

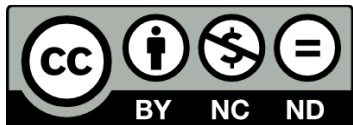


Εφαρμοσμένη Θερμοδυναμική

Ενότητα 5: Πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής
Εφαρμογή σε ανοικτά συστήματα

Χατζηαθανασίου Βασίλειος
Καδή Στυλιανή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Η/Υ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



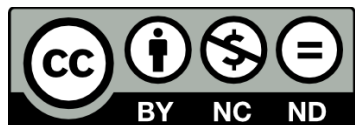
Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





Πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής Εφαρμογή σε ανοικτά συστήματα



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

1. Πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής
2. Εφαρμογή σε ανοικτά συστήματα

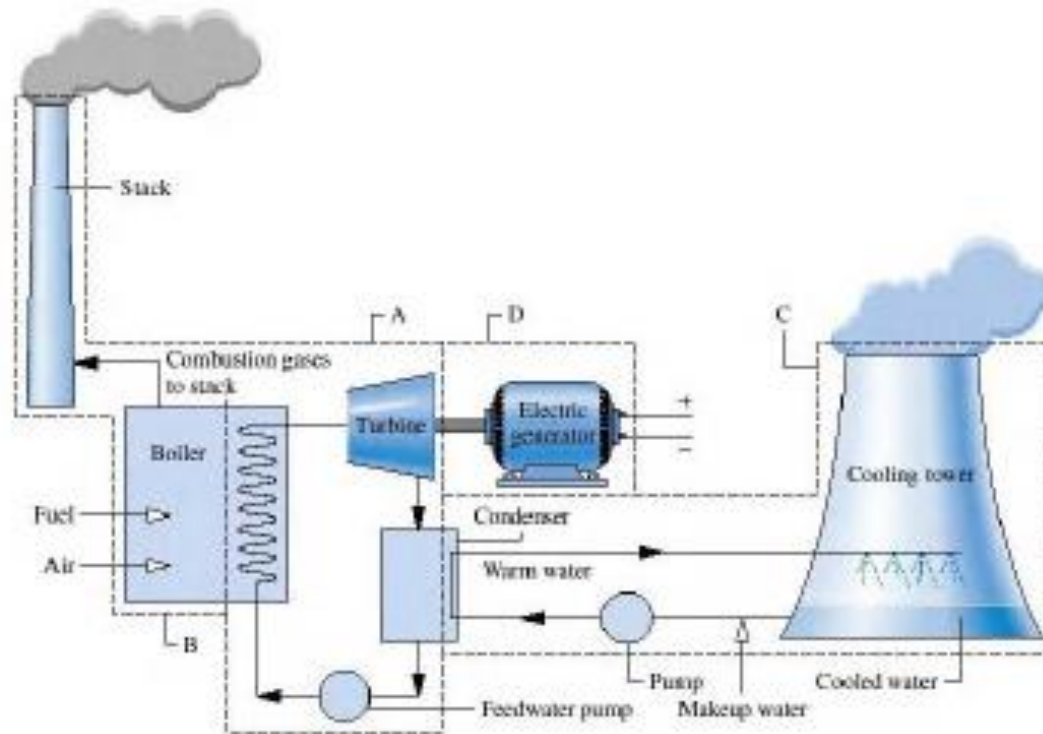


Ενεργειακά ισοζύγια

- Καθορισμός συστήματος -περιβάλλοντος.
- Φορές μεταφοράς ενέργειας (αυθαίρετα).
- Αρχή διατήρησης ενέργειας.



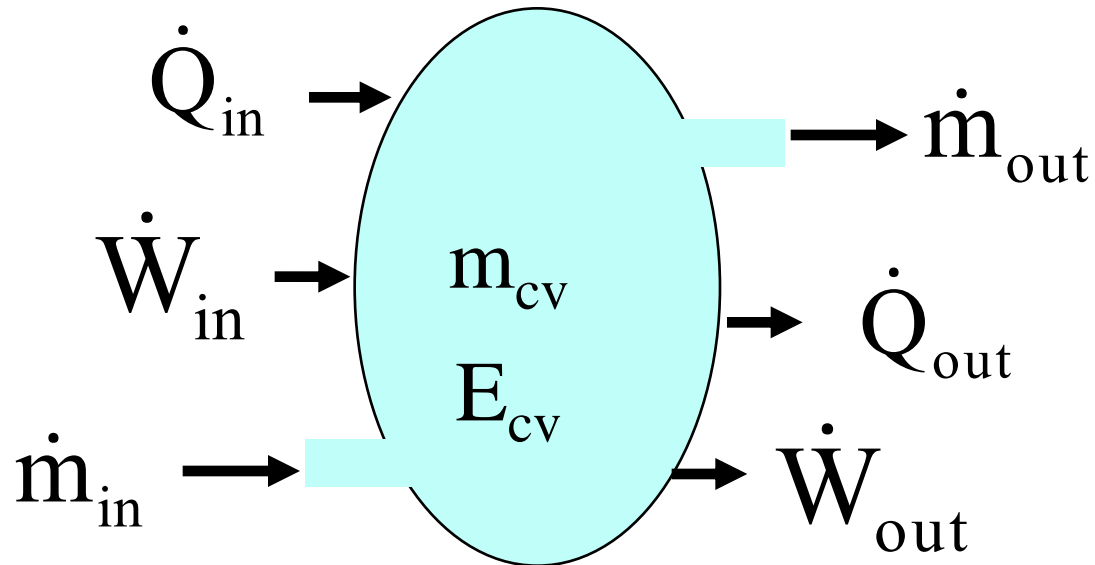
ΑΗΣ



Εικόνα 1: Διάγραμμα ΑΗΣ



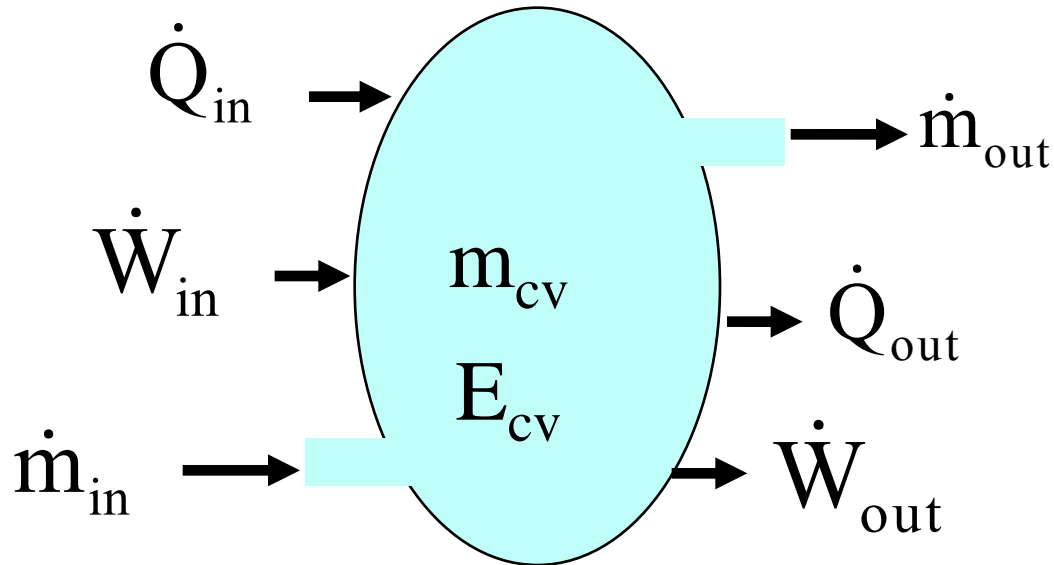
1ος Νόμος της Θερμοδυναμικής για ανοικτά συστήματα (1/3)



- Σε όγκο ελέγχου εισέρχονται και/ή εξέρχονται μάζα, έργο και θερμότητα.



1ος Νόμος της Θερμοδυναμικής για ανοικτά συστήματα (2/3)

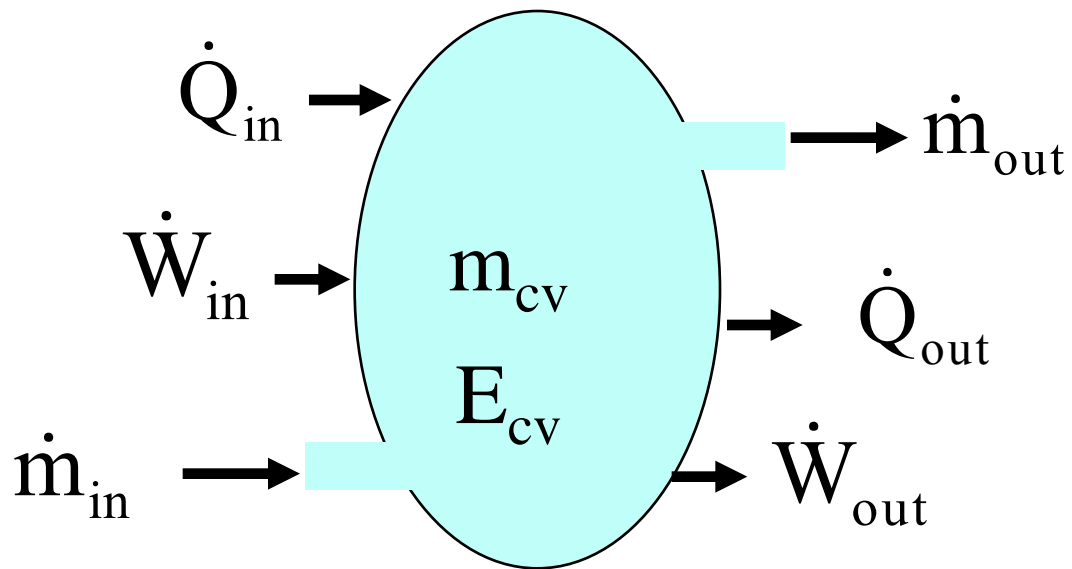


- Για τη διαδικασία αυτή θα ισχύει:

$$E_{in} - E_{out} = \Delta E_{system} \quad \text{ή} \quad \dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} = \Delta \dot{E}_{system}$$



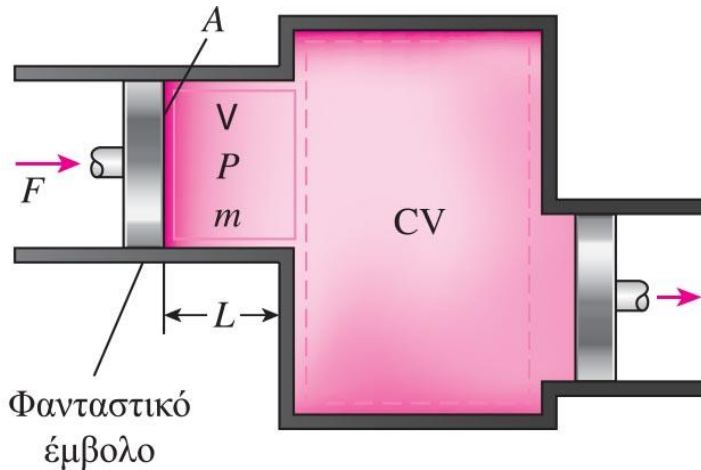
1ος Νόμος της Θερμοδυναμικής για ανοικτά συστήματα (3/3)



$$\dot{Q}_{in} + \dot{W}_{in} + \sum_{in} \dot{m}_{in} (e_{in}) - \dot{Q}_{out} - \dot{W}_{out} - \sum_{out} \dot{m}_{out} (e_{out}) = \frac{dE_{cv}}{dt}$$



Έργο εξώθησης ή ροής



Εικόνα 2: Σχηματικό διάγραμμα για το έργο ροής

Μορφή έργου που υπάρχει πάντοτε όταν έχουμε μάζα που διαπερνά τα όρια.

$$W_f = F \cdot L = pAL = pV = mpu$$

$$\dot{W}_f = p\dot{V} = \dot{m}pu \quad w_f = pu$$

V: όγκος u:ειδικός όγκος



Ενθαλπία

- Είναι: $e = u + KE + \Delta E$
- Η ενέργεια ρευστού που διαπερνά τα όρια του συστήματος είναι:

$$(u + p\nu) + KE + \Delta E$$

- Ορισμός ενθαλπίας: $h = u + p\nu$



Συνολική ενέργεια ρευστού

- Χωρίς ροή:

$$e = u + KE + \Delta E = u + V^2/2 + gz$$

- Με ροή:

$$\begin{aligned}\theta &= \rho u + e = \rho u + (u + KE + \Delta E) = h + KE + \Delta E \\ &= h + V^2/2 + gz\end{aligned}$$



Ενεργειακό ισοζύγιο (1/2)

$$\begin{aligned} & \dot{Q}_{in} + \dot{W}_{in} + \sum_{in} \dot{m}_{in} (h_{in} + KE_{in} + \Delta E_{in}) \\ & - \dot{Q}_{out} - \dot{W}_{out} - \sum_{out} \dot{m}_{out} (h_{out} + KE_{out} + \Delta E_{out}) = \\ & = \frac{dE_{cv}}{dt} \end{aligned}$$



Ενεργειακό ισοζύγιο (2/2)

- Η χρήση της ενθαλπίας:
 - Δεν καθιστά αναγκαία τη χρήση του έργου ροής W_f .
 - Σημαίνει ότι ο όρος W στην εξίσωση του ενεργειακού ισοζυγίου περιλαμβάνει όλες τις μορφές του έργου εκτός από το έργο ροής.



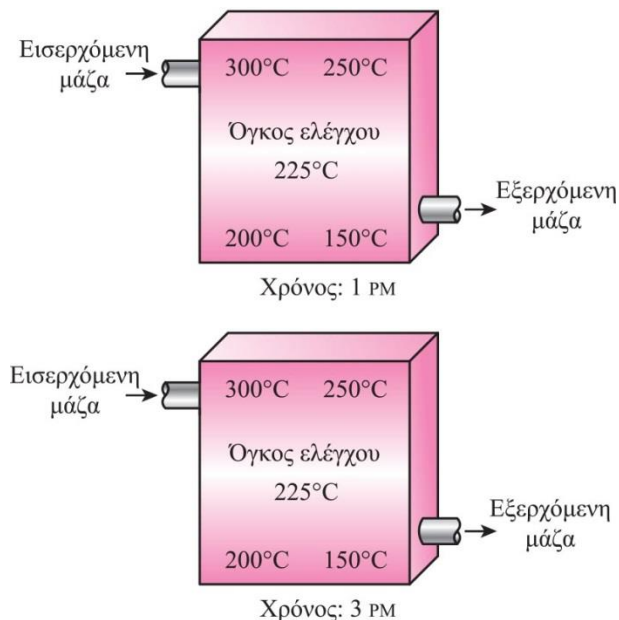
Ειδικές περιπτώσεις

- Σταθερή κατάσταση.
- Μία είσοδος, μία έξοδος.



Σταθερή κατάσταση

- Όλες οι παράμετροι σταθερές στο χρόνο.



Εικόνα 3: Κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας σταθεροποιημένης ροής οι ιδιότητες του ρευστού ενδέχεται να μεταβάλλονται εντός του όγκου ελέγχου ως προς το χώρο όχι όμως και ως προς το χρόνο

- Οι ιδιότητες μπορεί ν' αλλάζουν από θέση σε θέση αλλά είναι σταθερές σ' όλη τη διάρκεια του φαινομένου.



Ενεργειακό ισοζύγιο- Σταθερή κατάσταση

Μια είσοδος – μια έξοδος (1/2)

$$\dot{Q}_1 + \dot{W}_1 + \dot{m}_1(h_1 + KE_1 + \Delta E_1) - \dot{Q}_2 - \dot{W}_2 - \dot{m}_2(h_2 + KE_2 + \Delta E_2) = 0$$



Ενεργειακό ισοζύγιο- Σταθερή κατάσταση

Μια είσοδος – μια έξοδος (2/2)

$$\dot{Q}_1 + \dot{W}_1 + \dot{m}_1 \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 \right) -$$
$$- \dot{Q}_2 - \dot{W}_2 - \dot{m}_2 \left(h_2 + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \right) = 0$$

ή

$$\dot{m}_1 \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 \right) + \dot{Q} + \dot{W} =$$
$$= \dot{m}_2 \left(h_2 + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \right)$$



Ενεργειακό ισοζύγιο

- Παραδοχές:
 - $\Delta(KΕ)$: συνήθως αμελητέα (όχι σε υψηλές ταχύτητες)
 - π.χ $V = 45 \text{ m/s}$: $KΕ = 1 \text{ kJ/kg}$
 - $\Delta(\Delta Ε)$: συνήθως αμελητέα
 - π.χ $\Delta z = 102 \text{ m}$: $\Delta(\Delta Ε) = 1 \text{ kJ/kg}$



Εφαρμογές

- ακροφύσια – διαχυτήρες.
- στρόβιλοι (συσκευές παραγωγής έργου).
- συμπιεστές, αντλίες, ανεμιστήρες (συσκευές κατανάλωσης έργου).
- βαλβίδες (συσκευές μείωσης πίεσης).
- εναλλάκτες θερμότητας.
- αγωγοί.



Ακροφύσια

- Το ακροφύσιο είναι συσκευή σταθερής ροής και χρησιμοποιείται για την αύξηση της ταχύτητας του ρευστού.
- Στο ακροφύσιο η ταχύτητα αυξάνεται και η πίεση μειώνεται από την είσοδο στην έξοδο.
- Δεν παράγεται ούτε καταναλώνεται έργο.
- Η απώλεια θερμότητας είναι συνήθως αμελητέα
 - μικρή διατομή, μικρός χρόνος διέλευσης λόγω των υψηλών ταχυτήτων, μικρές θερμοκρασιακές διαφορές.
- Η ΔΕ μεταβάλλεται συνήθως αμελητέα.

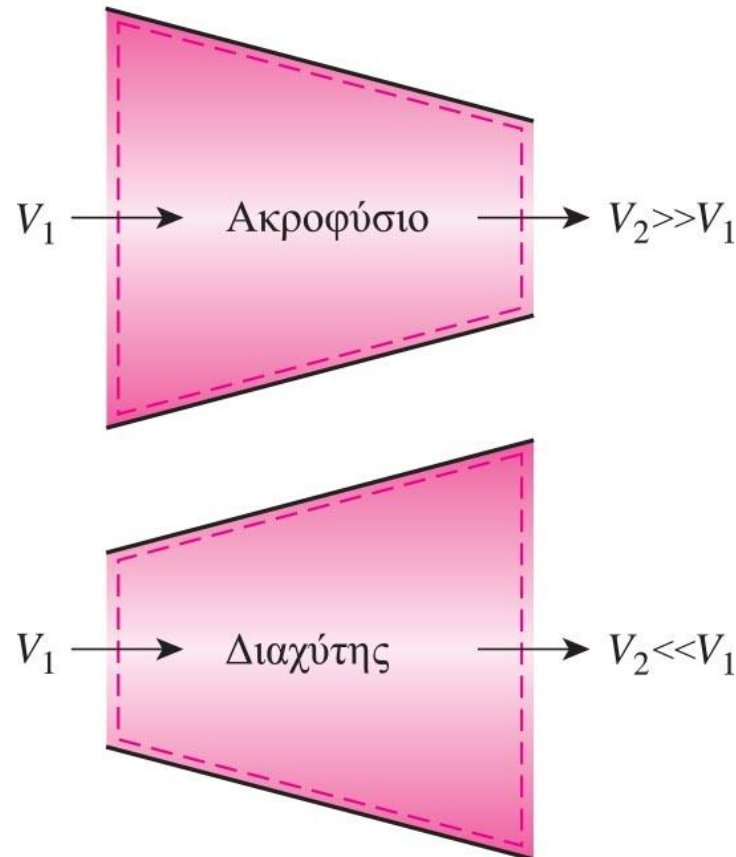


Διαχυτήρες

- Ο διαχυτήρας είναι συσκευή σταθερής ροής και χρησιμοποιείται για την αύξηση της πίεσης του ρευστού.
- Στο διαχυτήρα η πίεση αυξάνεται και η ταχύτητα μειώνεται από την είσοδο στην έξοδο.
- Δεν παράγεται ούτε καταναλώνεται έργο.
- Η απώλεια θερμότητας είναι συνήθως αμελητέα
 - μικρή διατομή, μικρός χρόνος διέλευσης λόγω των υψηλών ταχυτήτων, μικρές θερμοκρασιακές διαφορές.
- Η ΔΕ μεταβάλλεται συνήθως αμελητέα.



Ακροφύσια – Διαχυτήρες (1/2)

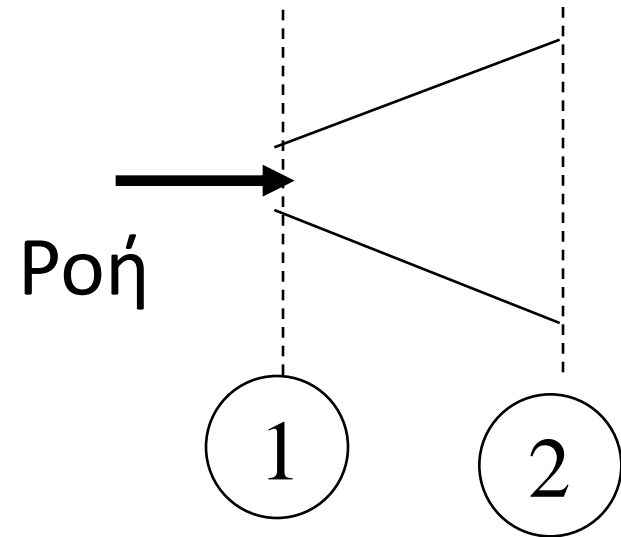
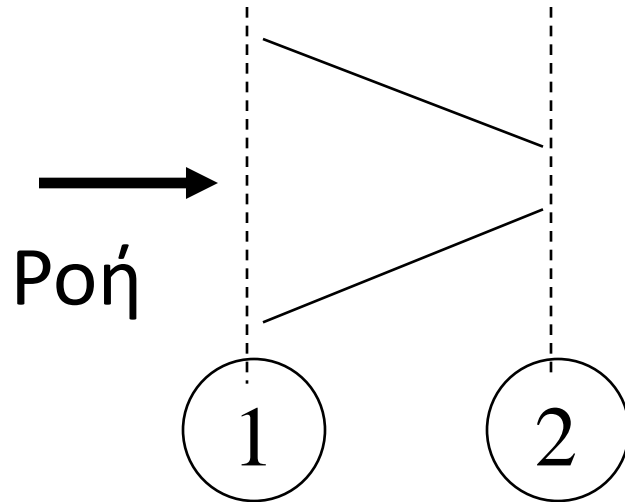


Εικόνα 4: Τα ακροφύσια και οι διαχύτες μορφοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλούν μεγάλες μεταβολές στις ταχύτητες του ρευστού και επομένως στις κινητικές τους ενέργειες

- Εφαρμογές σε μηχανές τζετ, αεροδιαστημική, ποτιστικά κήπων.



Ακροφύσια – Διαχυτήρες (2/2)



$$h_1 + q + w = h_2 + \Delta(\text{ΚΕ}) + \Delta(\Delta\text{Ε})$$

0

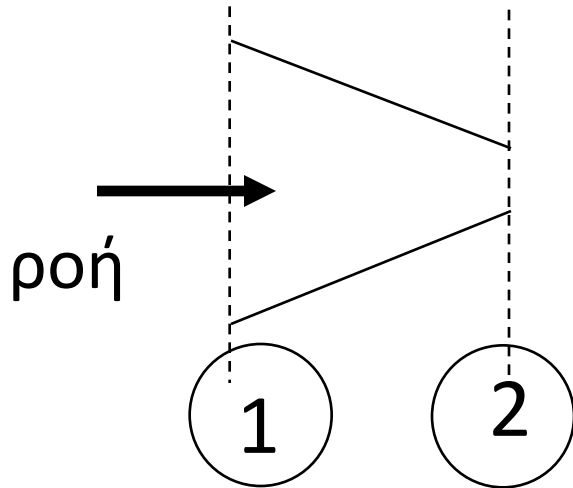
συνήθως

0

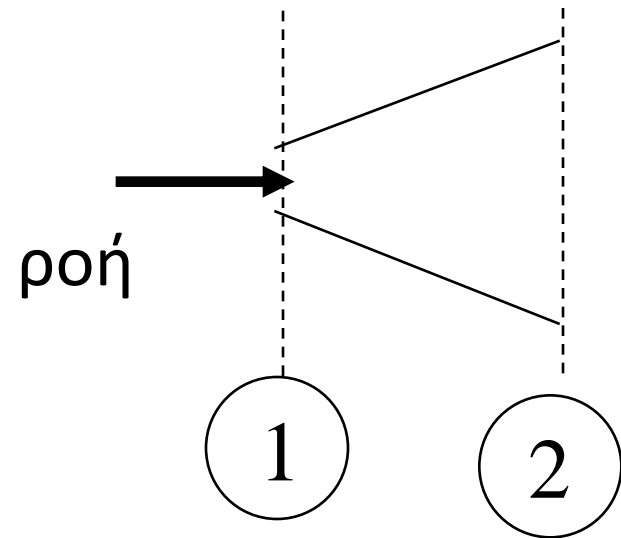
συνήθως



Ακροφύσια



$$h_1 = h_2 + \boxed{\begin{array}{c} \Delta(\text{ΚΕ}) \\ + \end{array}}$$



$$h_1 = h_2 + \boxed{\begin{array}{c} \Delta(\text{ΚΕ}) \\ - \end{array}}$$

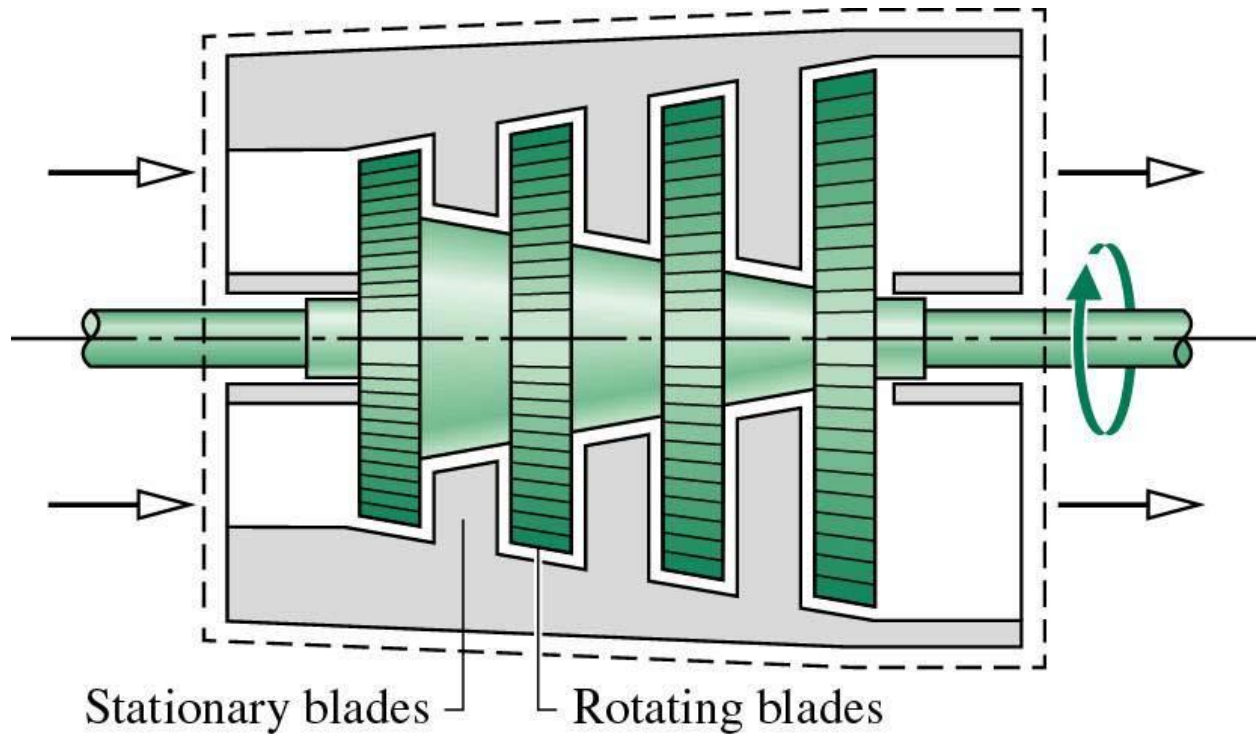


Στρόβιλοι (1/4)

- Ο στρόβιλος είναι μια διάταξη σταθερής ροής που χρησιμοποιείται για τη παραγωγή έργου από το ρευστό (το ρευστό κινεί τα περιστρεφόμενα πτερύγια κατά την εκτόνωση).
- Στο στρόβιλο ο ειδικός όγκος αυξάνεται από την είσοδο στην έξοδο καθώς το ρευστό εκτονώνεται.
- Είναι διάταξη αλληλεπίδρασης έργου: η επιθυμητή έξοδος είναι το μηχανικό έργο.
- Οι απώλειες θερμότητας είναι συνήθως αμελητέες λόγω της μόνωσης.
- Η ΔΕ μεταβάλλεται συνήθως αμελητέα ενώ μπορεί να υπάρξει περίπτωση μεταβολής της ΚΕ.

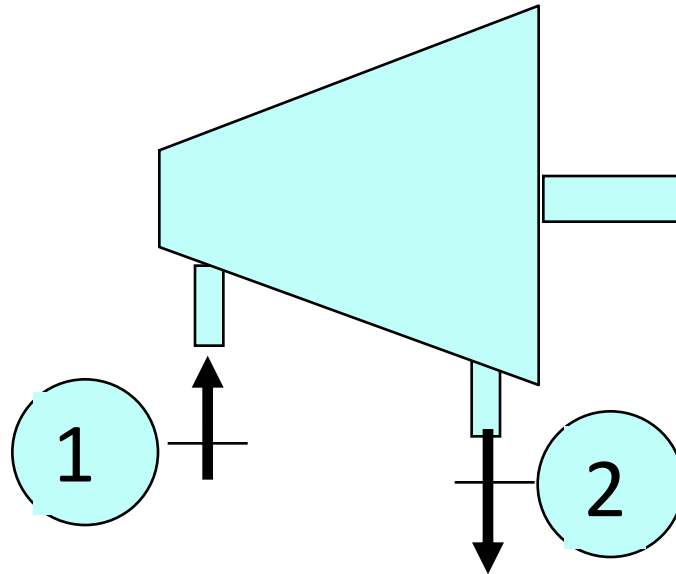


Στρόβιλοι (2/4)



Εικόνα 5: Στρόβιλος

Στρόβιλοι (3/4)



$$h_1 + q = h_2 + w + \Delta(\text{ΚΕ}) + \Delta(\Delta\text{Ε})$$

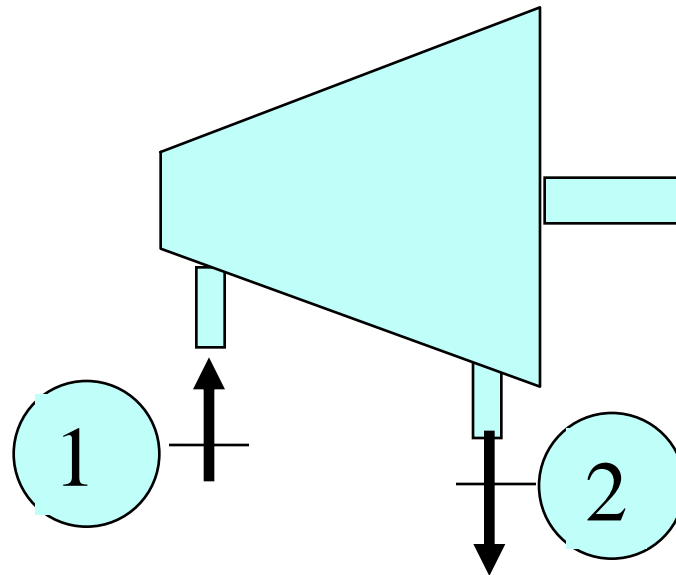
0
συνήθως

συνήθως
αγνοείται

συνήθως
αγνοείται



Στρόβιλοι (4/4)



$$w = h_1 - h_2$$

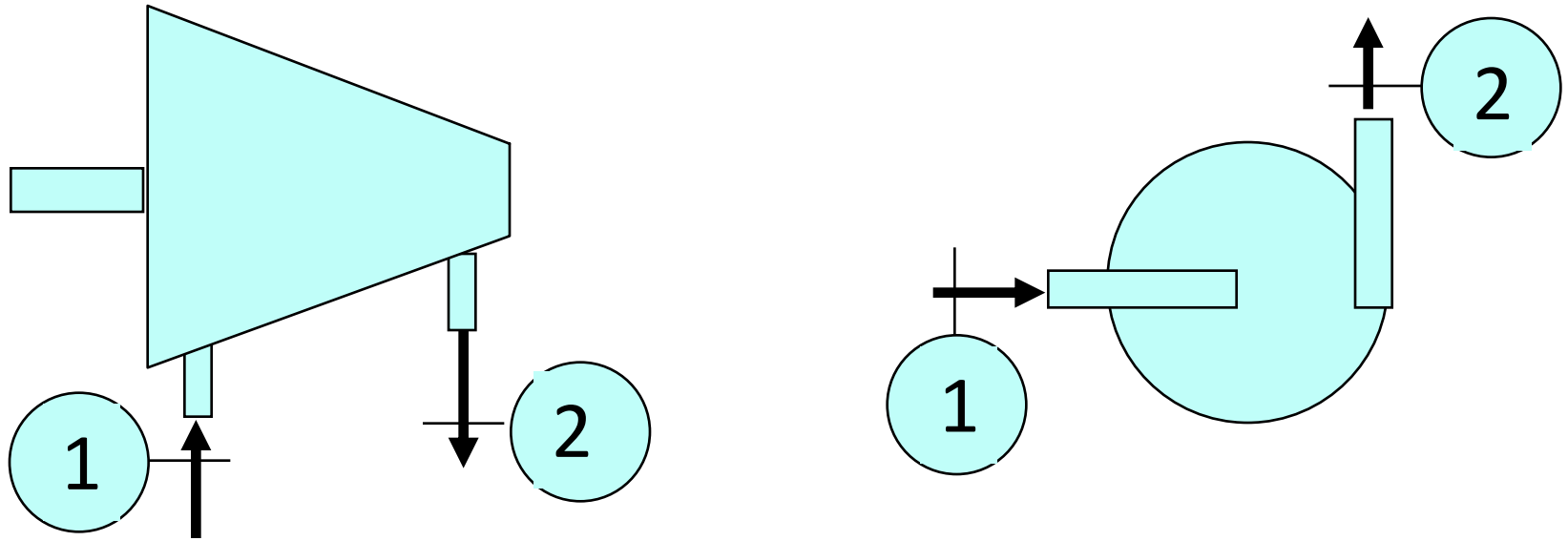


Συμπιεστές

- Ο συμπιεστής είναι μια διάταξη σταθερής ροής που χαρακτηρίζεται από το έργο εισόδου που μεταφέρεται στο ρευστό (τα περιστρεφόμενα πτερύγια συμπιέζουν το ρευστό).
- Στο συμπιεστή ο ειδικός όγκος μειώνεται από την είσοδο στην έξοδο καθώς το ρευστό συμπιέζεται.
- Είναι διάταξη αλληλεπίδρασης έργου: η επιθυμητή έξοδος είναι η αύξηση της πίεσης.
- Οι απώλειες θερμότητας είναι συνήθως αμελητέες λόγω της μόνωσης.
- Η ΔΕ μεταβάλλεται συνήθως αμελητέα ενώ μπορεί να υπάρξει περίπτωση μεταβολής της ΚΕ.



Συμπιεστές, αντλίες, ανεμιστήρες (1/2)



$$h_1 + q + w = h_2 + \Delta(\text{KE}) + \Delta(\Delta E)$$

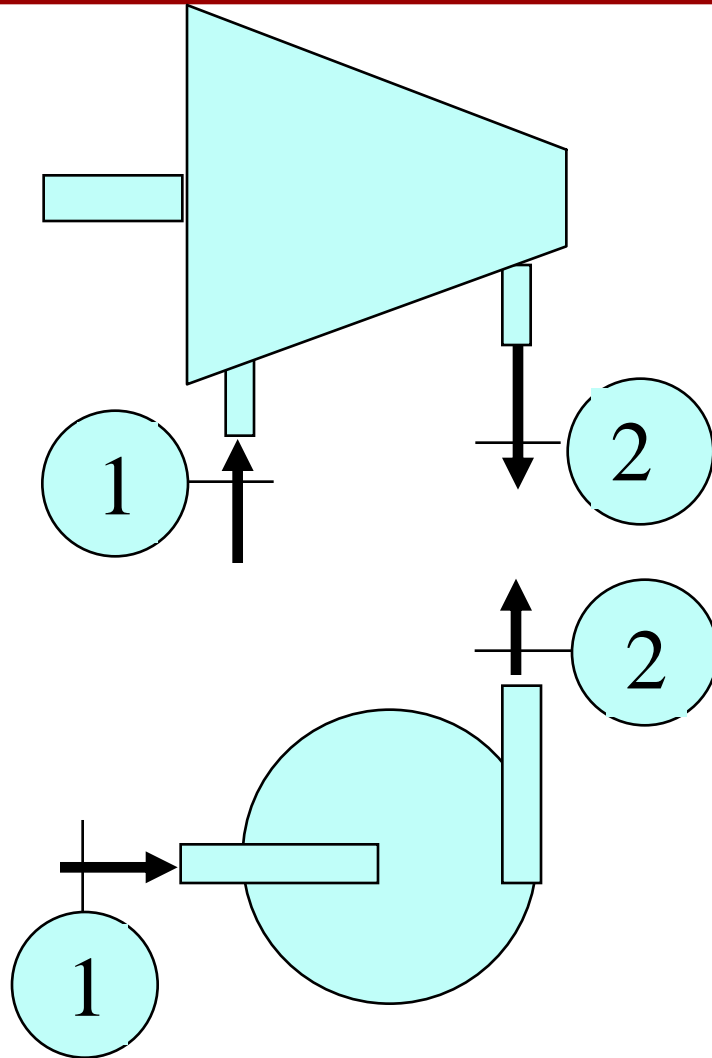
0
συνήθως

συνήθως
αγνοείται

συνήθως
αγνοείται



Συμπιεστές, αντλίες, ανεμιστήρες (2/2)



$$w = h_2 - h_1$$

$$w = \Delta h = v \Delta p$$

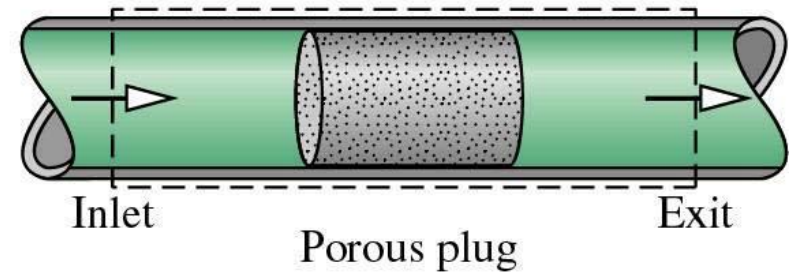
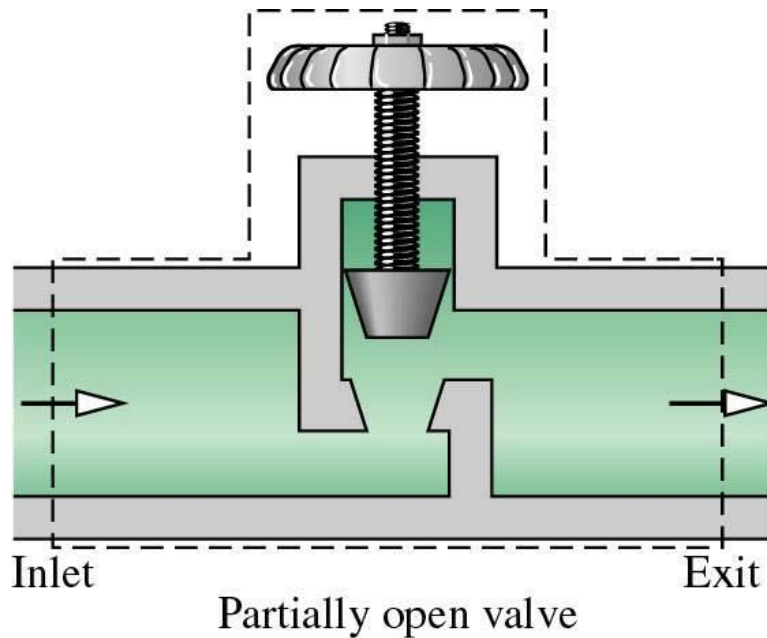


Βαλβίδες στραγγαλισμού (1/4)

- Η βαλβίδα στραγγαλισμού είναι μια διάταξη σταθερής ροής που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία σημαντικής πτώσης πίεσης, συνήθως μαζί με μεγάλη πτώση θερμοκρασίας.
- Σε μια βαλβίδα η ενθαλπία παραμένει σταθερή.
- Δεν παράγεται ούτε καταναλώνεται έργο.
- Η μεταφορά θερμότητας είναι σχεδόν πάντοτε αμελητέα.
 - Μικρή διατομή και μικρός διαθέσιμος χρόνος.
- Οι μεταβολές της ΚΕ και της ΔΕ είναι συνήθως αμελητέες.



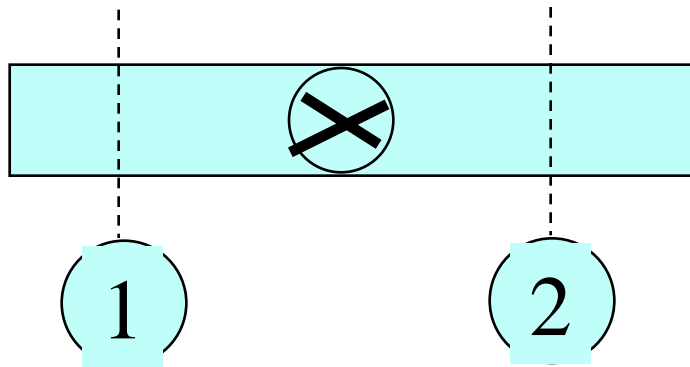
Βαλβίδες στραγγαλισμού (2/4)



Εικόνα 6: Βαλβίδες στραγγαλισμού



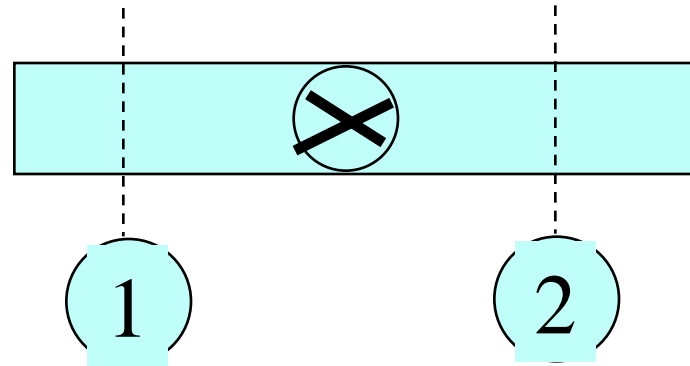
Βαλβίδες στραγγαλισμού (3/4)



$$h_1 + q + w = h_2 + \Delta(\text{KE}) + \Delta(\Delta E)$$
$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0$$



Βαλβίδες στραγγαλισμού (4/4)



$$h_1 = h_2$$

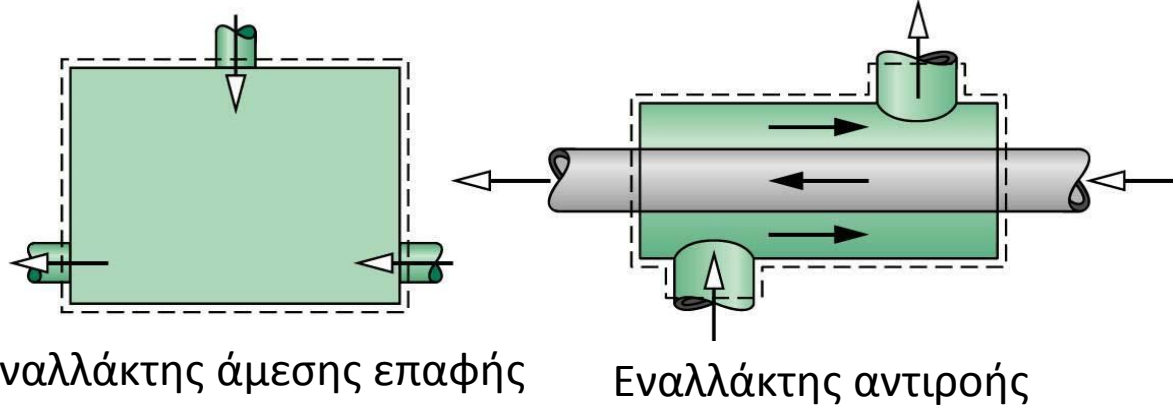


Εναλλάκτης Θερμότητας (1/2)

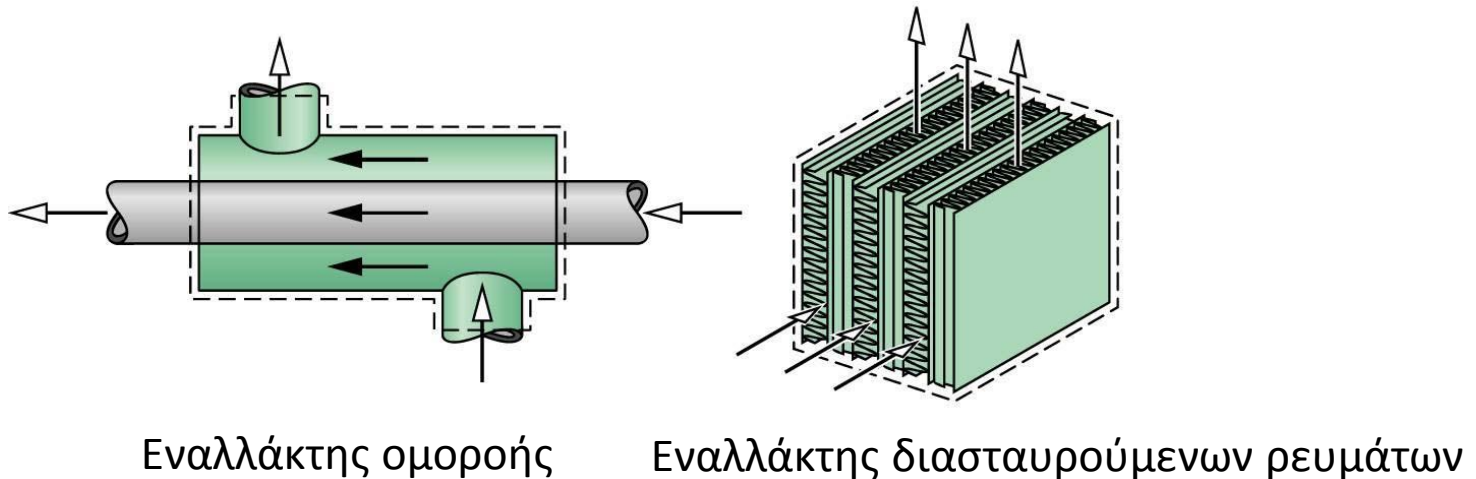
- Ο εναλλάκτης θερμότητας είναι συσκευή σταθερής ροής στην οποία συναλλάσσεται θερμότητα μεταξύ δύο ρευστών που εισέρχονται στον εναλλάκτη και συνήθως δεν αναμιγνύονται.
- Στον εναλλάκτη δεν υπάρχει παραγωγή ή κατανάλωση έργου.
- Οι απώλειες θερμότητας είναι συνήθως αμελητέες λόγω της μόνωσης
- Οι διαφορές κινητικής και δυναμικής ενέργειας είναι συνήθως αμελητέες.



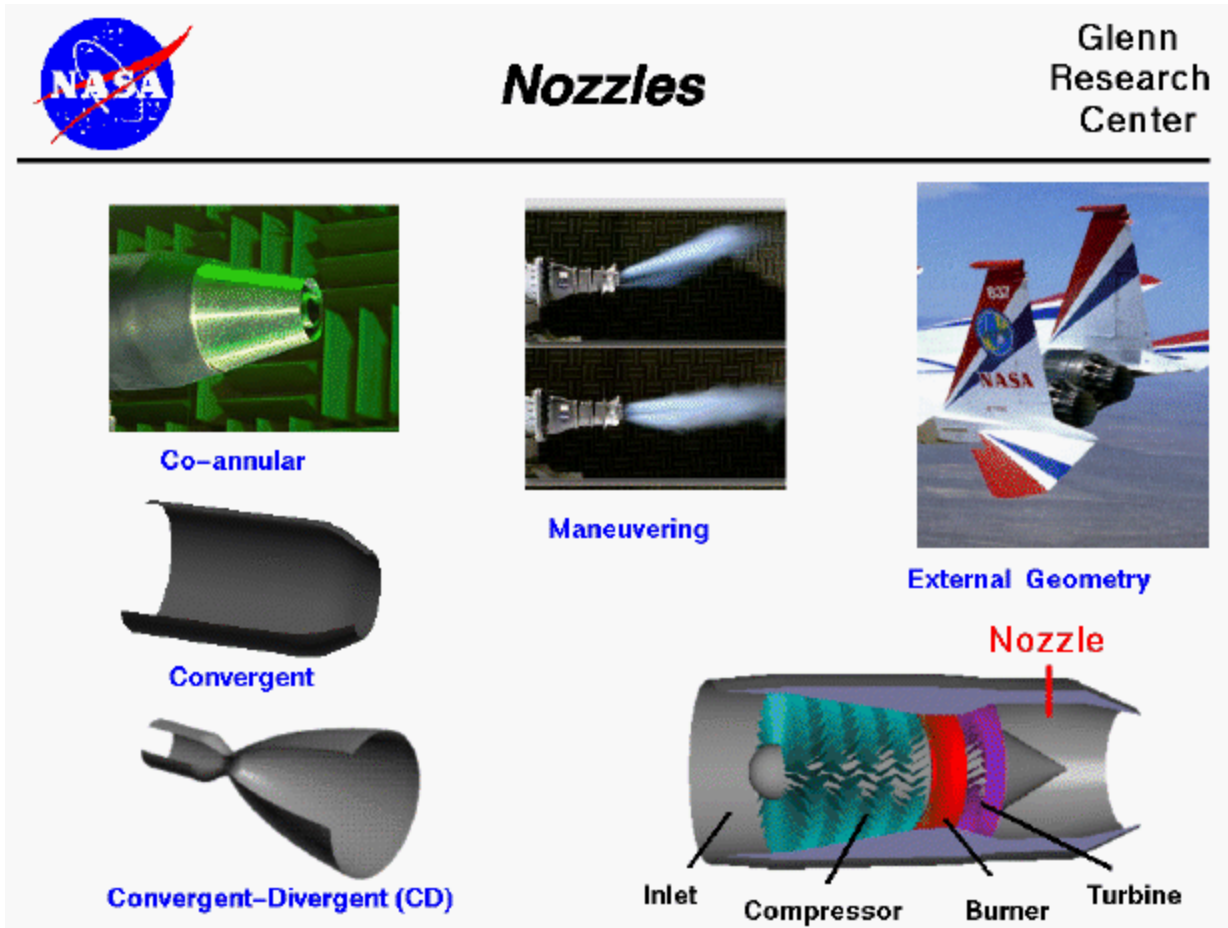
Εναλλάκτης Θερμότητας (2/2)



Εικόνα 7: Εναλλάκτες Θερμότητας

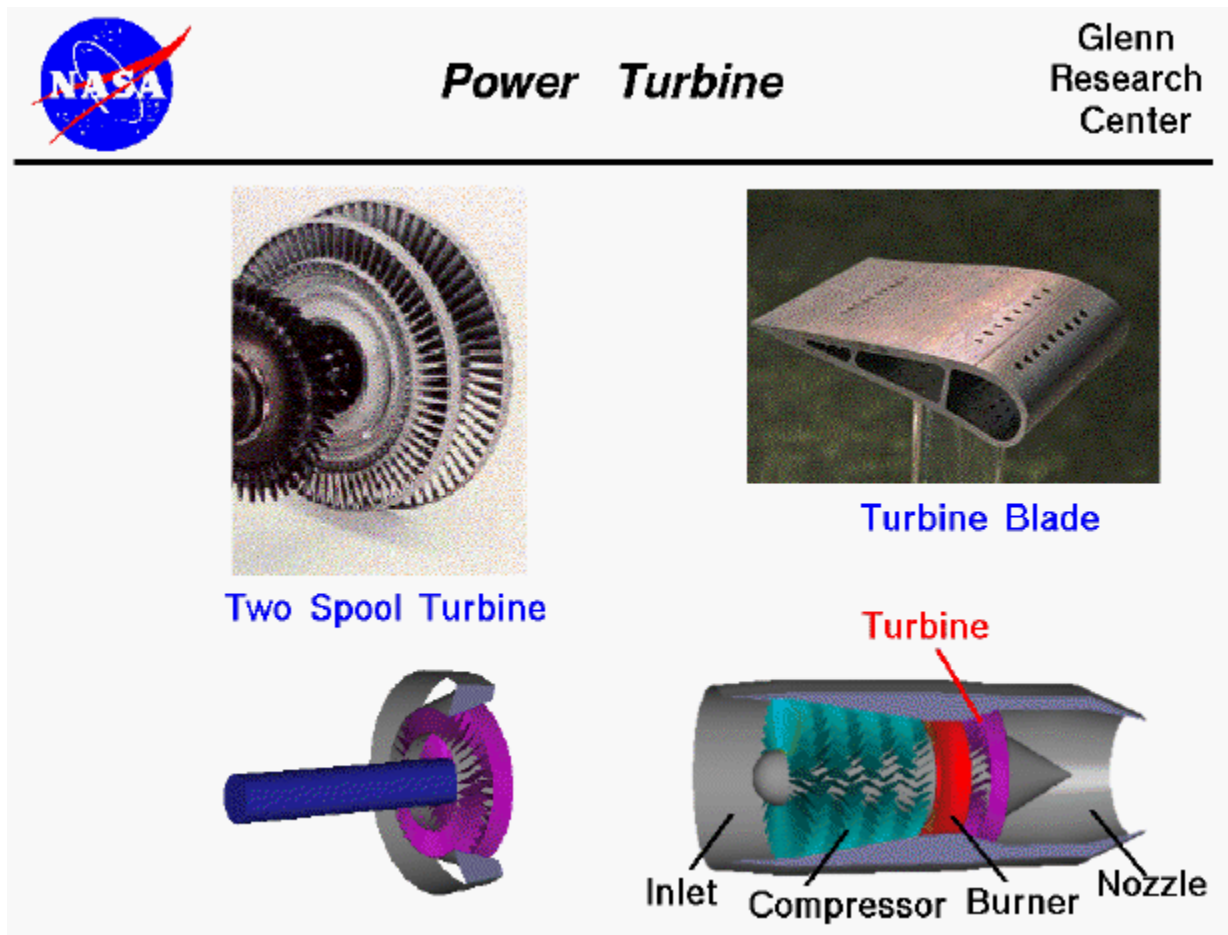


Ακροφύσια



Εικόνα 8: Ακροφύσια

Στρόβιλοι (1/3)

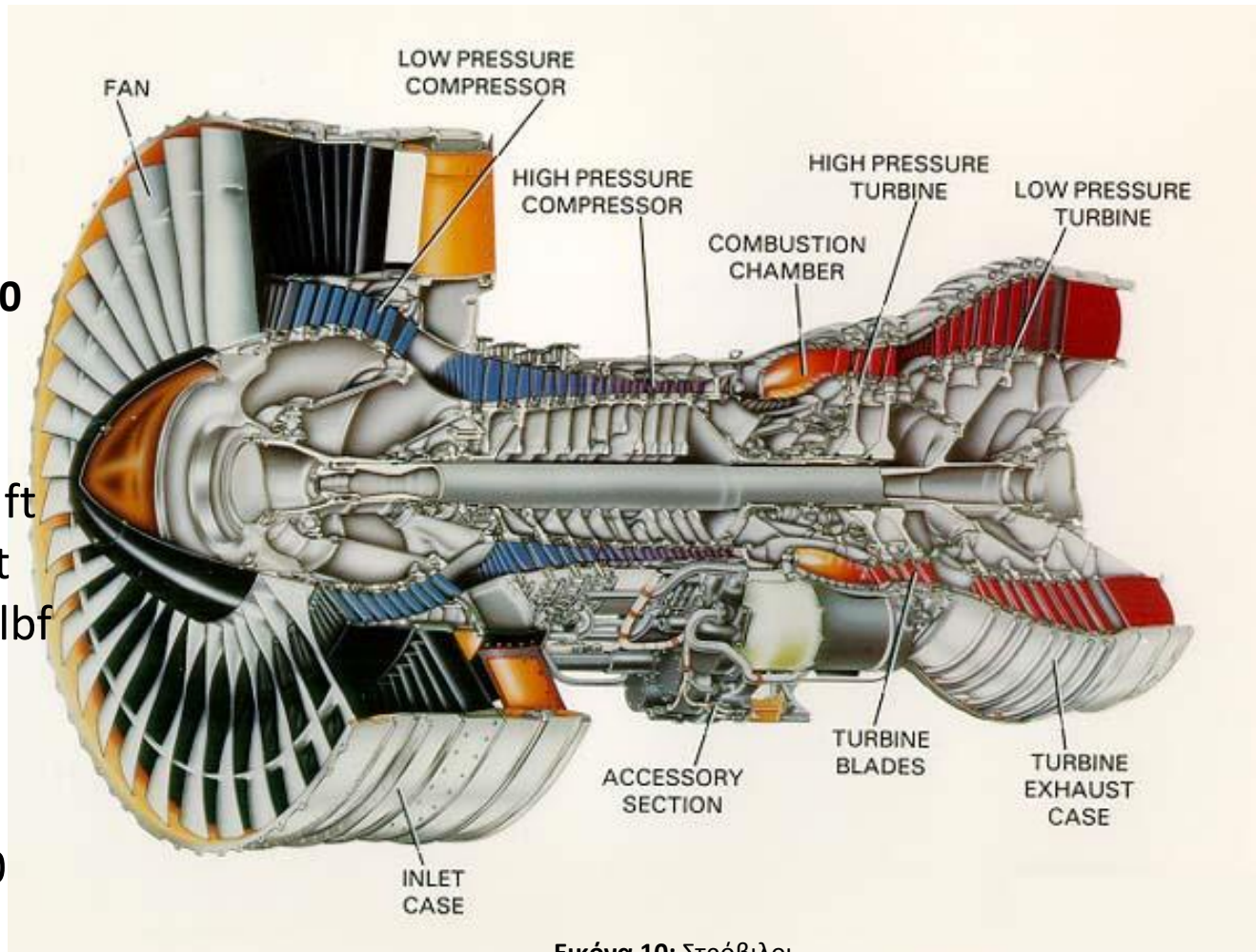


Εικόνα 9: Στρόβιλοι

Στρόβιλοι (2/3)

PW-4000

- Fan ~ 8 ft
- L ~ 12 ft
- 62,000 lbf
- Boeing 747-400
- Airbus A300-610



Εικόνα 10: Στρόβιλοι



Στρόβιλοι (3/3)

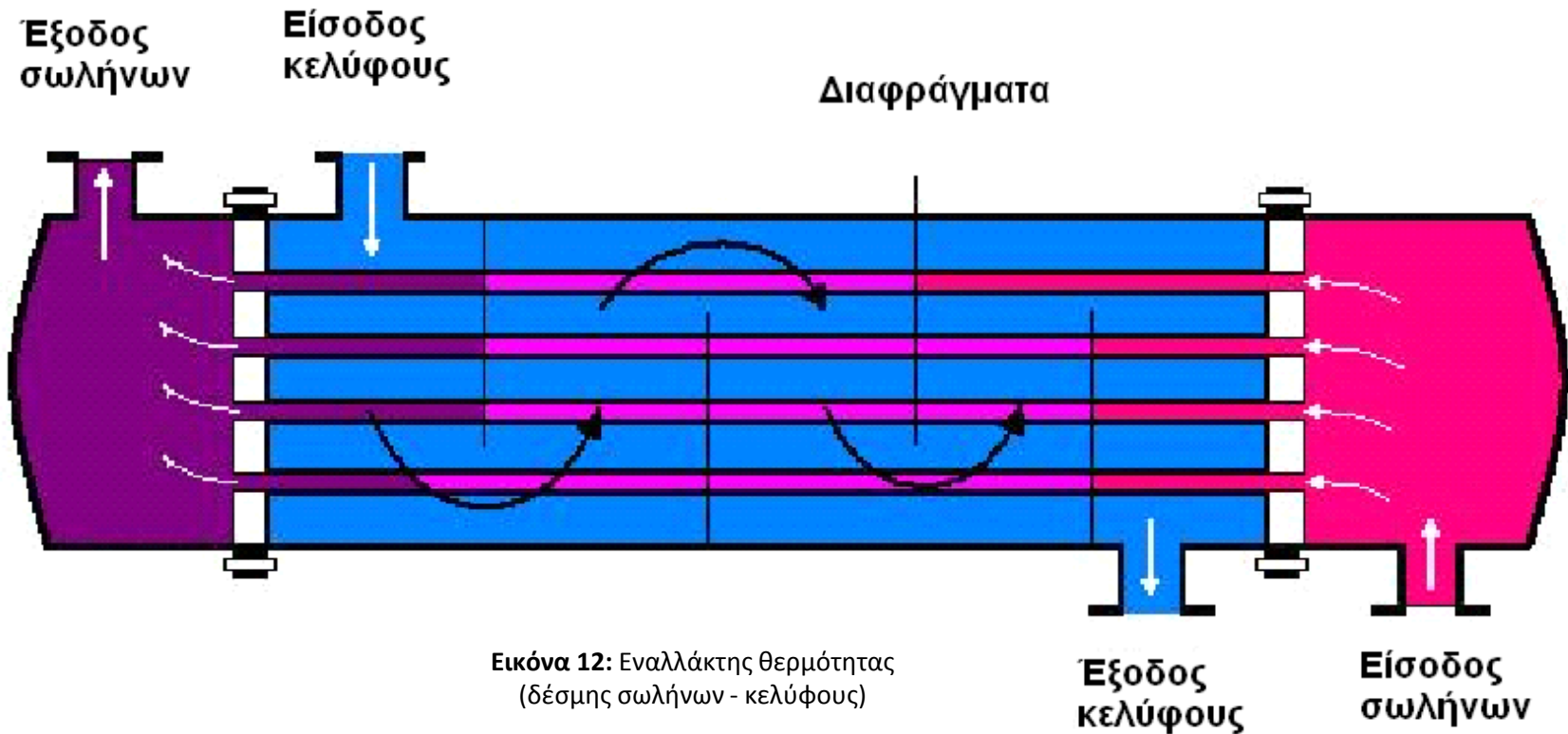
GE-90

- 122,000 lbf
- Boeing 777
etc.



Εικόνα 11: Στρόβιλοι

Εναλλάκτης θερμότητας (δέσμης σωλήνων - κελύφους)



Εικόνα 12: Εναλλάκτης θερμότητας
(δέσμης σωλήνων - κελύφους)

Εφαρμογές: Σταθμοί παραγωγής – Ανάκτηση θερμότητας



Παράδειγμα (1/8)

- Ατμός εισέρχεται σε ακροφύσιο με 30 bars και 350°C και εξέρχεται με 14 bars και ταχύτητα 535m/s. Η παροχή μάζας είναι 8000 kg/h. Αγνοώντας την ταχύτητα εισόδου και θεωρώντας αδιαβατική ροή, να υπολογισθούν:

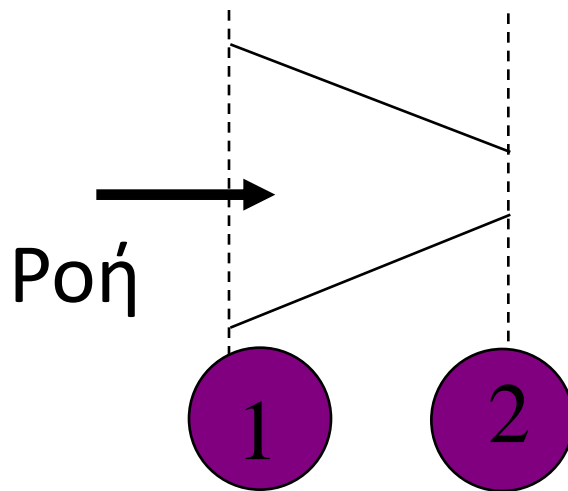
(a) η ενθαλπία εξόδου, σε kJ/kg,

(b) η θερμοκρασία εξόδου, σε °C, και

(c) η διατομή εξόδου, σε cm².



Παράδειγμα (2/8)



Εξισώσεις:

$$\dot{m}_1 h_1 + \dot{Q} + \dot{W} =$$
$$= \dot{m}_2 h_2 + \Delta(\text{ΚΕ}) + \Delta(\Delta\text{Ε})$$

$$\dot{m} = \frac{\rho VA}{\nu}$$

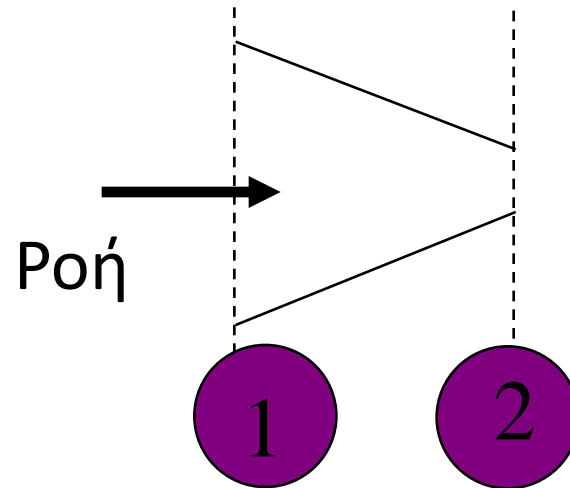
V : ταχύτητα



Παράδειγμα (3/8)

Ατμός
 $m = 8000 \text{ kg/h}$

$p = 30 \text{ bar}$
 $T = 350 \text{ }^\circ\text{C}$
 $V \sim 0$



$p = 14 \text{ bar}$
 $V = 535 \text{ m/s}$



Παράδειγμα (4/8)

Λύση:

Ενθαλπία εισόδου: $h = 3115.3 \text{ kJ/kg}$

$$\dot{Q} = 0, \dot{W} = 0$$

$$\Delta(\Delta E) = 0$$

$$\Delta(\text{ΚΕ}) = \dot{m} \left(\frac{V_2^2}{2} - \frac{V_1^2}{2} \right) = \dot{m} \frac{V_2^2}{2}$$



Παράδειγμα (5/8)

(α) Ισοζύγιο:

$$\dot{m}h_1 = \dot{m}h_2 + \dot{m}\frac{V_2^2}{2} \quad \text{ή} \quad h_2 = h_1 - \frac{V_2^2}{2}$$

Άρα:

$$\begin{aligned} h_2 &= 3115.3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - \frac{\left(535 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} \left(\frac{1 \text{kJ s}^2}{1000 \text{kg m}^2}\right) = \\ &= 2972.19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{aligned}$$



Παράδειγμα (6/8)

- (β) Για $p = 14 \text{ bar}$, είναι $h_g = 2790 \text{ kJ/kg}$, άρα στη κατάσταση 2 είναι υπέρθερμος.
- Από τους πίνακες υπέρθερμων ατμών προκύπτει ότι η T_2 είναι μεταξύ 250 και 300°C .



Παράδειγμα (7/8)

$$T_2 = 250 + (300 - 250) \left(\frac{2972.19 - 2927.2}{3040.4 - 2927.2} \right) = 269.8^\circ \text{C}$$

Όμοια: $v_2 = 0.1709 \text{ m}^3/\text{kg}$



Παράδειγμα (8/8)

(γ)

$$A_2 = \frac{\dot{m} v_2}{V_2} = \frac{\left(\frac{8000 \text{ kg}}{3600 \text{ s}} \right) \left(0.1709 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)}{\left(535 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)} =$$
$$= 7.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 7.1 \text{ cm}^2$$



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/3)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- Εικόνα 1:

Διάγραμμα ΑΗΣ: <https://melab.wikischolars.columbia.edu/Steam+Turbine+Power+Plant>

- Εικόνα 2:

Σχηματικό διάγραμμα για το έργο ροής: Σελίδα 241, Θερμοδυναμική για Μηχανικούς, Yunus A. Cengel, Afshin J. Ghajar, εκδόσεις Τζιόλα

- Εικόνα 3:

Κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας σταθεροποιημένης ροής οι ιδιότητες του ρευστού ενδέχεται να μεταβάλλονται εντός του όγκου ελέγχου ως προς το χώρο όχι όμως και ως προς το χρόνο: Σελίδα 36, Θερμοδυναμική για Μηχανικούς, Yunus A. Cengel, Afshin J. Ghajar, εκδόσεις Τζιόλα

- Εικόνα 4:

Τα ακροφύσια και οι διαχύτες μορφοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλούν μεγάλες μεταβολές στις ταχύτητες του ρευστού και επομένως στις κινητικές τους ενέργειες: Σελίδα 248, Θερμοδυναμική για Μηχανικούς, Yunus A. Cengel, Afshin J. Ghajar, εκδόσεις Τζιόλα



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/3)

- Εικόνα 5:

Στρόβιλος: Moran and Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, Fig. 4.8

- Εικόνα 6:

Βαλβίδες στραγγαλισμού: Moran and Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 5th Edition, Chapter 4.

- Εικόνα 7:

Εναλλάκτες Θερμότητας: Moran and Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 5th Edition, Chapter 4.

- Εικόνα 8:

Ακροφύσια: <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/VirtualAero/BottleRocket/airplane/nozzle.html>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/3)

- Εικόνα 9:

Στρόβιλοι: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/powturb.html>

- Εικόνα 10:

Στρόβιλοι:
<http://quest.nasa.gov/aero/planetary/atmospheric/propulsion.html>

- Εικόνα 11:

Στρόβιλοι:
<http://www.nasa.gov/centers/glenn/about/fs03grc.html>

- Εικόνα 12:

Εναλλάκτης θερμότητας (δέσμης σωλήνων - κελύφους):
<http://engfac.cooper.edu/melody/411>



Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Χατζηαθανασίου Βασίλειος, Καδή Στυλιανή. «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ. Πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής-Εφαρμογή σε ανοικτά συστήματα». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS423/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

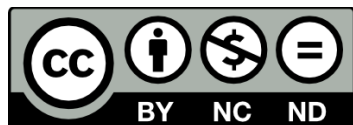
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Σβάρνα Κωνσταντίνα
Θεσσαλονίκη, Εαρινό εξάμηνο 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

