



**Departamentul Sisteme Termice și Ingineria Mediului**

**PROGRAMA ANALITICĂ - EXAMEN DIPLOMĂ – 2019**

**Programul de studiu – SISTEME ȘI ECHIPAMENTE TERMICE**

**I. TERMOTEHNICĂ**

1. **Termodinamică generală:** sistem termodinamic, parametri termodinamici, echilibru termodinamic, transformări statice și nestatice, procese reversibile și ireversibile; schimbul de energie al sistemului termodinamic cu exteriorul: lucrul mecanic, energia internă și căldură; principiile I și al II-lea ale Termodinamicii aplicate la procese reversibile și ireversibile în sistem termodinamic închis, deschis și la cicluri.
2. **Termodinamica agenților termici:** amestecuri de gaze perfecte: participații masice, volumice și molare, constanta și masa molară a amestecului, densitatea, volumul specific, căldura specifică, energia internă, entalpia și entropia amestecului; gaze reale: vaporii și transformările simple ale acestora, tabele și diagrame de vaporii; aerul umed: proprietăți fizice (compoziție, presiune, temperatură, umiditate, volum specific și densitatea aerului umed), transformările simple de stare (la conținut de umiditate constant, la temperatură constantă la entalpie constantă și amestecul a două debite de aer umed cu stări diferite); transformarea energiei cinetice în energie potențială și invers; ajutaje.
3. **Termodinamica ciclurilor mașinilor termice:** ciclul Carnot reversibil total, ciclul teoretic al motoarelor cu ardere internă și externă, ciclul teoretic al compresoarelor cu piston, ciclul Rankine (ciclul motor cu vaporii), cicluri de termoficare, ciclul mașinii frigorifice și al pompei de căldură (ciclul generator cu vaporii).

**Bibliografie:**

1. Adrian Bejan, *Heat Transfer Handbook*, Wiley, 2003.
2. Andrei D., Andrei G., *Termodinamică tehnică și transfer de căldură*, Ed. Didactică și Pedagogică, București. 2004.
3. Damian V., Iosifescu Cr., Coman G., *Termotehnică*, Ed. Academica, Galați, 2005.
4. Damian V., *Termotehnică. Probleme*, Ed. Academica, Galați, 2007.

**II. TRANSFER DE CĂLDURĂ ȘI MASĂ**

1. **Conducția termică.** Conducția termică în regim staționar prin perete plan omogen și neomogen. Conducția termică în regim staționar prin perete cilindric omogen și neomogen.
2. **Convecția termică.** Metode utilizate în studiul convecției termice: analiza dimensională. Convecția liberă. Criterii de similitudine. Convecția forțată. Criterii de similitudine.
3. **Radiația termică.** Mărimi caracteristice radiației termice.
4. **Transferul total de căldură.** Transferul total de căldură luând în considerare conducția și convecția. Transferul total de căldură luând în considerare convecția și radiația.
5. **Aparate schimbătoare de căldură.** Definiție. Clasificare. Calcul termic. Calculul diferenței medii logaritmice de temperatură pentru curgerea fluidelor în echicurent. Calculul diferenței medii logaritmice de temperatură pentru curgerea fluidelor în contracurent.

**Bibliografie**

1. Ștefănescu D., ș.a., *Transfer de căldură și masă. Teorie și aplicații*, EDP, București, 1983.
2. Miron V., *Aparate schimbătoare de căldură. Recomandări privind calculul termic*, Ed. Zigotto, Galați, 1999.
3. Miron V., Paraschiv S.L., Paraschiv S., *Transfer de căldură. Îndrumar de laborator*, Ed. Fundației Universitare „Dunărea de Jos”, Galați, 2006.

### III. INSTALAȚII FRIGORIFICE ȘI POMPE DE CĂLDURĂ (IFPC)

#### IFPC – I

1. **Noțiuni generale:** Principiul de funcționare a instalațiilor frigorifice și pompelor de căldură; Agenți de lucru folosiți în instalațiile frigorifice și pompele de căldură.
2. **Proprietăți ale agenților frigorifici:** Diagrame termodinamice; Analiza proprietăților agenților frigorifici; Agenți frigorifici puri, amestecuri binare și multicomponent de agenți frigorifici.
3. **Noțiuni fundamentale privind instalațiile frigorifice și pompele de căldură cu comprimare mecanică de vapori :** Ciclul Carnot; Conversia energiei în instalațiile frigorifice și pompele de căldură; Ciclul teoretic de funcționare a unei instalații frigorifice cu comprimare mecanică de vapori într-o treaptă de comprimare.
4. **Instalații frigorifice și pompe de căldură cu comprimare mecanică de vapori într-o treaptă de comprimare:** Principiul de funcționare și reprezentarea ciclului în principalele diagrame termodinamice; Calculul termic al unui ciclu frigorific cu comprimare mecanică de vapori și analiza performanțelor acestuia.
5. **Instalații frigorifice și pompe de căldură cu comprimare mecanică de vapori în mai multe trepte de comprimare:** Instalații frigorifice și pompe de căldură cu comprimare mecanică de vapori în două trepte de comprimare; Schema instalației și reprezentarea procesului în diagrame termodinamice; Calculul termic al instalației; Posibilități de îmbunătățire a eficienței ciclului frigorific.
6. **Instalații frigorifice și pompe de căldură cu absorbție:** Principiul de funcționare a unei instalații frigorifice cu absorbție; Principalele fluide de lucru din instalațiile cu absorbție;
7. **Instalații frigorifice cu adsorbție:** Principiul de funcționare a unei instalații frigorifice cu adsorbție; Principalele substanțe de lucru din instalațiile cu adsorbție.

#### IFPC – II

1. **Aparate schimbătoare de căldură:** Clasificarea schimbătoarelor de căldură, Tipuri de schimbătoare de căldură utilizate în instalații frigorifice, Calculul schimbătoarelor de căldură.
2. **Calculul termic al aparatelor schimbătoare de căldură:** Calculul termic de proiectare, Calculul termic de verificare, Ecuațiile bilanțului termic și ale schimbului de căldură, Diferența medie de temperatură, Temperaturile finale și medii ale agenților,
3. **Condensatoare:** Clasificarea condensatoarelor, Condensatoare răcite cu apă, Condensatoare răcite cu aer, Condensatoare cu răcire mixtă (apă și aer), Caracteristici de funcționare ale condensatoarelor.
4. **Vaporizatoare:** Clasificarea vaporizatoarelor, Vaporizatoare multitubulare în manta cu funcționare înecată (VMO), Vaporizatoare cu fierberea agentului frigorific în țevi (VFT), Calculul termic al vaporizatoarelor pentru răcirea lichidelor, Caracteristici de funcționare ale vaporizatoarelor.
5. **Răcitoare de aer prin suprafață, prin contact și baterii de răcire**
6. **Butelii de răcire intermediară** (cu serpentină, fără serpentină)
7. **Schimbătoare de căldură regenerative** (interne): Funcționare și construcție, Calculul termic și hidrodinamic.
8. **Schimbătoare de căldură cu plăci:** Clasificare - tipuri, Schimbătoare de căldură cu plăci cu garnituri, Schimbătoare de căldură cu plăci sudate, Estimarea termică a unui schimbător cu plăci.

#### Bibliografie

1. Porneală S., Porneală Cr., *Procese în instalații frigorifice și pompe de căldură, Comprimare mecanică de vapori*, Vol. 1, Editura Fundației Universitare “Dunărea de Jos”, Galați, 2004.

2. Chiriac F., *Instalații frigorifice*, Ed. Tehnică București, 1972
3. Iosifescu Cr., Iosifescu C., *Calculul și construcția instalațiilor frigorifice*, Ed. Bren, București, 2003
4. Iosifescu Cr., *Instalații frigorifice și pompe de căldură II - Lucrări de laborator*, Galați, 2006

#### IV. INSTALAȚII TERMOENERGETICE

1. Funcția generatorului de abur. Reprezentarea funcționării unei instalații energetice care funcționează după ciclul Clausius - Rankine în diagrama T-s. Bucla de circulație naturală a apei într-un cazan cu circulație naturală.
2. Ecuațiile de compoziție ale combustibililor. Factori de conversie de la o stare la alta.
3. Determinarea prin calcul a puterii calorifice. Erori relative de calcul, stabilirea celor mai potrivite formule statistice de calcul. Puterea calorifică inferioară și superioară a combustibililor. Combustibil convenționali.
4. Schemele de analiză tehnică combustibililor. Schemele de analiza elementală pentru combustibili.
5. Determinarea temperaturilor de pompare și de pulverizare a păcurii.
6. Determinarea prin calcul a volumelor de aer necesar arderii și de gaze de ardere (arderea stoichiometrică și arderea cu exces de aer).
7. Determinarea conținutului de căldură a gazelor de ardere pentru temperaturi din zona temperaturii adiabatică. Diagrama  $I_{ga}(t, \lambda)$ .
8. Temperatura adiabatică de ardere.
9. Temperatura de rouă a gazelor de ardere. Corodarea de joasă temperatură.
10. Bilanțul termic direct al instalației de cazan. Randamentul energetic.
11. Determinarea prin calcul a pierderilor energetice ale instalației de cazan. Randamentul calculat pe cale indirectă.
12. Tipuri de generatoare de abur. Cazane cu circulație naturală și cu circulație forțată.
13. Ciclurile teoretice și reale ale instalațiilor cu turbine cu abur. Ciclurile teoretice și reale ale instalațiilor cu turbine cu gaze. Instalații binare cu turbine.
14. Studiul destinderii fluidelor în ajutaje. Studiul curgerii fluidelor de lucru printre paletel mobile. Forțele și momentele ce acționează asupra paletelor mobile. Curgerea prin rețele de palete mobile lungi.
15. Pierderi de energie în treaptă și pe întreaga turbină. Optimizarea parametrilor treptei.
16. Ciclurile teoretice și reale ale instalațiilor cu turbine cu abur. Ciclurile teoretice și reale ale instalațiilor cu turbine cu gaze. Instalații binare cu turbine.
17. Studiul destinderii fluidelor în ajutaje. Studiul curgerii fluidelor de lucru printre paletel mobile. Forțele și momentele ce acționează asupra paletelor mobile. Curgerea prin rețele de palete mobile lungi.

#### Bibliografie

1. Pănoiu N., *Cazane de abur*, EDP, București, 1982.
2. Ionitã I., *Generatoare de abur*, vol. 1, Universitatea din Galați, 1990.
3. Ungureanu, C., Pănoiu, N., Zubcu, V., Ionel I., *Combustibili. Instalații de ardere. Cazane*, Ed. Politehnica, Timișoara, 1998.
4. Vatachi N., Miron V., *Utilaje termice*, vol. II, Ed. Fundației Universitare „Dunărea de Jos” din Galați.
5. Vatachi N., *Generatoare de abur*, Curs format electronic, 2016.
6. Panait T., *Procese în turbine cu abur și gaze*, Ed. Fundației Universitare “Dunărea de Jos”, Galați, 2003.
7. Creța G., *Turbine cu abur și cu gaze*, Ed. Tehnică, București, 1996.
8. Iordache I., Oprea I., Negreanu G.P., Georgescu M.E., Berbece V., *Turbine cu abur și gaze*, Editura Tehnică, București, 2000.

## V. MOTOARE CU ARDERE INTERNĂ

1. **Funcționarea, schemele reale de funcționare și regimurile de funcționare** ale m.a.i cu piston.
2. **Procesele termodinamice ideale din m.a.i. cu piston.** Ciclurile ideale ale m.a.i. cu piston  
Fluidele utilizate la funcționarea m.a.i. cu piston.
3. **Procesele de schimbare a gazelor la m.a.i. cu piston:** Desfășurarea proceselor de schimbare a gazelor. Parametrii principali ai procesului de schimbare a gazelor. Calculul simplificat al schimbului de gaze la m.a.i. Termogazodinamica proceselor de schimbare a gazelor: termogazodinamica proceselor de admisie, de evacuare, de baleiaj. Influențele diverșilor factori asupra proceselor de schimbare a gazelor.
4. **Procesul de comprimare.** Formarea amestecului carburant și arderea acestuia. **Procesul de destindere.** Lucrul mecanic schimbat cu exteriorul în procesele ciclice.
5. **Parametrii caracteristici ai m.a.i. cu piston:** Parametrii indicați. Presiunea medie indicată. Puterea indicată. Randamentul indicat. Consumul specific indicat și consumul specific indicat de energie termică. Relațiile generale ale parametrilor indicați. Parametrii efectivi. Supraalimentarea m.a.i.
6. **Elemente de dinamica mecanismului manivelă – piston.** Forțele și momentele care acționează asupra mecanismului motor.
7. **Construcția și calculul grupei piston.** Pistonul, bolțul, segmentii. Materiale.
8. **Construcția și calculul bielei.** Materiale.
9. **Construcția și calculul arborelui cotit.** Materiale. Calculul hidrodinamic al ungerii.
10. **Sistemul de distribuție a gazelor.** Supape. Arbori de distribuție. Materiale.
11. **Părțile fixe ale mecanismului motor.** Chiulasa. Materiale.

### Bibliografie

1. Burciu M., *Motoare cu ardere internă cu piston, procese termodinamice, supraalimentare, caracteristici de funcționare și instalații*, Editura Europlus Galați, 2006.
2. Grunwald B., *Teoria, calculul și construcția motoarelor pentru autovehicule rutiere*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.
3. Negrea V.D., *Motoare cu ardere internă. Procese, economicitate, poluare*, vol. I, Editura Sedona, Timișoara, 1997.
4. Gaiginschi R., *Motoare cu ardere internă. Calcul și construcție*. Vol. I., Editura Gh. Asachi, Iași, 1995.
5. Gaiginschi R., *Motoare cu ardere internă. Calcul și construcție* Vol. II., Editura Shakti, Iași, 1997.
6. Uzuneanu K., *Motoare cu ardere internă*, Ed. Fundației Universitare „Dunărea de Jos” Galați, 2006.

## VI. BAZELE CERCETĂRII EXPERIMENTALE A MAȘINILOR TERMICE

1. **Generalități:** Schema funcțională generală a aparatelor și sistemelor de măsurare. Traductoare (rezistența variabilă; traductoare inductive; traductoare capacitive; traductoare piezoelectrice; traductori fotoelectrici).
2. **Măsurarea deplasărilor și vitezelor:** Măsurarea deplasărilor cu traductoare rezistive. Măsurarea deplasărilor cu traductoare inductive. Măsurarea deplasărilor cu traductoare capacitive. Măsurarea deplasărilor cu traductoare opticelectronice. Măsurarea vitezelor în mișcarea de translație. Măsurarea vitezelor în mișcarea de rotație.
3. **Măsurarea presiunii și a forței:** Relația dintre presiunea absolută, presiunea relativă și presiunea atmosferică. Măsurarea presiunii cu manometre cu lichid. Măsurarea presiunii cu elemente elastice. Măsurarea forței. Măsurarea momentului de torsiune și a puterii transmise de arbori în rotație.
4. **Măsurarea temperaturii:** Termometrul ideal cu gaz. Măsurarea temperaturii prin dilatare termică. Metode electrice de măsurare a temperaturii.

### Bibliografie

1. Scarpete D., *Bazele cercetării experimentale a mașinilor termice*, Universitatea “Dunărea de Jos” din Galați, 2014.
2. Holman J.P., Gajda Jr.W.J., *Experimental methods for engineers*, McGraw-Hill Publishing Company, New York, 1989.
3. Apostolescu N., Taraza D., *Bazele cercetării experimentale a mașinilor termice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979.

Director departament,  
Prof.dr.ing. Ion V. Ion