

Rezumat

Lucrarea prezintă ansamblul rezultatelor cercetărilor desfășurate de autoare, referitoare la:

- ✍ Analiza generării de entropie și evaluarea performanțelor ciclului ireversibil Carnot;
- ✍ Aplicarea Metodei Directe, Metodei Termodinamicii cu Dimensiuni Fizice Finite (TDFF), Metodei Izoterme a lui Schmidt și a modelului adiabat al lui Finkelstein, în studiul mașinilor Stirling – motoare și mașini ce funcționează după cicluri inversate (receptoare), și confruntarea rezultatelor analitice cu cele experimentale.

Prima parte a tezei cuprinde studiul ciclului ireversibil Carnot, direct și inversat, ținând cont de viteza finită a proceselor. Studiul este bazat pe o nouă metodă de optimizare a proceselor și ciclurilor cu viteză finită, Metoda Directă de studiu și evaluare a ireversibilităților. Performanțele acestor cicluri sunt evaluate prin relații analitice, ținând cont de ireversibilitățile interne generate de viteza finită, mai cu seamă, pierderile de presiune datorate (1) laminării (2) vitezei finite a pistonului (3) frecărilor interne și mecanice (4) ireversibilitatea datorată pierderilor de căldură. Aceste ireversibilități sunt conținute de expresia Primului Principiu al Termodinamicii pentru procesele ce se desfășoară cu viteză finită, iar aplicarea acesteia conduce direct și pe cale analitică la expresia randamentului sau a coeficientului de performanță și a generării de entropie în funcție de viteză finită a proceselor și a altor parametri geometrici și funcționali ai mașinii.

Cea de a doua parte a tezei prezintă aplicarea modelelor de analiza termodinamică (Metoda Directă, Metoda Termodinamicii cu Dimensiune Fizică Finită, modelul izoterm al lui Schmidt și modelul adiabat al lui Finkelstein) în studiul mașinilor Stirling –motoare și receptoare, și confruntarea rezultatelor analitice cu cele experimentale. Aceste trei modele de analiză termodinamică au fost adaptate și aplicate în studiul ireversibilităților generate în timpul funcționării unei mașini termice Stirling tip β . Dispozitivul experimental analizat poate funcționa după un ciclu direct sau inversat (motor sau receptor) între două surse de căldură aflate la temperatura constantă. Analiza proceselor de transfer de căldură și de curgere a gazului de lucru, ce au loc în motorul Stirling tip α , cu care este echipat micro-cogeneratorul analizat, este efectuată utilizând un model adiabatic monodimensional. Această analiză este caracterizată de divizarea motorului în cinci volume de control, cărora li se aplică ecuațiile gazelor perfecte și ecuațiile conservării masei și energiei. Unitatea de micro-cogenerare utilizează un motor Stirling cu combustie externă a gazului natural. Motorul utilizat este un motor Stirling cu patru pistoane dublu-efect. Geometria complexă a schimbătoarelor de căldură a fost determinată prin măsurători optice. Rezultatele experimentale originale obținute pentru cele două motoare Stirling analizate permit evidențierea capacităților fiecărei metode studiate de a simula funcționarea reală a mașinii Stirling analizate și de a propune variante constructive îmbunătățite. Pe baza rezultatelor cercetării întreprinse în prezenta teză de doctorat, se conturează comparații obiective și clare între posibilitățile și limitele fiecăreia dintre cele patru metode de analiză termodinamică studiate.

Abstract

This paper presents the author's overall results obtained in his doctoral thesis. **The first part** of the thesis covers the study of the refrigeration machines, considering the finite speed of the processes. The study is based on a new method to optimize the processes and the cycles with finite speed, the Direct Method of study and the evaluation of the irreversibilities. The performance of these cycles are evaluated using analytical relations, considering internal irreversibilities generated by finite speed, especially the pressure losses due to (1) throttling (2) finite speed of the piston (3) internal and mechanical friction (4) irreversibilities due to heat losses. The proposed study for this first part of the thesis analyzes the generation of thermal irreversibilities in a thermal machine functioning on a quasi-Carnot reversed cycle (refrigerating machine with mechanical compression of vapor-IFV) proposing a completely analytical calculation scheme. With this calculation scheme sensitivity studies and optimization of these types of machines were developed, without having to use saturated vapor tables. **The second part** of the thesis presents the application of thermodynamic models (Direct Method, Finite Physical Dimension thermodynamics method, Schmidt's isotherm model and Finkelstein's adiabatic model) in the study of Stirling engines – engines and machines that function on reversed cycles (receivers) and the confrontation of analytical results with the experimental ones. These three models of thermodynamic analysis have been adapted and applied to the study of the irreversibilities generated during the operation of a Stirling thermal machine of type β , characterized by an arrangement of the piston and of heat exchangers in a single cylinder. The analyzed experimental device can function on a direct or reversed cycle (motor or receiver) between two heat sources at constant temperature. The analysis of the heat transfer processes and of the flow of the working gas, which occur in the type α Stirling engine, which drives the analyzed micro-cogenerator, is performed using one dimensional adiabatic model. This analysis is characterized by the division of the engine control in five control volumes, to which the perfect gas equations and equations of mass and energy conservation are applied. The micro-cogeneration unit uses an external combustion Stirling engine with natural gas. The engine used is a four-piston with double-effect Stirling engine. The complex geometry of heat exchangers was determined by optical measurements. The geometric dimensions have also served to supply the Direct Method algorithm and Schmidt's isotherm model. The original experimental results obtained for the two Stirling engines that were analyzed, are confronted with those obtained by methods of thermodynamic analysis, which allows defining the parameters of adjustment needed to validate the thermodynamic models. This confrontation allows the determination of another method, a combination of the studies used, in order to model more precise the operation of the system, keeping the advantages of each method in the range of the given rotational speeds.