

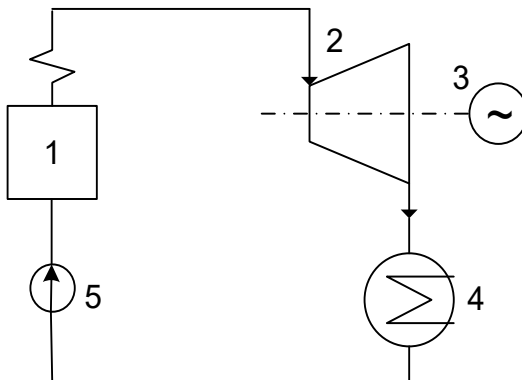


Digitally signed by
Technical Scientific
Library, TUM
Reason: I attest to the
accuracy and integrity
of this document

TERMODINAMICA TEHNICĂ

Analiza termodinamică comparativă a ciclului Rankine și a ciclului cu supraîncălzire intermediară a vaporilor

Îndrumar pentru elaborarea lucrării de an



Chișinău
2022

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**FACULTATEA ENERGETICĂ
ȘI INGINERIE ELECTRICĂ
DEPARTAMENTUL ENERGETICĂ**

TERMODINAMICA TEHNICĂ

**Analiza termodinamică comparativă a ciclului Rankine și a
ciclului cu supraîncălzire intermediară a vaporilor**

Îndrumar pentru elaborarea lucrării de an

**Chișinău
Editura „Tehnica-UTM”
2022**

CZU 536.7(07)=135.1=161.1

C 40

Lucrarea a fost discutată și aprobată la Consiliul FEIE, proces-verbal nr.5 din 14.04.22.

În lucrare este expusă metodologia de elaborare a lucrării de an la disciplina *Termodinamica tehnică*. Totodată, este prezentat un exemplu de calcul al lucrării de an.

Îndrumarul este destinat studenților Universității Tehnice a Moldovei cu forma de studii la zi și cu frecvență redusă, programele de studii *0713.2 Termoenergetică*, *0710.1 Inginerie și management în energetică*, *0713.1 Electroenergetică*, *0713.3 Ingineria sistemelor electromecanice*, *0710.2 Ingineria și managementul calității*, cu limbile de studiu română și rusă, pentru însușirea disciplinei *Termodinamica tehnică* și elaborarea lucrării de an.

Lucrarea este o variantă revăzută și completată a *Indicațiilor metodice pentru realizarea tezei de an "Analiza termodinamică a instalațiilor de forță cu turbine cu abur"* editată în anul 2010 la UTM, autori: Chelmenciuc C., Butenco N., Musteață V.

Autor: lect.univ., dr. Corina Chelmenciuc

Redactor responsabil: conf. univ., dr. Viorica Hlусov

Recenzent: lect. univ. Dumitru Braga

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN RM

Chelmenciuc, Corina.

Termodinamica tehnică: Analiza termodinamică comparativă a ciclului Rankine și a ciclului cu supraîncălzire intermediară a vaporilor: Îndrumar pentru elaborarea lucrării de an / Corina Chelmenciuc; redactor responsabil: Viorica Hlусov; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, Departamentul Energetică.

– Chișinău: Tehnica-UTM, 2022. – 61 p.: fig., tab.

Aut. indicat pe vs. f. de tit. – Texte: lb. rom., rusă. – Referințe bibliogr.: p. 61 (5 tit.). – 50 ex.

ISBN 978-9975-45-794-1.

536.7(07)=135.1=161.1

C 40

ISBN 978-9975-45-794-1

© C. Chelmenciuc

© UTM, 2022

CUPRINS

PREFAȚĂ	4
1. Sarcina lucrării de an	6
2. Descrierea proceselor din cadrul ciclurilor studiate	11
2.1. Descrierea proceselor din cadrul ciclului Rankine	11
2.2. Descrierea proceselor din cadrul ciclului cu supraîncălzire intermediară	14
3. Calculul ciclului Rankine	18
3.1. Principii generale	18
3.2. Determinarea parametrilor vaporilor în punctele de bază ale ciclului	19
3.3. Calculul proceselor termodinamice ale ciclului	22
3.4. Calculul caracteristicilor de bază ale ciclului	25
4. Calculul ciclului cu supraîncălzire intermediară a vaporilor	27
4.1. Determinarea parametrilor vaporilor în punctele de bază ale ciclului	27
4.2. Calculul proceselor termodinamice ale ciclului	29
4.3. Calculul caracteristicilor de bază ale ciclului	32
5. Методические указания по выполнению курсовой работы	34
5.1. Задание курсовой работы	34
5.2. Последовательность выполнения курсовой работы	34
5.3. Методические указания для расчета цикла Ренкина	35
5.4. Методические указания для расчета цикла паросиловой установки с промежуточным перегревом пара	41
6. Exemplet de calcul al lucrării de an	47
6.1. Date inițiale	48
6.2. Calculul ciclului Rankine	48
6.3. Calculul proceselor termodinamice ale ciclului cu supraîncălzire intermediară	55
REFERINȚE BIBLIOGRAFICE	61

PREFAȚĂ

Termodinamica tehnică este știința despre transformările termomecanice și interacțiunea dintre corpuri, precum și despre proprietățile agenților, care participă la aceste transformări. Ea se bazează pe trei principii de bază:

- *Primul principiu al termodinamicii* – energia unui sistem izolat se păstrează constantă la toate procesele care au loc în sistem.
- *Principiul al doilea al termodinamicii* – arată direcția desfășurării proceselor macroscopice și condițiile de transformare reciprocă a lucrului mecanic și căldurii.
- *Principiul al treilea* – face posibilă determinarea valorii absolute a entropiei, uneia dintre cele mai esențiale funcții ale termodinamicii.

Termodinamica tehnică a avut ca obiect de studiu ciclurile motoarelor termice în care se efectuează transformările reciproce de energie sub formă de căldură și lucru mecanic. Astfel au evoluat cercetările proceselor și ale ciclurilor, ale mașinilor frigorifice, motoarelor cu ardere internă, turbinelor cu vapori (abur), cu gaze, ale ciclurilor centralelor electrice etc.

Realizările practice legate de încercarea de a produce energie mecanică folosind căldura datează din timpuri străvechi. Chiar în antichitate au fost încercări de a utiliza forța aburului la producerea mișcării, însă dezvoltarea acestora a fost stopată în Evul mediu. Abia în sec. al XVII-lea Papin a proiectat cazanul cu abur cu supapă de siguranță.

Către sfârșitul sec. al XIX-lea, în condițiile dezvoltării industriilor, apare necesitatea construcției unor mașini cu puteri și turații mari.

Acest fapt a condus la descoperirea turbinei cu abur (Lavale 1890).

Descoperirea primelor mașini termice, mașinilor cu abur, a ridicat problema îmbunătățirii randamentului acestei mașini.

În lucrarea de față, în prima parte, se va studia ciclul Rankine care reprezintă ciclul ideal al instalației termice cu vapori (abur).

Metodele de sporire a randamentului termic al ciclului sunt următoarele:

- ✓ majorarea presiunii și temperaturii aburului la intrarea în turbină;

- ✓ reducerea presiunii și temperaturii aburului la ieșirea din turbină;

- ✓ preîncălzirea regenerativă a apei de alimentare cu abur prelevat de la turbină;

- ✓ supraîncălzirea intermediară a aburului;

- ✓ termoficarea – valorificarea energiei termice cedate în mediul ambiant.

În partea a doua a lucrării se analizează metoda de îmbunătățire a randamentului termic – supraîncălzirea intermediară a aburului. Cu ajutorul acestei metode se poate obține o creștere a randamentului termic cu aproximativ 5 puncte procentuale.

Elaborarea lucrării de an asigură o însușire mai profundă de către studenți a legităților și transformărilor ce au loc în ciclul termodinamic Rankine, metodelor de îmbunătățire a randamentului termic al instalațiilor de forță cu turbine cu abur și a căilor de sporire a eficienței utilizării resurselor energetice în general.

Lucrarea oferă posibilitate studenților să facă cunoștință de sine stătător cu ciclul Rankine și cu procesele care au loc în acest ciclu. Ei vor observa avantajele introducerii supraîncălzirii intermediare a vaporilor de apă în ciclu, vor obține deprinderi practice în procesul culegerii parametrilor vaporilor de apă din tabelele termodinamice și din diagrama $h-s$, cât și cu ajutorul programelor specializate de calcul.

De asemenea, în procesul de elaborare a lucrării, studenții vor învăța să întocmească un memoriu explicativ și să tragă concluzii în baza rezultatelor obținute în urma calculelor efectuate în lucrare.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Москва: Энергоатомиздат, 1984. - 423 с.
2. Диаграмма HS для воды и водяного пара v2.5 [software]. [citat 23.03.2022]. disponibil <http://neurothermal.ru/>
3. Roșca M., Blaga A. Termotehnică. Oradea: Editura Universității din Oradea, 2008. - 165 p.
4. Arharov A ș.a. Termotehnica. Chișinău: Lumina, 1991. - 496 p.
5. Oprețoiu A. Termotehnica și aparate termice. Termodinamica tehnică. Cluj Napoca: Institutul Politehnic, 1989. - 225 p.