

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στην Εναλλαγή Αερίων

Δημήτριος Θ. Χουντάλας
Καθηγητής ΕΜΠ
(dx1961@central.ntua.gr)

Γεώργιος Μαυρόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής ΜΕΚ ΑΣΠΑΙΤΕ
Επιστημονικός Συνεργάτης
Εργαστήριο ΜΕΚ ΕΜΠ
(mavrop1@central.ntua.gr)

Εισαγωγή στην Εναλλαγή Αερίων

- Ροή αερίων σε ΜΕΚ
 - Εναλλαγή αερίων μέσω βαλβίδων- θυρίδων εισαγωγής- εξαγωγής με σκοπό:
 - Απομάκρυνση προϊόντων καύσης και πλήρωση του κυλίνδρου με φρέσκια γόμωση για την εκτέλεση του επόμενου κύκλου.
 - Παγίδευση όσο δυνατόν περισσότερης μάζας φρέσκιας γόμωσης εντός του κυλίνδρου → μεγιστοποίηση παραγομένης ισχύος.
 - Σε κιν. Otto: Καλή ανάμιξη ατμών αέρα- καυσίμου (ομοιομορφίας μείγματος και κατανομή σε κυλινδρους)
 - Κίνηση γόμωσης εντός του κυλίνδρου:
 - Δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για αποδοτική καύση
 - Ελαχιστοποίηση σχηματισμού ρύπων (τύρβη- ανάμιξη)

Εισαγωγή στην Εναλλαγή Αερίων

- Χαρακτηριστικά μεγεθη εναλλαγής αερίων, τα οποία ποσοτικοποιουν την αποτελεσματικότητα της εναλλαγης αεριων:
 - Ογκομετρικός β.α. (Βαθμός πλήρωσης)
 - Βαθμός παγίδευσης
 - Βαθμός σάρωσης (για 2-Χ)
- Εξαρτώνται από
 - Γεωμετρια- Χρονισμό βαλβίδων/ θυρίδων εισαγωγης/ εξαγωγης.
 - Γεωμετρια οχετων εισαγωγης- εξαγωγης
 - Λειτουργικά χαρακτηριστικά κινητηρα (φορτιο στροφες κ.α)

Εισαγωγή στην Εναλλαγή Αερίων

- Απαιτούμενες γνώσεις από τη βασική θεωρία ΜΕΚ:
 - Χρονική διάρκεια κύκλου λειτουργίας:

$$t_{\text{κυλ}} = \frac{180 \cdot K}{6n}$$

n σε rpm και K=2 για 2-X ή K=4 για 4-X κινητήρα.

Παράδειγμα:

Στις 1200 rpm, ένας κύκλος λειτουργίας 4-X κινητήρα διαρκεί 100 msec ενώ του 2-X διαρκεί 50 msec.

Εισαγωγή στην Εναλλαγή Αερίων

- Απαιτούμενες γνώσεις από τη βασική θεωρία ΜΕΚ:

- Όγκος αερίου εντός κυλινδρού $V = V_x + V_c + V_b$

- V_b = ογκος κοιλοτητας (bowl-in-piston)

- Επιζημιος ογκος (ϵ =βαθμός συμπίεσης, $V_h = (\pi D^2/4)s$ =Όγκος εμβολισμού)

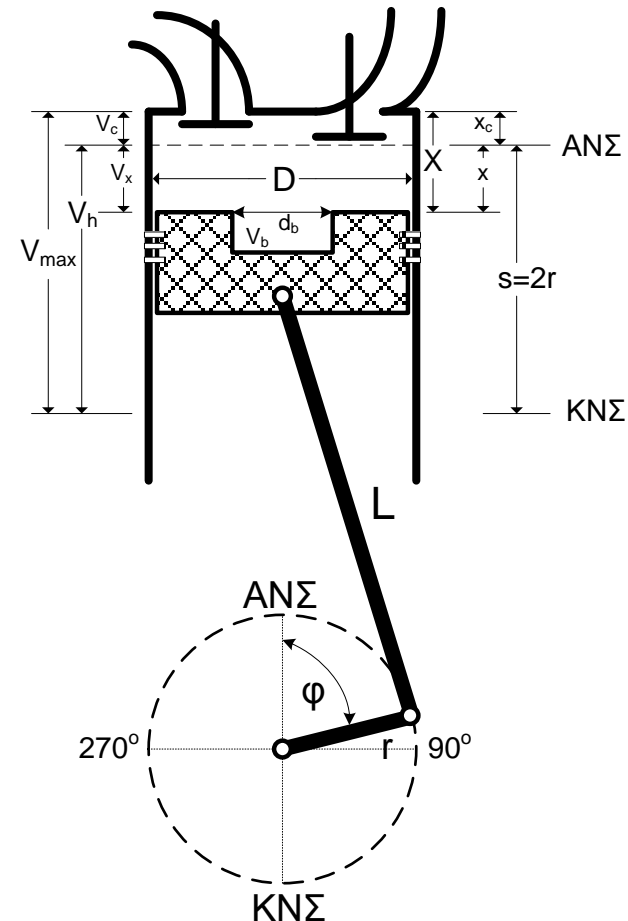
$$V_c = [V_h / (\epsilon - 1)] - V_b$$

- Για κυλινδρικό bowl: $V_b = (\pi d_b^2/4)h_b$

- Τελικά: $V_x = \frac{\pi D^2}{4} X$, $V_c = \frac{\pi D^2}{4} x_c \Rightarrow$

$$V = V_x + V_c + V_b = \frac{\pi D^2}{4} (X + x_c) + V_b = \frac{\pi D^2}{4} X + V_b$$

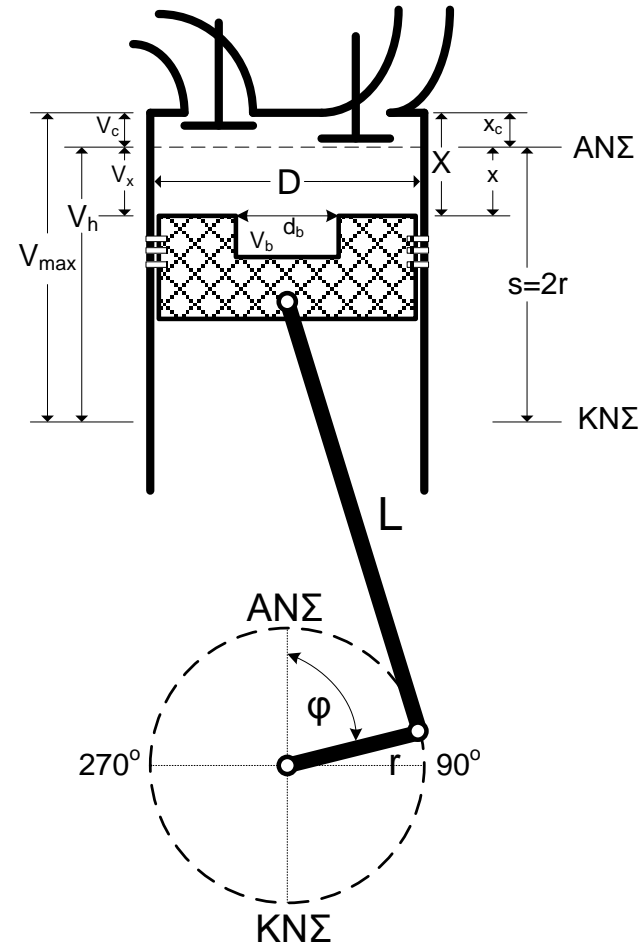
- Μεγιστος ογκος: $V_{max} = V_c + V_h + V_b = \frac{\pi D^2}{4} (x_c + s) + V_b$



Εισαγωγή στην Εναλλαγή Αερίων

- Βασικός κινηματικός μηχανισμός εμβόλου- διωστήρα- στροφαλού:
 - Αποσταση ακμής εμβόλου από ΑΝΣ $x = x(\varphi) = r(1 - \cos \varphi) + L \left(1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi} \right)$

- $r = s/2 =$ ακτίνα στροφαλού
- $\varphi =$ γωνία στροφάλου
- $L =$ μήκος διωστήρα
- $\lambda = r/L$



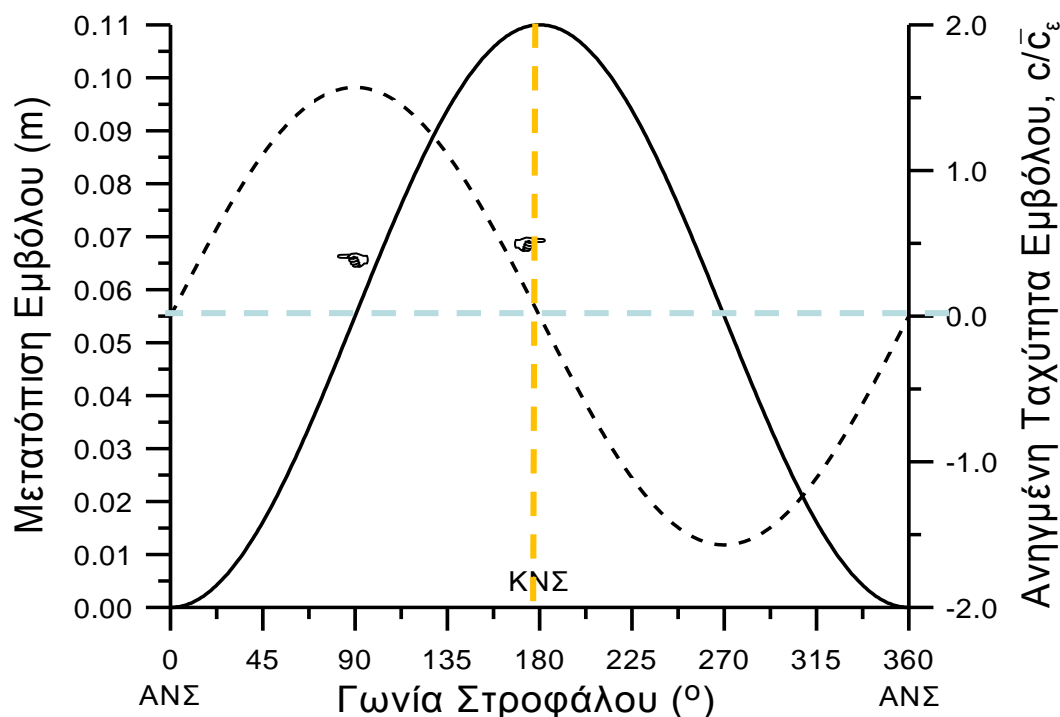
Εισαγωγή στην Εναλλαγή Αερίων

- Ταχύτητα και επιτάχυνση εμβόλου:
 - Πρώτη και δεύτερη παραγωγος εξίσωσης μετατόπισης εμβόλου αντιστοιχα

- Ταχύτητα εμβόλου:
$$c(\varphi) = \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = \omega r \sin\varphi \left(1 + \frac{\lambda \cos\varphi}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\varphi}} \right)$$

- Επιτάχυνση εμβόλου:
$$b(\varphi) = \frac{dc}{dt} = \frac{dc}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = \omega^2 r \left[\cos\varphi + \lambda \frac{\lambda(\cos 2\varphi + \lambda^2 \sin^4\varphi)}{(1 - \lambda^2 \sin^2\varphi)^{3/2}} \right]$$

- Γραφημα μετατόπισης/ ανηγμενης ταχύτητας εμβόλου $c(\varphi)/\bar{c}_\varepsilon$



$$\bar{c}_\varepsilon = s n / 30$$

Εισαγωγή στην Εναλλαγή Αερίων

- Ορολογία εναλλαγής αερίων:
 - *Αναρρόφηση:* Διαδικασία εισαγωγής γόμωσης στον κύλινδρο, λαμβανει χωρα από ανοιγμα μεχρι το κλεισιμο της βαλβίδας ή θυρίδας εισαγωγής (ΑΣ-ΚΣ)
 - *Νεα γόμωση:* Αέρια που εισαγονται στον κυλινδρο κατα την εισαγωγή (αερας με ατμους καυσίμου σε Otto, αέρας σε Diesel η Otto αμεσου εγχύσεως)
 - *Κατάλοιπο (παραμένον) καυσαέριο:* Ποσότητα καυσαερίου του προηγούμενου κύκλου που παραμένει εγκλωβισμένο εντός του κυλίνδρου και στον επόμενο
 - *Γόμωση*=περιεχόμενο του κυλίνδρου=νέα γόμωση + κατάλοιπο καυσαέριο