANALYSIS OF COMBUSTION ENGINES*" WILEY, NEW YORK, 1979
9. **ANNAND, W.J.D. AND G.E. ROE** "*GAS FLOW IN THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE*", G.T.FOULIS, SOMERSET, ENGLAND, 1974
10. **LICHTY, L.C.** "*COMBUSTION ENGINE PROCESSES*" Mc GRAW HILL, NEW YORK, 1967
11. **ROGOWSKI, A.R.** "*ELEMENTS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES*" MCGRAW-HILL, NEW YORK, 1953
12. **TRANSACTIONS OF THE SOCIETY OF AUTOMOTIVE (SAE),** ΚΥΡΙΑ ΠΗΓΗ, ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ (1982-1995-2008)
13. **JUDGE, A.W.** "*AUTOMOBILE ENGINES: IN THEORY, DESIGN, CONSTRUCTION, OPERATION AND TESTING, MOTOR MANUALS VOLUME I*", ROBERT BENTLEY, CAMBRIDGE, MA., 1972
14. **SPRINGER, G.S. AND D.S. PATTERSON (EDS)** "*ENGINE EMISSIONS: POLLUTANT FORMATION AND MEASUREMENT*" PLENUM, NEW YORK, 1973
15. **ΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, Κ.** 'ΑΡΧΕΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ ΜΕΚ', ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΕΜΠ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΦΟΥΝΤΑΣ, 1988
16. **ΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ, Κ. ΚΑΙ ΧΟΥΝΤΑΛΑΣ, Δ.** 'ΚΑΥΣΗ-ΡΥΠΑΝΣΗ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ ΜΕΚ' ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ ΕΜΠ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΦΟΥΝΤΑΣ, 1998.

17. **ΚΟΥΤΜΟΣ, Π. (1991)** "ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΘΕΩΡΙΑ ΚΑΥΣΗΣ"
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ Δ' ΕΤΟΥΣ, ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
18. **ΚΟΥΤΜΟΣ, Π. (1991)** "ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ" ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ Ε' ΕΤΟΥΣ, ΤΜΗΜΑ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
19. **ΚΟΥΤΜΟΣ, Π. (1991)** "ΘΕΩΡΙΑ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ" ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ
Ε' ΕΤΟΥΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΜΗΧΑΝΩΝ-ΓΕΝΙΚΑ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
 - 1.1 Τετράχρονοι μηχανές με έναυση δια σπινθηριστού (SI)
 - 1.2 Τετράχρονοι μηχανές με έναυση δια συμπίεσης (CI)
 - 1.3 Δίχρονοι μηχανές
 - 1.4 Μηχανές με υπερπλήρωση και στροβιλοπλήρωση
 - 1.5 Μεταβολή του όγκου του κυλίνδρου με την γωνία του στροφάλου

2. ΙΔΑΝΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ ΑΕΡΑ
 - 2.1 Ισόογκη πρόσδοση θερμότητας (κύκλος Otto)
 - 2.2 Ισοβαρής πρόσδοση θερμότητας (κύκλος Diesel)
 - 2.3 Μικτός κύκλος
 - 2.4 Ποιοτική ανάλυση των κύκλων
 - 2.5 Ισοδύναμοι η συγκρίσιμοι κύκλοι αέρα
 - 2.6 Χρονικά μεταβαλλόμενη (πεπερασμένου χρόνου) πρόσδοση θερμότητας
 - 2.7 Χρονικά μεταβαλλόμενη απώλεια θερμότητας
 - 2.8 Χρονικά μεταβαλλόμενη απώλεια (διαρροή) μίγματος μέσω των ελατηρίων του εμβόλου
 - 2.9 Τετράχρονη διεργασία με εισαγωγή και εξαγωγή
 - 2.10 Ανάλυση των κύκλων με αδιάστατες ποσότητες

3. ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ
 - 3.1 Ενέργειες αντίδρασης και σχηματισμού
 - 3.1α Ενθαλπία σχηματισμού
 - 3.1β Ενθαλπία αντίδρασης
 - 3.1γ Θερμογόνος δύναμη καυσίμου
 - 3.2 Η θερμοκρασία της φλόγας
 - 3.3 Στοιχειομετρία και σύνθεση καυσαερίων
 - 3.4 Υγρά και μίγμα αερίου-ατμών-υγρού
 - 3.5 Χημική κινητική και χημική ισορροπία
 - 3.6 Ο ρυθμός της χημικής αντίδρασης
 - 3.7 Βασικοί τύποι χημικών αντιδράσεων
 - 3.7α Διμοριακές κρούσεις
 - 3.7β Αργής διάσπασης
 - 3.7γ Τριμοριακές κρούσεις
 - 3.8 Ταυτόχρονοι και αλυσιδωτές αντιδράσεις

4. ΚΥΚΛΟΙ ΑΕΡΑ-ΚΑΥΣΙΜΟΥ
 - 4.1 Γενικά σχόλια
 - 4.2 Θερμοδυναμικές ποσότητες

- 4.3 Χημική-Αισθητή ενθαλπία μίγματος
- 4.4 Παραδείγματα και υπολογισμοί διεργασιών και κύκλων
- 4.5 Παράδειγμα υπολογισμού κύκλου καυσίμου-αέρα ΟΤΤΟ

- 5. ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΙ ΚΥΚΛΟΙ
 - 5.1 Πραγματικοί κύκλοι μηχανής (SI)
 - 5.2 Πραγματικοί κύκλοι μηχανής (CI)

- 6. ΤΡΙΒΕΣ

Ισολογισμός έργων στον κινητήρα και απώλειες λόγω τριβών

- 7. ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΡΟΩΝ ΑΕΡΑ, ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΗ
 - 7.1 Θερμοδυναμική ανάλυση των χρόνων εισαγωγής και εξαγωγής
 - 7.2 Ροή μέσω των βαλβίδων
 - 7.3 Δίχρονες μηχανές
 - 7.4 Εξαεριωτές (carburetors)
 - 7.5 Έγχυση καυσίμου

- 8. ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
 - 8.1 Μετάδοση με επαφή
 - 8.2 Μετάδοση με μεταβίβαση και ακτινοβολία

- 9. Η ΔΙΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ, ΟΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ
 - 9.1 Καύση
 - 9.2 Θερμοδυναμική ανάλυση-προοδευτική καύση
 - 9.3 Αυτανάφλεξη και κρουστική καύση
 - 9.4 Εκπομπές ρύπων, ανάλυση καυσαερίων
 - 9.5 Έλεγχος εκπομπής ρύπων
 - 9.6 Καύσιμα
 - 9.7 Εναλλακτικά καύσιμα

- 10. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
 - 10.1 Ισχύς και μέγεθος κινητήρα
 - 10.2 Λόγος συμπίεσης, στροφές μηχανής και κατανάλωση
 - 10.3 Επίδραση θερμοκρασίας και πίεσης περιβάλλοντος
 - 10.4 Επίδραση του χρονισμού απελευθέρωσης θερμότητας (προπορεία σπινθήρα)
 - 10.5 Διαγράμματα λειτουργίας του κινητήρα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Μονάδες και παράγοντες μετατροπής
στο σύστημα SI

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Βασικές σχέσεις μη αντιδρώντων
μιγμάτων και παράγωγοι θερμοδυναμικής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: Στοιχεία υπολογισμού θερμοχημείας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4: Σύθεση καυσαερίων σε χημική
ισορροπία