

1. ΣΤΟΧΟΘΕΣΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Οι σπουδαστές μετά την ολοκλήρωση του κύκλου διδασκαλίας του μαθήματος πρέπει να:

- ✓ Περιγράφουν τους αεριοστροβιλικούς κύκλους και να εκπονούν την ανάλυση τους.
- ✓ Περιγράφουν την συμπεριφορά των αεριοστροβιλικών κύκλων εκτός του σημείου σχεδίασης τους.
- ✓ Περιγράφουν τις αρχές λειτουργίας και τους τύπους ατμοστροβίλων.
- ✓ Υπολογίζουν τα ρευστοθερμικά μεγέθη σε βαθμίδα ατμοστροβίλου.
- ✓ Αναφέρουν και να περιγράφουν τις τεχνικές συμπαραγωγής.
- ✓ Αναπτύσσουν τις εφαρμογές και επιπτώσεις της συμπαραγωγής.
- ✓ Περιγράφουν τους τύπους και τις αρχές λειτουργίας των προωστικών συστημάτων.

2. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

- Δομή κύκλου διδασκαλίας: Διαλέξεις (3h x 10=30h) + Επίλυση ασκήσεων (3h x 4=12h).
- Διδακτικό υλικό: Σημειώσεις διδάσκοντα, Βιβλιογραφία, Εγχειρίδια κατασκευαστών
- Μέσα διδασκαλίας: Εποπτικά μέσα διδασκαλίας, Η/Υ + Λογισμικό για την υπολογιστική εξομείωση ροής σε στροβιλομηχανές, Εργαστηριακές συσκευές και εγκαταστάσεις.
- Αξιολόγηση: Εκπόνηση εργασιών από τους σπουδαστές, Γραπτές εξετάσεις.

3. ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ

- Προαπαιτούμενα μαθήματα: Θερμικές Στροβιλομηχανές Ι.

4. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ

- Φυσικές ιδιότητες και συμπεριφορά ατμών (Ατμοποίηση υπό σταθερά πίεση, Θερμοκρασία ατμοποίησης, Οριακές καμπύλες κεκορεσμένου υγρού και ξηρού κεκορεσμένου ατμού, Κρίσιμη κατάσταση, Ιδιότητες και χαρακτηριστικά του υγρού και του υπέρθερμου ατμού, Πίνακες και διαγράμματα ατμών για τον υπολογισμό αλλαγών κατάστασης, Διαγράμματα h-s και T-s).
- Αρχές λειτουργίας και κατηγοριοποίηση ατμοστροβίλων.
- Κύκλος ατμοστροβίλου (Κύκλος Rankine, Ροή σε ακροφύσια, σε πτερύγια και απώλειες, Διαστασιολόγηση ακροφυσίων, πτερυγίων και στροφείων).
- Αξονικοί ατμοστρόβιλοι (Μονοβάθμιοι, Πολυβάθμιοι).
- Ακτινικοί ατμοστρόβιλοι.
- Εγκαταστάσεις ατμοστροβίλων (Τυπικές διατάξεις, Μέθοδοι ρύθμισης της ισχύος, Ατμοστρόβιλοι για φορτία βάσης και φορτία αιχμής, Βιομηχανικοί ατμοστρόβιλοι αντίθλιψης).

ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

- Τεχνικές συμπαραγωγής (Συστήματα ατμοστροβίλου, Συστήματα αεριοστροβίλου, Συστήματα συνδυασμένου κύκλου, Κύκλοι βάσης Rankine με οργανικά ρευστά, Τυποποιημένες μονάδες συμπαραγωγής, Κυψέλες καυσίμου)
- Ενεργειακή συμπεριφορά συστημάτων συμπαραγωγής (Δείκτες ενεργειακής συμπεριφοράς, Ενεργειακά χαρακτηριστικά συστημάτων συμπαραγωγής, Τρόποι λειτουργίας)
- Εφαρμογές και επιπτώσεις συμπαραγωγής (Σύστημα ηλεκτρισμού, Βιομηχανία, Κτίρια, Γεωργία, Οικονομικές-Κοινωνικές επιπτώσεις, Περιβαλλοντικές επιπτώσεις)

- Οικονομική βιωσιμότητα συστημάτων συμπαραγωγής (Κόστος συστημάτων, Μεθοδολογία οικονομικής αξιολόγησης, Διαδικασίες επιλογής).

ΘΕΩΡΙΑ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΩΝ

- Θεμελιώδεις εξισώσεις.
- Θεωρία μονοδιάστατης ροής στην βαθμίδα στροβιλομηχανής (Αξονικοί - Ακτινικοί Συμπιεστές, Αξονικοί - Ακτινικοί Στρόβιλοι).
- Θεωρία δισδιάστατης ροής στην βαθμίδα αξονικής στροβιλομηχανής (Θεωρία στοιχειώδους πτερυγίου).
- Θεωρία τρισδιάστατης ροής στην βαθμίδα στροβιλομηχανής.

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΩΝ

- Αγωγοί εισόδου (Απώλειες, Βαθμοί απόδοσης, Υποηχητικός -υπερηχητικός αγωγός εισόδου, Εφαρμογές)
- Συμπιεστές (Αξονικοί - Ακτινικοί - Συγκριτική παρουσίαση, Παράγοντες που επιδρούν στον λόγο πιέσεων της βαθμίδας, Υπολογισμός ταχύτητας περιστροφής - Διαστάσεων - Αριθμού βαθμίδων, Φαινόμενα - Επιδράσεις συμπιεστότητας, Χαρακτηριστικές).
- Θαλάμοι καύσης (Α. Στοιχεία Καύσης: Εξισώσεις χημικών αντιδράσεων κατά την καύση καυσίμου με αέρα, Ενέργεια σχηματισμού, Ενέργεια αντίδρασης, Θερμογόνος δύναμη, Θερμοκρασία αδιαβατικής φλόγας, Διαδικασία καύσης - Βαθμός απόδοσης καύσης - Ένταση καύσης, Ευστάθεια καύσης, Καύσιμα αεροστρόβιλων, Σύνθεση και ιδιότητες προϊόντων καύσης, Β. Απαιτήσεις - Τύποι Θαλάμων καύσης, Συστήματα έγχυσης, Προετοιμασία καυσίμου, Έναυση, Ψύξη - Απώλεια ολικής πίεσης - Κατανομή θερμοκρασίας εξόδου καυσαερίων, Επιπτώσεις ιδιοτήτων καυσίμων, Πρακτικά προβλήματα).
- Στρόβιλοι (Αξονικοί – Ακτινικοί - Συγκριτική παρουσίαση, Παράμετροι σχεδιασμού, Διαστασιολόγηση, Χαρακτηριστικές, Ψύξη Στροβίλου - Τεχνικές Ψύξης Πτερυγίων)
- Ακροφύσια (Βαθμός απόδοσης, Συγκλίνον ακροφύσιο, Συγκλίνον - αποκλίνον ακροφύσιο, Εφαρμογές).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΙΣ

- Υλικά κατασκευής συμπιεστή – Θαλάμου καύσης – Στροβίλου.
- Υλικά κατασκευής δίσκων – Τριβέων.
- Θερμικές - φυγοκεντρικές τάσεις πτερυγίων – Δίσκων, Ολιγοκυκλική - πολυκυκλική κόπωση.
- Ζυγοστάθμιση, Κρίσιμες ταχύτητες, Κραδασμοί.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΩΝ

- Λειτουργικές Επιδόσεις, Βασικές έννοιες, Ορισμοί.
- Σημείο σχεδίασης - Σημείο Λειτουργίας - Σύζευξη Συνιστωσών - Γραμμή Λειτουργίας - Όρια ασφαλούς περιοχής λειτουργίας- Πάλμωση - Μόνιμη - Μεταβατική Λειτουργία.
- Δοκιμές (Δοκιμαστήριο κινητήρα - Αναγωγή παραμέτρων λειτουργίας, Διόρθωση μετρήσεων, Τυπική ανάλυση επίδοσης στροβιλομηχανής, Διαγράμματα)
- Προσομοίωση λειτουργίας – επιδόσεων με Η/Υ.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ

- Συστήματα ελέγχου - Μέθοδοι επόπτευσης λειτουργικής κατάστασης στροβιλομηχανών - Μετρητικές διατάξεις - Βλάβες – Διάγνωση βλαβών.
- Συστήματα εξυπηρέτησης.
- Σύστημα ψύξης - Σύστημα λίπανσης.
- Βοηθητικά συστήματα ισχύος.

5. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Στα πλαίσια του εργαστηριακού μαθήματος επιτελούνται τα ακόλουθα:

A) Ασκήσεις παραμετρικής ανάλυσης αεροστροβιλικών κύκλων μέσω H/Y. Ενδεικτικά αναφέρονται οι ακόλουθες ασκήσεις ανάλυσης και σχεδιασμού μέσω H/Y και ασκήσεις υπολογιστικής προσομοίωσης:

- ΚΩΔΙΚΑΣ BLADEGEO: Ο κώδικας αυτός επιτρέπει τον σχεδιασμό πτερυγίων στροβιλομηχανών.
- ΚΩΔΙΚΑΣ CASCADE: Πρόκειται για κώδικα ανάλυσης και σχεδιασμού διάταξης 2-D πτερυγίων για στροβιλομηχανές. Η γεωμετρία της αεροτομής διαμορφώνεται με την επαλληλία της συνάρτησης του πάχους στην συνάρτηση της μέσης γραμμής καμπυλότητας. Εναλλακτικά, μπορεί να επιλεγεί οποιαδήποτε αεροτομή από οικογένειες τυποποιημένων αεροτομών (π.χ. NACA). Με δεδομένη την γεωμετρική διαμόρφωση της διάταξης των πτερυγίων, υπολογίζονται οι γωνίες εξόδου της ροής για επιλεγμένο εύρος γωνιών εισροής. Για την κάθε περίπτωση, υπολογίζεται ο συντελεστής πίεσης στην επιφάνεια του 2-D πτερυγίου. Σημειώνεται ότι ο κώδικας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πτερύγια συμπιεστών και στροβίλων. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης είναι άμεσα συγκρίσιμα με αντίστοιχα που συναντώνται στην βιβλιογραφία.
- ΚΩΔΙΚΑΣ AFPROP (Air Fuel PROPERTIES): Κώδικας για τον υπολογισμό των θερμοδυναμικών ιδιοτήτων του αέρα και των καυσαερίων συναρτήσει της θερμοκρασίας και του λόγου καύσιμου/αέρα.
- ΚΩΔΙΚΑΣ ACOM (Axial multistage COMpressor): Πρόκειται για κώδικα ανάλυσης και σχεδιασμού πολυβάθμιου αξονικού συμπιεστή. Με δεδομένα τα κύρια ρευστομηχανικά μεγέθη του συμπιεστή (γεωμετρία στροφείου, γεωμετρία κινητών-ακίνητων πτερυγίων, λόγος πιέσεων, συνθήκες εισόδου) υπολογίζονται τα τρίγωνα ταχυτήτων στην κάθε βαθμίδα του αεροστροβίλου και οι κατανομές πίεσης – ταχύτητας - θερμοκρασίας στην κάθε βαθμίδα του συμπιεστή.
- ΚΩΔΙΚΑΣ ATUR (Axial multistage TURbine): Πρόκειται για κώδικα ανάλυσης και σχεδιασμού πολυβάθμιου αξονικού στροβίλου. Με δεδομένα τα κύρια ρευστομηχανικά μεγέθη του στροβίλου (γεωμετρία στροφείου, γεωμετρία κινητών-ακίνητων πτερυγίων, λόγος πιέσεων, συνθήκες εισόδου) υπολογίζονται τα τρίγωνα ταχυτήτων στην κάθε βαθμίδα του αεροστροβίλου και οι κατανομές πίεσης – ταχύτητας - θερμοκρασίας στην κάθε βαθμίδα του συμπιεστή.
- ΚΩΔΙΚΑΣ ATUD (Axial TURbine Design): Πρόκειται για κώδικα σχεδιασμού πολυβάθμιου αξονικού αεροστροβίλου. Κατά τον σχεδιασμό είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν οι πειραματικές μετρήσεις του Smith σε μοντέλα αεροστροβίλων της Rolls Royce είτε οποιαδήποτε άλλες πειραματικές μετρήσεις. Η μεθοδολογία για τον σχεδιασμό είναι αυτή που έχει προταθεί από τον Lewis και διακρίνεται για τον 'εκπαιδευτικό' προσανατολισμό της. Με δεδομένα τα κύρια ρευστομηχανικά μεγέθη του αεροστροβίλου, υπολογίζονται τα τρίγωνα ταχυτήτων στην κάθε βαθμίδα του αεροστροβίλου καθώς οι χαρακτηριστικές καμπύλες επιδόσεων σε διαστατική και αδιάστατη μορφή.

B) Εκπαιδευτικές επισκέψεις. Ενδεικτικά σημειώνονται οι ακόλουθες:

- Επίδειξη εγκατάστασης ατμοστροβίλου (ΔΕΗ)
- Επίδειξη αεροπορικών αεροστροβίλων (EAB – Σ.Ι.)
- Επίδειξη Διαδικασίας 3^{ου} Βαθμού Συντήρησης Αεροπορικών αεροστροβίλων (Εργοστάσιο Αεροκινητήρων Π.Α. / Ελευσίνα – EAB)

Γ) Εργαστηριακές ασκήσεις: Ενδεικτικά σημειώνονται οι ακόλουθες:

- Εκπαιδευτικό Δοκιμαστήριο Ατμοστροβίλου Εργ. Θερμ. Στροβιλομηχανών Τμήματος Εκπαιδευτικών Τεχνολόγων Μηχανολόγων ΑΣΕΤΕΜ.
- Επίδειξη Δοκιμαστηρίων Αεροστροβίλων (Π.Α Εργ Α/Κ. – Σ.Ι. - EAB).

- Επίδειξη οργάνων και μεθόδων μέτρησης ρευστομηχανικών μεγεθών σε συμπιεστές (Εργαστήριο Θερμικών Στροβιλομηχανών Ε.Μ.Π.).
- Επίδειξη μετρητικών διατάξεων και διαγνωστικών μεθόδων λειτουργικής κατάστασης αεροστρόβιλων. Εφαρμογές με Η/Υ (ΕΜΠ).
- Πειραματική επίδειξη υπολογισμού χαρακτηριστικής φυγοκεντρικού συμπιεστή (ΕΜΠ).