



Universitatea Tehnică a Moldovei

Proiectarea constructivă și fabricarea unui prototip de motor turboreactor

Teză de master

Ingineria Produsului și a procesului în Construcții de Mașini

Student:

FURDUI Victor

Coordonator:

**MAZURU Sergiu,
prof. univ., dr. hab**

Chișinău, 2026

	Pag.
Introducere	7
Capitolul 1. Analiza temei	8
1.1 Principiul general de funcționare al motoarelor cu reacție	8
1.2 Construcția generală al motoarelor cu reacție	8
1.2.1. Compresorul	9
1.2.2. Camera de ardere	12
1.2.3. Turbina	14
1.3 Tipurile constructive ale motoarelor	15
1.3.1 Motoarele Turboreactoare	15
1.3.2 Motoarele Turbopropulsoare	16
1.3.3 Motoarele Turboventilatoare	20
1.3.4 Turbostarterele	22
1.3.5 Unitățile auxiliare de putere (APU-Auxiliary power unit)	23
1.3.6 Turbine pe gaz pentru centralele electrice	24
1.3.7 Turbopompele (Turbopump)	26
Capitolul 2. Proiectarea motorului	27
2.1 Componentele motorului	27
2.2 Impellerul	28
2.3 Turbina	30
2.4 Ansamblul rulmenți	32
2.5 Difuzorul și stabilizatorul	33
2.6 Statorul turbinei și Confuzorul	35
2.7 Camera de ardere	38
2.8 Sistema de alimentare, sistema de ungere-răcire a rulmenților, carena aerodinamică și duza motorului.	39
Capitolul 3. Fabricarea prototipului	40
3.1 Tehnologiile de fabricație utilizate	40
3.2 Tehnologia aditivă de fabricație	40
3.3 Modificarea impelleruli și turbinei	42
3.4 Piesele strunjite și frezate	43
3.5 Piesele din tablă	45
3.6 Rulmenții	50
3.7 Asamblarea motorului	53
Capitolul 4. Sistemele de control și monitorizare a motorului	56
4.1 Senzorul de turații	56
4.2 Temperatura gazelor de eșapament (EGT)	57
4.3 Presiunea aerului și combustibilului	57
4.4 Forța reactivă	58
4.5 Sistemul de ungere și răcire al rulmenților	58
4.6 Sistema de alimentare cu combustibil	59
4.7 Sistemul de aprindere	61
4.8 Starterul	61
Capitolul 5. Rezultatele testărilor și concluzia	65
Posibilele domenii de utilizare	66

Rezumatul

Furdui Victor. Proiectarea constructivă și fabricarea prototipului unui motor turboreactor. Universitatea tehnică a Moldovei, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Departamentul Ingineria Fabricației, 2025. Teză de master: pag.- 68, figuri -94, surse bibliografice – 30.

În lucrarea curentă este descris procesul de proiectare și fabricației a prototipului unui motor turboreactor de putere și dimensiune mică. Se descrie principiul general de funcționare, componentele de bază și tipurile existente ale motoarelor și unităților de putere cu turbină de gaz. Sunt descrise procedeele de executarea a pieselor și tehnologiile de fabricație utilizate. De asemenea sunt prezentate toate sistemele de monitorizare și control a funcționării motorului și domeniile practice perspective de utilizare a motorului.

Cuvinte-cheie: proiectare, fabricare, turboreactor, sistemele de monitorizare și control, proces.

Abstract

Furdui Victor. Constructive design and manufacturing of a turbojet engine prototype. Technical University of Moldova, Faculty of Mechanical, Industrial and Transport Engineering, Department of Manufacturing Engineering, 2025. Master's thesis: p.- 68, figures -94, bibliographic sources – 30.

The current work describes the process of designing and manufacturing a prototype of a small-sized and powerful turbojet engine. The general operating principle, basic components and existing types of gas turbine engines and power units are described. The processes of manufacturing parts and the manufacturing technologies used are described. All monitoring and control systems of the engine operation and practical areas of engine use are also presented.

Keywords: design, manufacturing, turbojet, monitoring and control systems, process.

Introducere

Motoarele turboreactoare reprezintă una dintre cele mai importante realizări ale ingineriei aeronautice moderne, constituind principala sursă de propulsie pentru majoritatea aeronavelor comerciale și militare.

Dezvoltarea lor a revoluționat transportul aerian, permițând atingerea unor viteze mari, altitudini ridicate și eficiență energetică superioară în comparație cu alte tipuri de motoare în aviație.

De asemenea în ultimii ani, un interes major îl reprezintă dronele cu reacție, datorită performanțelor superioare a acestora în ceea ce privește viteza, altitudinea și manevrabilitatea. În comparație cu motoarele electrice și motoarele cu pistoane utilizate pe drone, motoarele turboreactoare prezintă un șir de avantaje.

- motoarele turboreactoare permit dronelor să atingă viteze de câteva ori mai mari decât cele dotate cu motoare electrice sau cu piston

- acestea funcționează eficient la altitudini ridicate 10-15 km, unde motoarele cu piston își pierd performanța

- un raport excelent dintre greutate și putere și dimensiunile compacte ale motorului

Motoarele electrice necesită alimentarea de la baterii masive și grele, având o distanță de zbor redusă, iar greutatea bateriei nu se modifică o dată cu descărcarea acesteia, pe când arderea combustibilului duce la micșorarea greutății totale a dronei mărind suplimentar distanța de zbor.

Scopul tezei este proiectarea propriei construcții și executarea prototipului funcționabil, al unui motor turboreactor, de dimensiuni extrem de mici.

Majoritatea motoarelor turboreactoare utilizează turbinei de tip axial. Unul din scopurile proiectului este studierea posibilității utilizării turbinei de tip radial în motoarele turboreactoare de dimensiuni mici, deoarece acestea pot avea un randament mai mare.

Pentru realizarea proiectului dat va fi necesar:

- studierea principiului general de funcționare a motoarelor cu reacție

- studierea construcțiilor existente

- proiectarea propriei construcții, reieșind din parametrii turbinei și compresorului

- stăpânirea tehnologiilor de producere pentru realizarea tuturor pieselor componente

- crearea unui stand pentru teste, cu toate sistemele de monitorizare și control necesare

- testarea prototipului în diverse regimuri cu înregistrarea parametrilor și implementarea ulterioară a modificărilor necesare

Bibliografie

1. Picoș, C., Pruteanu, O., Bohosievici, C. Coman, Gh., Braha, V., Paraschiv, Dr., Slatineanu, L., Gramescu, Tr., Marin, A., Ionesii, V., Toca, A. *Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanică prin așchiere. Manual de proiectare*. Vol. 1. Chișinău, Universitas, 1992 - 640 p. ISBN 5-362-00970-2.
2. J.D. Mattingly — Aircraft Engine Design
3. S. Farokhi — Aircraft Propulsion
4. H.I.H. Saravanamuttoo, G.F.C. Rogers, H. Cohen — Gas Turbine Theory
5. Philip P. Walsh, Paul Fletcher — Gas Turbine Performance
6. J.D. Mattingly — Elements of Propulsion: Gas Turbines and Rockets
7. Румянцев С.В., Сгилевский В.А. — Системное проектирование авиационного двигателя
8. Маслов В.Г., Кузьмичев В.С., Коварцев А.Н., Григорьев В.А. — Теория и методы начальных этапов проектирования авиационных ГТД
9. Григорьев В.А. и др. — Выбор параметров и термогазодинамические расчеты авиационных газотурбинных двигателей
10. Ахмедзянов А.М. — Проектирование авиационных газотурбинных двигателей
Классическое русскоязычное руководство по проектированию ГТД
11. Васильев Б.П., Коваль В.А. и др. — Основы проектирования газотурбинных двигателей и установок
12. Моляков В.Д., Михальцев В.Е. — Теория и проектирование газовой турбины
13. Старцев Н.И. — Проектирование авиационных ГТД
14. Вьюнов С.А. — Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей
15. <https://www.nasa.gov/>
16. <https://www.spacex.com/vehicles/starship>
17. <https://www.siemens.com/global/en.html>
18. <http://avia-simply.ru/tyrboreaktivnij-dvigatel-konstrukcija>.
19. Volodymyr KUKHAR, Elena BALALAYEVA, Hlib KHLIESTOV, Olha KHLIESTOVA. Analysis of technological regimes of open-die forging with model development for digital systems of metallurgical production. U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 88, Iss. 2, 2026. Pp. 227-240. ISSN 1454-2358.
20. Volodymyr V. Kukhar, Khrystyna V. Malii, Natalia S. Hrudkina and Eleonora O. Butenko. Identification of Early Degradation Mechanisms in Zinc Coating on Cold-Formed Steel Sections Through Analysis of the Production–Storage Chain. The International Conference on Advanced Mechanical and Power Engineering (CAMPE 2025), October 20–21, 2025, Kharkiv, Ukraine. pp. 179-189. ISSN 2195-4364. <https://doi.org/10.1007/978-3-032-16381-3>.
21. Volodymyr Kukhar, Andrii Kostryzhev, Oleksandr Dykha, Oleg Makovkin, Ihor Kuziev, Roman Vakulenko, Viktoriia Kulynych, Khrystyna Malii, Eleonora Butenko, Natalia Hrudkina, Oleksandr Shapoval, and Oleksandr Hrushko. Technological and Chemical Drivers of Zinc Coating Degradation in DX51d+Z140 Cold-Formed Steel Sections. Journals Metals. Volume 16 issue 2, 37 p., 2026. <https://doi.org/10.3390/met16020146>.

19. Coifu, Iu., Nițulenco, T., Bolunduț, I.-L., Toca, A. Studiul și Ingineria Materialele (materiale metalice). Chișinău U.T.M., 2012. -467 p. ISBN 978-9975-45-261-8.
<http://repository.utm.md/handle/5014/15857>
20. Coifu, Iu., Nițulenco, T., Bolunduț, I.-L., Toca, A. *Simbolizarea materialelor metalice în sistemele de standarde GOST (Rusia), STAS (România) și EN (Uniunea Europeană)*. Editura TEHNICA UTM, Chișinău, 2013. - 256 p. ISBN 978-9975-45-261-8.
<http://repository.utm.md/handle/5014/15775>
21. Toca, A., Nitulenco T., Ciuperca R. Analiza sistemică și funcțională. Chișinău U.T.M., 2022. - 280 p. ISBN 978-9975-45-767-5. <http://repository.utm.md/handle/5014/19384>
22. Bregnova A, Crăciun E., Hrițuc A. ,Andrușcă L., Toca A., Dodun O., Slătineanu L. Bending Behavior of an Anisotropic Composite Polymeric Material Part. Macromol. Symp. 2025, 414, 70046. DOI: 10.1002/masy.70046
23. Bostan, I., Toca, A., Dulgheru, V., Boboc, V., Stroncea, A., Pereu, I., Vaculenco, M., Mocreac, S. *Proiectarea asistată de calculator în construcția de mașini*. Chișinău, Tehnica-Info, 2001, 205 p. ISBN 9975-63-065-0.
24. JAVGUREANU, Vasile, GORDELENCO, Pavel. Some elastoplastically deformation and failure composite iron - nickel coatings. In: Meridian Ingineresc. 2013, nr. 4, pp. 78-81. ISSN 1683-853X. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/29743
25. JAVGUREANU, Vasile, GORDELENCO, Pavel. Study of physical and mechanical properties of iron-nickel composite coatings macro indentation. In: Meridian Ingineresc. 2013, nr. 4, pp. 41-45. ISSN 1683-853X. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/29745
26. <http://avia-simply.ru/turbovalnij-dvigatel/>
27. <http://avia-simply.ru/kompressori-aviacionnih-gtd/>
28. <https://www.airbus.com/en>
29. <https://www.boeing.com/>
30. <https://www.prattwhitney.com/>