

Η ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΗΡΩΝΑ

Το ιστορικό

Ο Ήρωνας ο Αλεξανδρεύς ήταν μηχανικός και γεωμέτρης. Έζησε στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου τον 1^ο π.χ ή τον 1^ο μ.χ αιώνα. Η πιο διάσημη εφεύρεσή του ήταν η αιολόσφαιρα, ή ατμοστρόβιλος, η πρώτη ατμομηχανή στην ιστορία. Όλα τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο κόσμο, είτε καίνε κάρβουνο είτε πετρέλαιο είτε είναι πυρηνοκίνητα, λειτουργούν με τη δύναμη του ατμού, όπως και η αιολόσφαιρα του Ήρωνα.

Σε αυτή την αναφορά προτείνουμε την απλούστερη ίσως κατασκευή μίας παρόμοιας μηχανής και επιχειρούμε και μία θεωρητική ερμηνεία της λειτουργίας της.

Υλικά που θα χρειαστούμε:

1. Ένα αλουμινένιο κουτί αναψυκτικού ή μπύρας όχι ανοιγμένο
2. Ένα τμήμα αλυσίδας από πώμα νιπτήρα
3. Σύρμα
4. Σωληνάκι από ορό
5. Σύριγγα

Εργαλεία που θα χρειαστούμε:

1. Κόλλα στεγανοποίησης
2. Καρφάκι
3. Πένσα
4. Ψαλίδι
5. Σελοτέιπ



Πάρτε ένα κουτί αναψυκτικού και λίγο 3-4 δάκτυλα κάτω από το πάνω μέρος του κουτιού ανοίξτε με ένα καρφάκι δύο αντιδιαμετρικές τρύπες. Τις ανοίγετε λίγο και με τη βοήθεια της πένσας δώστε μία κλήση προς την ίδια κατεύθυνση ώστε οι οπές να είναι εφαλτομενικές του κουτιού. Αφαιρέστε από τις τρύπες αυτές με τη βοήθεια της σύριγγας το περιεχόμενο και προσθέστε με τη βοήθεια πάλι της σύριγγας 2-3 δάκτυλα νερό. Βάλτε στην κάθε τρύπα ένα κομματάκι σωληνάκι, στερεώστε το εφαλτομενικά με το κουτάκι με τη βοήθεια σελοτέιπ και το κολλάτε με την κόλλα στεγανοποίησης. Περιμένετε να στεγνώσει η κόλλα στεγανοποίησης.

Με τη βοήθεια του σύρματος κάντε στην κορυφή του κουτιού μία θηλειά και το αναρτήστε από την αλυσίδα, ώστε να ισορροπεί κατακόρυφα και να περιστρέφεται εύκολα γύρω από τον άξονα συμμετρίας του. Περάστε την αλυσίδα από ένα κομμάτι πλαστικού από αυτά που χρησιμοποιούμε για να κρεμάμε αφίσες, ώστε να υποχρεώνετε να περιστρέφεται το κουτί γύρω από τον κατακόρυφο άξονα χωρίς κραδασμούς. Η κατασκευή σας είναι έτοιμη.

Η δοκιμή

Κρατείστε με το χέρι σας το κουτί πάνω από ένα γκαζάκι. Σε λίγη ώρα το νερό θα αρχίσει να βράζει και ατμοί θα αρχίσουν να βγαίνουν από τις δύο οπές-σωληνάκια εφαπτομενικά με το κουτί. Σε λίγο το κουτί θα αρχίσει να περιστρέφεται.

Η θεωρία

Όταν αρχίζει και βράζει το νερό, δημιουργούνται ατμοί οι οποίοι αυξάνουν την πίεση του δοχείου με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ποσότητα των ατμών που βγαίνουν από τις οπές. Οπότε στην κατάσταση ισορροπίας, όση ποσότητα εξατμίζεται, τόση και βγαίνει από τις οπές.

Η ποσότητα που εξατμίζεται είναι ανάλογη του ρυθμού προσφοράς θερμότητας στη φιάλη όπως φαίνεται από τη σχέση

$$Q = mL \rightarrow \frac{dQ}{dt} = L \frac{dm}{dt} \quad (1)$$

Ο ρυθμός με τον οποίο βγαίνει η μάζα από τα ακροφύσια είναι ίσος με

$$\frac{dm}{dt} = d \frac{dV}{dt} = d \frac{Sdx}{dt} = dSu \quad (2)$$

η φιάλη περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Και αυτό συμβαίνει γιατί η ροπή της τριβής είναι ανάλογη της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής. Έτσι όσο αυξάνει η γωνιακή ταχύτητα, αυξάνει και η ροπή της τριβής μέχρις ότου εξισωθεί με το ρυθμό μεταβολής της στροφορμής

αν εξέρχεται μάζα m από τα δύο ακροφύσια με ταχύτητα u η στροφορμή θα είναι

$$l = 2mur$$

Από το θεμελιώδη νόμο έχουμε

$$\tau = \frac{dl}{dt} \rightarrow \tau = 2ur \frac{dm}{dt} \rightarrow c\omega = 2ur \frac{dm}{dt} \xrightarrow{(2)} \omega = \frac{2r}{cdS} \left(\frac{dm}{dt}\right)^2 \xrightarrow{(1)} \omega = \frac{2r}{cdSL} \left(\frac{dQ}{dt}\right)^2$$

Από την τελευταία σχέση:

$$\omega = \frac{2r}{cdSL} \left(\frac{dQ}{dt}\right)^2$$

Παρατηρούμε ότι η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής είναι

1. Ανάλογη της απόστασης r των ακροφυσίων από το κέντρο
2. Ανάλογη του ρυθμού προσφοράς θερμότητας στη φιάλη
3. Αντιστρόφως ανάλογης του εμβαδού διατομής του ακροφυσίου
4. Αντιστρόφως ανάλογης του συντελεστή τριβής της ροπής

Η μηχανή μας στη πράξη

<https://www.youtube.com/watch?v=z7t7XX7g8Tk>

© Πάνος Μουρούζης 2014