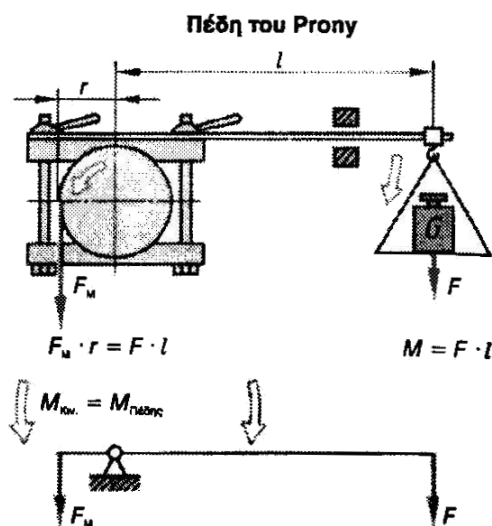


Άσκηση 4

Η πραγματική ισχύς μιας μηχανής εσωτερικής καύσεως βρέθηκε με χρησιμοποίηση πέδης PRONY ίση με $P_E = 100 \text{ PS}$. Οι στροφές λειτουργίας της μηχανής είναι 200 κάθε πρώτο λεπτό και το μήκος του μοχλοβραχίονα στην άκρη του οποίου προστέθηκε το βάρος ίσο με $L = 3 \text{ m}$. Να υπολογιστεί το βάρος που προστέθηκε.

Η ισχύς που μετράται στην έξοδο της στροφαλοφόρου ατράκτου (δηλαδή η πραγματική ισχύς) αναφέρεται συχνά και σαν ισχύς πέδης (brake power). Η ονοματολογία των όρων αυτών έχει ιστορικές ρίζες στις πρώτες πειραματικές διατάξεις που επινοήθηκαν για να μετρήσουν την ισχύ των μηχανών. Τα πρώτα δυναμόμετρα δεν ήταν παρά διατάξεις πέδης (δηλαδή φρένων με σιαγώνες και πέδιλα τριβής) που δρούσαν περιμετρικά σε δίσκο προσαρμοσμένο στην στροφαλοφόρο άτρακτο της μηχανής. Παρόλο που τα δυναμόμετρα έχουν εξελιχθεί κατά την διάρκεια των χρόνων η βασική αρχή λειτουργίας τους παραμένει ουσιαστικά η ίδια (όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα). Η διάταξη αυτή επιτρέπει να επιβάλλουμε μεταβλητή αντίσταση στην περιστροφή της μηχανής και κατά συνέπεια να αλλάζουμε το φορτίο της (και αυτό κάτω από ελεγχόμενες πειραματικές συνθήκες). Με το ρυθμιστή φορτίου της μηχανής αλλάζουμε δηλαδή τη στρεπτική δύναμη που αναπτύσσει η μηχανή ώστε να ανταποκριθεί στην αντίσταση που επιβάλλουμε από την πέδη. Αν το κέλυφος του δυναμόμετρου είναι αναρτημένο πάνω σε έδρανα εξαιρετικά χαμηλής τριβής κύλισης, τότε με πολύ καλή προσέγγιση η ροπή που αναπτύσσεται από τη μηχανή είναι ίση με το γινόμενο της δύναμης που χρειάζεται να επιβάλλουμε και της απόστασης του σημείου που εφαρμόζεται από το κέντρο περιστροφής της πέδης.



Η ισχύς της μηχανής δίδεται από το γινόμενο της ροπής της επί την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής.

Καθώς η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής δίνεται από τη σχέση, $\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60}$ έχουμε

$$\left. \begin{array}{l} P_E = M \cdot \omega \\ M = F \cdot l \end{array} \right\} \Rightarrow P_E = F \cdot l \cdot \omega \Rightarrow F = \frac{P_E}{l \cdot \omega} \Rightarrow$$

$$F = \frac{100 \langle PS \rangle \cdot 75 \left\langle \frac{rpm}{\frac{s}{PS}} \right\rangle}{3 \langle m \rangle \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 200 \left\langle \frac{1}{s} \right\rangle}{60}} = \frac{100 \cdot 75 \cdot 60}{3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 200} \langle kp \rangle = 119,36 \langle kp \rangle$$

πρέπει δηλαδή να τοποθετήσουμε μια μάζα 119,36 kg

Άσκηση 6

Να υπολογιστεί η πραγματική απόδοση μιας μηχανής diesel και η απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου για 8ωρη συνεχή λειτουργία, όταν η πραγματική ισχύς του κινητήρα είναι $P_E = 1.800 PS$, η κατανάλωση καυσίμου για κάθε ωριαίο ίππο 180 γραμμάρια, η δε κατώτερη θερμογόνο δύναμη για 1 γραμμάριο καυσίμου είναι 11.000 cal.

Ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της μηχανής δίνεται από το λόγο $\eta_E = \frac{P_E}{\dot{m}_f \cdot Q_{LHV}}$, της πραγματικής

ισχύος προς τη θερμική ενέργεια που αποδίδεται από το καύσιμο κατά τη καύση του, \dot{m}_f είναι η κατανάλωση καυσίμου της μηχανής και Q_{LHV} η κατώτερη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου. Η ίδια σχέση με τη βοήθεια της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου γράφεται ,

$$\eta_E = \frac{P_E}{\dot{m}_f \cdot Q_{LHV}} = \frac{1}{\frac{\dot{m}_f}{P_E} \cdot Q_{LHV}} = \frac{1}{SFC \cdot Q_{LHV}}, \text{ όπου } SFC \text{ είναι η ειδική κατανάλωση καυσίμου, η}$$

κατανάλωση καυσίμου δηλαδή ανηγμένη στη μονάδα ισχύος. Από τα δεδομένα μπορούμε να υπολογίσουμε την ειδική κατανάλωση καυσίμου όπως φαίνεται παρακάτω

$$SFC = \frac{\dot{m}_f}{P_E} = \frac{180 \langle g \rangle}{1 \langle PS \rangle \cdot 1 \langle h \rangle} = 180 \left\langle \frac{g}{PSh} \right\rangle \quad \eta \quad \frac{180 \langle g \rangle}{1 \langle PS \rangle \cdot 0,735 \left\langle \frac{kW}{PS} \right\rangle \cdot 1 \langle h \rangle} = 244,90 \left\langle \frac{g}{kWh} \right\rangle$$

και κατά συνέπεια η κατανάλωση καυσίμου της μηχανής θα είναι

$$\dot{m}_f = SFC \cdot P_E = 180 \left\langle \frac{g}{PSh} \right\rangle \cdot 1800 \langle PS \rangle = 324.000 \left\langle \frac{g}{h} \right\rangle = 324 \left\langle \frac{kg}{h} \right\rangle$$

Ο πραγματικός βαθμός απόδοσης είναι ίσος με

$$\begin{aligned} \eta_E &= \frac{1}{SFC \cdot Q_{LHV}} = \frac{1}{180 \left\langle \frac{g}{PSh} \right\rangle \cdot 11000 \left\langle \frac{cal}{g} \right\rangle} = \frac{1}{180 \left\langle \frac{g}{PSh} \right\rangle \cdot 11000 \left\langle \frac{kcal}{kg} \right\rangle} = \\ &= \frac{1}{180 \cdot 11000} \frac{\langle PSh \rangle \cdot \langle kg \rangle}{\langle g \rangle \cdot \langle kcal \rangle} = \frac{1}{180 \cdot 11000} \frac{1 \langle PS \rangle \cdot 75 \left\langle \frac{kpm}{PS} \right\rangle \cdot 1 \langle h \rangle \cdot 3600 \left\langle \frac{s}{h} \right\rangle \cdot 1 \langle kg \rangle}{1 \langle g \rangle \cdot 10^{-3} \left\langle \frac{kg}{g} \right\rangle \cdot 1 \langle kcal \rangle \cdot 427 \left\langle \frac{kpm}{Kcal} \right\rangle} = \\ &= \frac{75 \cdot 3600 \cdot 1000}{180 \cdot 11000 \cdot 427} = 0,3193 \quad \eta \quad 31,93\% \end{aligned}$$

Για λειτουργία 8 ωρών η κατανάλωση καυσίμου είναι ίση με

$$M_f(8h) = \dot{m}_f \cdot 8 \langle h \rangle = 324 \left\langle \frac{kg}{h} \right\rangle \cdot 8 \langle h \rangle = 2.592 \langle kg \rangle$$

Άσκηση 7

Βενζινοκινητήρας έχει ενδεικνύμενο βαθμό απόδοσης $\eta_i = 0,35$, και μηχανικό βαθμό απόδοσης $\eta_m = 0,90$. Αν η καύση 162 γραμμαρίων βενζίνας αποδίδει έργο ένα ωριαίο ίππο, να υπολογιστούν: α). ο ολικός βαθμός απόδοσης, και β). ποια ποσότητα βενζίνας πρέπει να καταναλωθεί για να αποδώσει ο κινητήρας έργο 8 ωριαίων ίππων.

Ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της μηχανής δίνεται από το λόγο $\eta_E = \frac{P_E}{\dot{m}_f \cdot Q_{LHV}}$, της πραγματικής

ισχύος προς τη θερμική ενέργεια που αποδίδεται από το καύσιμο κατά τη καύση του, \dot{m}_f είναι η κατανάλωση καυσίμου της μηχανής και Q_{LHV} η κατώτερη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου. Ακόμα μπορεί να δοθεί και ως το γινόμενο του ενδεικνύμενου βαθμού απόδοσης με τον μηχανικό βαθμό απόδοσης της μηχανής, δηλαδή ως $\eta_E = \eta_i \cdot \eta_m$. Αντικαθιστώντας έχουμε ότι

$$\eta_E = \eta_i \cdot \eta_m = 0,35 \cdot 0,90 = 0,315 \quad \text{ή} \quad 31,5\%$$

Η ειδική κατανάλωση καυσίμου, η κατανάλωση καυσίμου δηλαδή ανηγμένη στη μονάδα ισχύος δίνεται ως

$$SFC = \frac{\dot{m}_f}{P_E} = \frac{162 \langle g \rangle}{1 \langle PS \rangle \cdot 1 \langle h \rangle} = 162 \left\langle \frac{g}{PS h} \right\rangle \quad \text{ή} \quad \frac{162 \langle g \rangle}{1 \langle PS \rangle \cdot 0,735 \left\langle \frac{kW}{PS} \right\rangle \cdot 1 \langle h \rangle} = 220,41 \left\langle \frac{g}{kWh} \right\rangle$$

Από την παραπάνω σχέση έχουμε όμοια ότι $SFC = \frac{\dot{m}_f}{P_E} = \frac{\dot{m}_f \cdot t}{P_E \cdot t} = \frac{M_f}{W_E}$, όπου M_f είναι η ποσότητα καυσίμου που καταναλώθηκε για χρόνο t , και W_E το έργο που παρήγαγε η μηχανή στο χρόνο αυτό. Άρα για $W_E = 8 \langle PS h \rangle$ θα έχουμε

$$M_f = SFC \cdot W_E = 162 \left\langle \frac{g}{PS h} \right\rangle \cdot 8 \langle PS h \rangle = 1.296 \langle g \rangle = 1,296 \langle kg \rangle$$

Άσκηση 9

Μια τετράχρονη μηχανή diesel απλής ενέργειας έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Διαδρομή του εμβόλου $S=0,20$ m
2. Διάμετρος του εμβόλου $D=20$ cm
3. Αριθμός στροφών $N=1.200$ rpm (στροφές/1')
4. Αριθμός κυλίνδρων $Z=8$, και

5. Μέση ενδεικνύμενη πίεση $\bar{p}_i = 8 \frac{Kp}{cm^2}$.

Να υπολογιστεί η ενδεικνύμενη και η πραγματική ισχύς, αν ο μηχανικός βαθμός απόδοσης της μηχανής είναι ίσος με $\eta_m = 80$ %.

Η ενδεικνύμενη ισχύς δίνεται από τη σχέση,

$$P_i = \bar{p}_i \cdot V_H \cdot \frac{n}{a} = \bar{p}_i \cdot \left(z \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S \right) \cdot \frac{n}{a}$$

όπου \bar{p}_i η μέση ενδεικνύμενη πίεση, V_H ο συνολικός όγκος εμβολισμού της μηχανής, και a παράγοντας που για τετράχρονη μηχανή παίρνει την τιμή 2. Αντίστοιχα z είναι ο αριθμός των κυλίνδρων της μηχανής, D η διάμετρος του εμβόλου, S η διαδρομή του εμβόλου της μηχανής και n είναι οι στροφές ανά δευτερόλεπτο της μηχανής (ή N οι στροφές ανά πρώτο λεπτό της μηχανής όπου $n=N/60$). Αντικαθιστώντας στην έκφραση της ενδεικνύμενης πίεσης

$$\begin{aligned} P_i &= \bar{p}_i \cdot \left(z \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S \right) \cdot \frac{n}{a} = \bar{p}_i \cdot \left(z \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S \right) \cdot \frac{1}{a} \cdot \frac{N}{60} = \\ &= 8 \left\langle \frac{kp}{cm^2} \right\rangle \cdot 8 \cdot \frac{\pi \cdot 20^2 \langle cm^2 \rangle}{4} \cdot 0,20 \langle m \rangle \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1200 \left\langle \frac{1}{s} \right\rangle}{60} = 8 \cdot 8 \cdot \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot 0,20 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1200}{60} \left\langle \frac{kp}{s} \right\rangle = \end{aligned}$$

$$= 40.212,386 \left\langle \frac{\text{kpm}}{\text{s}} \right\rangle$$

ή

$$P_i = 40.212,386 \left\langle \frac{\text{kpm}}{\text{s}} \right\rangle \cdot \frac{1}{75} \left\langle \frac{\text{PS}}{\frac{\text{kpm}}{\text{s}}} \right\rangle = 536,16 \langle \text{PS} \rangle$$

και τέλος από το μηχανικό βαθμό απόδοσης της μηχανής η_m βρίσκουμε την πραγματική ισχύ ως

$$P_E = \eta_m \cdot P_i \Rightarrow P_E = 0,80 \cdot 536,16 \langle \text{PS} \rangle = 428,93 \langle \text{PS} \rangle$$

Άσκηση 10

Να υπολογιστεί η ωριαία κατανάλωση βενζίνης σε kg μιας τετράχρονης μονοκύλινδρης μηχανής, και η πραγματική ισχύς της σε μετρικούς ίππους (PS), όταν η διάμετρος του κυλίνδρου είναι $D=150$ mm, η διαδρομή του εμβόλου είναι $S=200$ mm, και ο αριθμός στροφών είναι 800 κάθε λεπτό. Δίνονται επίσης η κατώτερη θερμογόνο δύναμη της βενζίνης ίση με 10.500 kcal/kg, ο ενδεικνύμενος βαθμός απόδοσης ίσος με 20%, και ο μηχανικός βαθμός απόδοσης ίσος με 80%.

Ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της μηχανής δίνεται από το λόγο $\eta_E = \frac{P_E}{\dot{m}_f \cdot Q_{LHV}}$, της πραγματικής

ισχύος προς τη θερμική ενέργεια που αποδίδεται από το καύσιμο κατά τη καύση του, \dot{m}_f είναι η κατανάλωση καυσίμου της μηχανής και Q_{LHV} η κατώτερη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου. Η ίδια σχέση με τη βοήθεια της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου γράφεται ,

$$\eta_E = \frac{P_E}{\dot{m}_f \cdot Q_{LHV}} = \frac{1}{\frac{\dot{m}_f}{P_E} \cdot Q_{LHV}} = \frac{1}{SFC \cdot Q_{LHV}}$$

κατανάλωση καυσίμου δηλαδή ανηγμένη στη μονάδα ισχύος. Ο πραγματικός βαθμός απόδοσης ακόμα

μπορεί να βρεθεί από το γινόμενο του ενδεικνύμενου επί του μηχανικού βαθμού απόδοσης της μηχανής, δηλαδή ως $\eta_E = \eta_i \cdot \eta_m$. Άρα η ειδική κατανάλωση καυσίμου υπολογίζεται άμεσα ως

$$\begin{aligned}
 SFC &= \frac{1}{n_E \cdot Q_{LHV}} = \frac{1}{n_i \cdot n_m \cdot Q_{LHV}} = \frac{1}{0,20 \cdot 0,80 \cdot 10500 \left\langle \frac{kcal}{kg} \right\rangle} = \\
 &= \frac{1}{0,20 \cdot 0,80 \cdot 10500 \left\langle \frac{kcal}{kg} \right\rangle \cdot 427 \left\langle \frac{kpm}{kcal} \right\rangle} = 1,394 \cdot 10^{-6} \left\langle \frac{kg}{kpm} \right\rangle = 1,394 \cdot 10^{-6} \left\langle \frac{\frac{kg}{s}}{\frac{kpm}{s}} \right\rangle = \\
 &1,394 \cdot 10^{-6} \cdot 75 \cdot 1000 \left\langle \frac{\frac{g}{s}}{PS} \right\rangle = 0,10455 \left\langle \frac{\frac{g}{s}}{PS} \right\rangle = 376,38 \left\langle \frac{g}{PS} \right\rangle
 \end{aligned}$$

Αν υποθέσουμε μια μέση πραγματική πίεση ίση με $\bar{p}_e = 8 \frac{Kp}{cm^2}$, μπορούμε να υπολογίσουμε την πραγματική ισχύ της μηχανής ως

$$\begin{aligned}
 P_E &= \bar{p}_e \cdot \left(z \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S \right) \cdot \frac{n}{a} = \bar{p}_e \cdot \left(z \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S \right) \cdot \frac{1}{a} \cdot \frac{N}{60} = \\
 &= 8 \left\langle \frac{kp}{cm^2} \right\rangle \cdot 1 \cdot \frac{\pi \cdot 15^2 \langle cm^2 \rangle}{4} \cdot 0,20 \langle m \rangle \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{800 \langle \frac{1}{s} \rangle}{60} = 8 \cdot 1 \cdot \frac{\pi \cdot 15^2}{4} \cdot 0,20 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{800}{60} \left\langle \frac{kpm}{s} \right\rangle = \\
 &= 1884,96 \left\langle \frac{kpm}{s} \right\rangle \quad \dot{\eta} \quad P_i = 1884,96 \left\langle \frac{kpm}{s} \right\rangle \cdot \frac{1}{75} \left\langle \frac{PS}{\frac{kpm}{s}} \right\rangle = 25,13 \langle PS \rangle
 \end{aligned}$$

και κατά συνέπεια η ωριαία κατανάλωση καυσίμου θα είναι

$$\dot{m}_f = SFC \cdot P_E = 376,38 \left\langle \frac{g/h}{PS} \right\rangle \cdot 25,13 \langle PS \rangle = 9458,43 \left\langle \frac{g}{h} \right\rangle = 9,458 \left\langle \frac{kg}{h} \right\rangle$$