



Universitatea Tehnică a Moldovei

Programul de masterat

Inginerie Electrică

**Studiul câmpului magnetic în
convertizorul electromecanic de
acționare a pompelor centrifuge**

Teză de master

Masterand: Frunza Victoria

Conducător: lect.univ. Burduniuc Marcel

Chișinău – 2019

Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Inginerie Electrică

Admis la susținere

Șef departament dr.conf. Ilie
NUCA

„14” 2019

Teză de master

**Studiul câmpului magnetic în
convertizorul electromecanic de
actionare a pompelor centrifuge**

Masterand:  (Frunza Victoria)

Conducător:  (Burduniuc Marcel)

Chișinău – 2019

REZUMAT

Teza conține: 61 pagini, 23 ilustrații, 3 tabele, 24 surse bibliografice.

Cuvinte cheie: electropompă ermetică, analiza FEMM, câmp magnetic, caracteristică de pompare.

Obiect de studiu: Motorul asincron trifazat utilizat pentru acționarea pompei centrifuge ermetice.

Scopul general al proiectului: studiul câmpului magnetic al motorului asincron trifazat cu rotorul scurtcircuitat care antrenează pompa centrifugă ermetică. Câmpul magnetic este reprezentat de un set de caracteristici care demonstrează eficiența motorului asincron.

În această lucrare se utilizează pe larg tehnica modernă de calcul, care permite efectuarea calculelor și cu ajutorul soft-urilor special permit determinarea câmpului magnetic și vizualizarea acestuia. Aplicația FEMM permite studiul câmpului magnetic în toate sectoarele circuitului magnetic al motorului asincron trifazat.

O particularitate importantă a electropompelor ermetice constă în faptul că pornirea și funcționarea lor nu este posibilă fără a fi complet umplute cu lichidul pompat. Schemele constructive de bază ale motoarelor ermetice elaborate de SA "Moldovahidromaș" sunt destinate pentru pomparea lichidelor ușor inflamabile (amoniac, alcool, ce nu conțin impurități mecanice). Pompa se confecționează din oțel inoxidabil.

Utilizând metoda de calcul al câmpului magnetic prin metoda elementelor finite, a fost posibilă compararea rezultatelor obținute prin intermediul programului FEMM cu rezultatele obținute prin calcul empiric cu ajutorul soft-ului Mathcad.

Valorile inducției magnetice și a fluxului magnetic (parametrii de bază a câmpului magnetic) obținute prin intermediul programului FEMM sunt comparabile cu cele obținute prin calcul, ceea ce demonstrează că calculele au fost efectuate corect. Folosind rezultatele obținute cu ajutorul soft-ului poate fi efectuată optimizarea construcției motorului asincron trifazat.

SUMMARY

The thesis contains: 61 pages, 23 illustrations, 3 tables, 24 bibliographic sources.

Key words: Hermetic, electric pumps, FEMM analysis, magnetic field, notch, pumping characteristic.

Study Objective: The three-phase asynchronous motor used to drive the centrifugal centrifugal pump

General purpose of the project: study of the magnetic field of the three-phase asynchronous motor with the short-circuited rotor that drives the hermetic centrifugal pump.

The magnetic field is a set of features that demonstrate the efficiency of the asynchronous engine. In this paper we use the modern computing technique, which allows to perform the calculations and with the help of the special software, we can determine the magnetic field and its visualization.

The FEMM application allows study of the magnetic field in all sectors of the three-phase asynchronous motor magnetic circuit. An important feature of the hermetic electropump consists in the fact that starting and operation is not possible without being completely filled with the pumped liquid. The basic designs of hermetic engines developed by SA "Moldovahidromas" are designed for pumping flammable liquids (ammonia, alcohol, without mechanical impurities). The pump was made of stainless steel. Using the method of calculation of the magnetic field by the finite element method, it was possible to compare the results obtained through the FEMM program with the results obtained by empirical calculation using the Mathcad software.

Magnetic induction and magnetic flux values (basic magnetic field parameters) obtained through the FEMM program are comparable to those obtained by calculation, which shows that the calculations were performed correctly. Using the results obtained with the software, optimization of the three-phase asynchronous motor construction can be made.

CUPRINS

INTRODUCERE

1. MOTOARE ELECTRICE SPECIALE DE ACȚIONARE A POMPELOR

CENTRIFUGE

1.1 Generalități.....	10
1.2 Principiile de funcționare a pompelor centrifuge.....	14
1.3 Pompele electrice ermetice fabricate la „Moldovahidromaș”.....	14

2. CALCULUL ELECTROMAGNETIC AL MOTORULUI ELECTRICE SPECIALE DE ACȚIONARE A POMPELOR

2.1. Datele inițiale:.....	21
2.2. Alegerea dimensiunilor principale:.....	21
2.3. Calculul dimensiunilor zonei de creștătură a statorului și a întrefierului.....	23
2.4. Calculul rotorului	23
2.5. Algoritmul de bază al calcului electromagnetic.....	25
2.6. Caracteristicile de funcționare	44
2.7. Caracteristicile de pornire.....	48

3. MODELAREA CÂMPULUI MAGNETIC ANALIZA FEMM

3.1. Metode analitice de soluționare a ecuațiilor câmpului magnetic.....	54
3.2. Studiul câmpului magnetic al motorului asincron.....	54
3.3. Analiza câmpului magnetic in motorul asincron a pompei ermetice.....	56

Concluzii	59
------------------------	----

Bibliografie	60
---------------------------	----

Bibliografie

1. Ambros, Tudor "Convertizoare electrice și electromecanice special" Tehnica-INFO, 2008-p. 288
- Copîlov I.P., Goreainov F.P.ș.a., Proiectirovanie electriceschih mașin,, -Moscva. Energia.1980. -496p.
2. Ambros T.S. Proiectarea mașinilor electrice.-Chisinau. UTM 2004
3. Goldberg O.D., Gurin I.S., Sviridenco I.S. Proiectirovanie electriceschih mașin. - Moscva. Vîșaea școla, 1984. -431p.
4. Sergheev P.S., Vinogradov N.V., Goreainov F.A., Proiectirovanie electriceschih mașin.-Moscva. Energhia. ,1969,-632p.
5. Ileana Fețița. Materiale electrotehnice și electronice. Editura Didactică și poligrafică,-București 1993
6. Balagurov V.A., Galteev F.F., Larionov A.N. Electriceschie mașinî s postoeanîmi agnitami.-Moscva. Energhia, 1964.-480p.
7. E Olaru, N. Soroceanu, O. Marian Sanitaria industrială și igiena muncii. UTM, -Chișinău 2000
8. Ovidiu Niculescu "Management", — București 1995
9. Tipuri de pompe si productia
<https://www.hidrotehnica.md/>
10. Interactive simulators: Teach. manual. / [AG Renkas, O.V. Prydatko] - Lviv: Lviv State University of Life Safety, 2007. - 84s.
11. Brosura cu produse,
<http://hidromash.md/nomenklatura.pdf>
12. Brosura cu produse,
<https://www.verderliquids.com/ro/ro/principii-de-pompare/principiul-de-functionare-a-pompelor-centrifugale/>
13. Echipamente și sisteme moderne de automatizare și acționare cu utilizare în masa,
<https://ru.scribd.com/doc/142216046/4-1-Pompe-Instalatii-Si-Statii-Moderne-de-Pompare-a-Apei>
14. Material introductiv,
<http://hidromash.md/index.htm>
15. Binns K.J., Lawrenson P.J., Analysis and computation of electric and magnetic field problems, Oxford, 1963, pp. 51-56, pp. 72-75.
16. Tiupuri de pompe, <http://hidromash.md/products.htm>

17. Petrov G.N. Electrichestkie mashiny. Transformatory. Part I, Moscow-Leningrad, Ed. Gosenergoizdat 1956, p. 224.
18. Voldek A.I., Electrichestkie mashiny. Energia, Leningrad, 1974, p. 839.
19. Chen J, Nayar C, Xu L, Design and Finite-Element Analysis of an Outer-Rotor Permanent-Magnet Generator for Directly Couple Wind Turbines. IEEE Transaction on Magnetics, 2000, 36(5).
20. Ambros T. Electrical and Electromechanical special converters, Chisinau, Technica-INFO 2008, ISBN 978-9975-910-95-8, p.288.
21. Date despre FEEM
<http://www.femm.info/wiki/HomePage>
22. Tudor Ambros, Marcel Burduniuc. The Hermetic Synchronous Engines for Pumping the Aggressive Liquids. Proceedings of the 17th National Conference on Electrical Drives "CNAE 2014". Reșița, 09-10 octombrie 2014. Analele Universității "Eftimie Murgu". Anul XXL, nr.2, pp.15-27. ISSN 1453-7397, http://uem.ro/cnae2014/fileadmin/Volume/Vol_1/ID_3.pdf