



Universitatea Tehnică a Moldovei

**Proiectarea și formarea prin ștanțare a componentelor
din tabla a rotorului mașinii de spălat de 50 kg**

Teză de master

Ingineria Produsului și a procesului în Construcții de Mașini

Student:

ȚURCAN Roman

Coordonator

**TOCA Alexei, prof.
univ., dr.**

Chișinău 2026

	Cuprins	pag
Introducere		7
1. Analiza temei.		9
1.1 Contextul și importanța modernizării.		9
1.2. Situația existentă și identificarea problemei.		10
1.3. Obiectivele lucrării.		12
2. Fundamentare teoretică.		14
2.1. Caracteristicile mașinilor de spălat industriale.		14
2.2. Tamburul și sistemul de antrenare.		15
2.3. Materiale utilizate, fier în comparație cu oțel inoxidabil AISI 304.		17
2.4. Coroziunea galvanică și fiabilitatea componentelor.		19
3. Proiectarea crucierei modernizate.		19
3.1. Descrierea variantei inițiale (cruiera din fier).		19
3.2. Cerințe de proiectare și constrângeri		21
3.3. Conceptul noii variante (cruiera din inox AISI 304).		22
3.4. Modelare 3D și pregătirea simulărilor.		24
3.5. Analiza cu elemente finite ANSYS.		25
3.6. Rezultatele analizei.		33
3.7. Compararea performanțelor.		39
4. Tehnologia de producere a tamburului și crucierei.		41
4.1 Tăierea pieselor la laser.		42
4.2. Poansonarea.		43
4.3. Îndoirea la ABKANT.		45
4.4 Presarea flanșelor față-spate.		46
4.5. Mașina de îndoit margini cu ajutorul roletelor.		48
4.6. Strunjirea CNC.		49
4.7. Calandrarea cilindrului tamburului.		50
4.8. Sudarea longitudinală a tamburului.		50
5. Asamblarea tamburului.		51
5.1. Sudarea și testarea crucierei.		51
5.2. Testarea crucierei.		54
5.3. Ansamblarea și sudarea cilindrului tambur.		55
5.4. Sudarea și testarea tamburului.		56
5.5. Testarea practică a ansamblului tambur-cruiera.		57
Concluzii		58
Bibliografie		60

Rezumat

Țurcan Roman. Proiectarea și formarea prin ștanțare a componentelor din tabla a rotorului mașinii de spălat de 50 kg. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Inginerie Mecanică Industrială și Transporturi, 2025. Teză de master.

Teza de master abordează problema coroziunii și a fiabilității crucierei din oțel carbon montate pe un tambur din inox. Se analizează construcția mașinii de spălat, proprietățile materialelor și efectele coroziunii galvanice, apoi se proiectează o crucieră nouă din AISI 304 și se realizează analiza cu elemente finite în ANSYS. Sunt descrise tehnologia de producere a tamburului și crucierei, etapele de asamblare și testele practice pe utilaj, care confirmă creșterea rigidității ansamblului, eliminarea coroziunii și reducerea costurilor de mentenanță..

Summary

Țurcan Roman. Design and stamping of sheet metal components of the 50 kg washing machine rotor. Technical University of Moldova, Faculty of Mechanical Industrial and Transport Engineering, 2025. Master thesis.

The thesis addresses corrosion and reliability problems of the carbon steel spider mounted on a stainless steel drum. The construction of the washing machine, material properties and galvanic corrosion effects are analysed, then a new spider made of AISI 304 is designed and a finite element analysis in ANSYS is performed. The technology for manufacturing the drum and spider, the assembly stages and practical tests on the machine are presented, confirming higher stiffness, elimination of corrosion and lower maintenance costs.

Introducere

Modernizarea echipamentelor industriale nu mai reprezintă doar o opțiune de confort tehnologic, ci o condiție esențială pentru siguranță și reducerea costurilor de exploatare. În domeniul spălătoriilor profesionale și industriale, mașinile de spălat cu tambur reprezintă nodul central al fluxului tehnologic, iar orice defecțiune a acestora duce imediat la întreruperea serviciilor, pierderi economice și nemulțumirea clienților. Un element aparent secundar, cum este cruciera tamburului, devine în acest context o piesă critică pentru funcționarea fiabilă a întregului utilaj, fiind responsabilă de transmiterea cuplului de la arbore la tambur și de preluarea forțelor centrifuge și a dezechilibrelor dinamice. Experiența din exploatare a arătat că soluțiile constructive tradiționale, bazate pe componente masive din oțel carbon vopsit, nu mai corespund cerințelor actuale privind durabilitatea, siguranța și igiena în mediul umed și coroziv specific spălătoriilor industriale.

Actualitatea temei tezei de master este determinată de numărul mare de cazuri în care crucierele executate din fier sau oțel carbon se corodează accelerat în contact cu tamburii din oțel inoxidabil, fenomen asociat coroziunii galvanice. În timp relativ scurt, rugina afectează nu doar aspectul vizual al componentelor, ci și echilibrul dinamic al ansamblului tambur–arbore, crescând nivelul vibrațiilor și al zgomotului și punând în pericol rulmenții, suspensiile și chiar structura carcasei mașinii. În plus, particulele de oxid pot ajunge în cuvă, riscând să murdărească textilele și să compromită cerințele de igienă impuse în domenii precum Horeca sau spălătoriile pentru textile profesionale. În aceste condiții, trecerea la soluții constructive din oțel inoxidabil, combinate cu o geometrie optimizată a crucierei și cu un proces tehnologic bine controlat, devine o direcție firească pentru creșterea duratei de viață și a fiabilității mașinii de spălat industriale.

Scopul tezei de master constă în proiectarea, analiza și implementarea unei cruciere modernizate din oțel inoxidabil AISI 304 pentru tamburul unei mașini de spălat industriale de 50 kg și capacitatea de spalare 22-25 kg, împreună cu elaborarea tehnologiei de producere și asamblare a ansamblului tambur-crucieră la nivel industrial.

În capitolul 1 este urmărită analiza contextului de utilizare a mașinilor de spălat industriale, prezentarea situației existente pentru tamburul cu capacitatea de spălare 22-25 kg și identificarea clară a problemei de coroziune și fiabilitate a crucierei din fier. Capitolul 2 are ca obiectiv fundamentarea teoretică a soluției propuse, prin descrierea construcției și funcționării mașinilor de spălat industriale, a rolului tamburului și al sistemului de antrenare, prin compararea proprietăților materialelor feroase cu oțelul inoxidabil AISI 304 și prin evidențierea mecanismelor de coroziune

galvanică ce afectează componenta analizată. În capitolul 3 obiectivul principal este proiectarea noii cruciere din inox, începând de la descrierea variantei inițiale, stabilirea cerințelor și constrângerilor de proiectare, definirea conceptului constructiv, realizarea modelării 3D și pregătirea analizelor cu elemente finite în ANSYS, până la interpretarea rezultatelor și compararea performanțelor dintre varianta veche și varianta modernizată. Capitolul 4 urmărește formularea și descrierea tehnologiei concrete de producere a tamburului și a crucierei, prin prezentarea etapelor de tăiere la laser, poansonare, îndoire la abkant, presare a flanșelor, îndoire cu role, strunjire CNC, calandrare și sudare longitudinală. În capitolul 5 obiectivul îl reprezintă descrierea procesului de asamblare, sudare și testare a ansamblului tambur-crucieră, incluzând verificările pe stand cu rulmenți, reglajele de concentricitate și bățai, precum și testarea practică pe mașina de spălat în regim de funcționare real, cu încărcare și dezechilibru controlat.

Bibliografie

1. Compania AGA TECH S.R.L. <https://kenle.md/>
2. Universitatea Tehnică a Moldovei.– *Tehnologia construcțiilor de mașini (TCM)*. Chișinău: UTM.
3. Sun, W. L.; Zhang, S.; Ge, W. W.; Li, Y. Y. *Structure Analysis of Inner Cylinder Components of Drum Washing Machine Based on Ansys/Workbench*.
HTTPS://WWW.SCIENTIFIC.NET/AMM.385-386.137?UTM_SOURCE=CHATGPT.COM
4. Song, K.; Jiao, Y.; Su, J.; Lian, J. *Mechanical characteristics analysis and multi-objective optimization design of industrial washing machine*. *Discover Applied Sciences*, 7(5), 2025.
HTTPS://D-NB.INFO/1370278713/34?UTM_SOURCE=CHATGPT.COM
5. Tetik, T.; Yildiz, R. A.; Labanieh, A. R. et al. *Hydrodynamic modeling of e-textile fabric washing behavior by the Coupled Eulerian–Lagrangian method*. *Textile Research Journal*
6. ANSYS, Inc. *ANSYS Mechanical APDL Theory Reference*, Release 2023 R1. Canonsburg, PA: ANSYS, Inc. 2023.
https://ansyshelp.ansys.com/public/Views/Secured/corp/v251/en/pdf/ANSYS_Mechanical_APDL_Theory_Reference.pdf?utm_source=chatgpt.com
7. ANSYS, Inc. *ANSYS Workbench User's Guide*, Release 2023 R1. Canonsburg, PA: ANSYS, Inc., 2023.
https://ansyshelp.ansys.com/public/Views/Secured/corp/v251/en/pdf/ANSYS_Mechanical_APDL_Theory_Reference.pdf?utm_source=chatgpt.com
8. Electrolux Professional. *Project Planning & Calculating Dimensions*. Electrolux Laundry Systems, 2009. https://www.comls.com.au/wp-content/uploads/2016/01/Project-Planning-Calculating-Dimensions.pdf?utm_source=chatgpt.com
9. ELECTROLUX. *The Essential Guide to Laundry Planning*. Electrolux Professional Architect's Guide, 2016.
https://www.comls.com.au/wp-content/uploads/2016/01/Electrolux-Architects-Guide1.pdf?utm_source=chatgpt.com
10. Xiao, L. et al. *Analysis and optimization of drum washing machine suspension structure*. *Journal of Vibroengineering*, 19(7), 2017.
HTTPS://WWW.EXTRICA.COM/ARTICLE/17851?UTM_SOURCE=CHATGPT.COM

11. LAZĂR, Dorin. *Tehnologia sudării oțelurilor inoxidabile*. Iași: Performantica, 2015.
12. KALPAKJIAN, S., SCHMID, S. *Manufacturing Engineering and Technology*. 8th ed. New York: McGraw-Hill / Pearson, 2020.
13. Marina, Viorica. *Rezistența materialelor: Note de curs*. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi, Departamentul Bazele Proiectării Mașinilor, Chișinău, 2022.
14. Coifu, Iu., Nițulenco, T., Bolunduț, I.-L., Toca, A. *Studiul și Ingineria Materialelor (materiale nemetalice)*. Sticla. Chisinau, Editura UTM, 2014, 256 pag. ISBN 978-9975-45-301-1. <http://repository.utm.md/handle/5014/23651>
15. Coifu, Iu., Nițulenco, T., Bolunduț, I.-L., Toca, A. *Studiul și Ingineria Materialelor (materiale metalice)*. Chișinău U.T.M., 2012. -467 p. ISBN 978-9975-45-261-8. <http://repository.utm.md/handle/5014/15857>
16. 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>
17. Slatineanu, L., Coteata, M., Dodun, O., Toca, A. *Ideas diagram in creative design. In proceedings of the First International Conference on Axiomatic Design (ICAD 2009)*. At: Campus de Caparica – Portugal, , pp. 79 – 84. ISBN 978-989-20-1535-4
18. 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>
19. Toca, A., Stroncea, A., Rusica, I. *Proiectarea dimensional optimală a tehnologiilor de prelucrare mecanică*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2019. – 60 p. ISBN 978-9975-45-598-5.
20. Bostan, I., Mazuru, S., Toca, A., Casian, M. *Axial adjustment method for precessional transmissions. TEHNOMUS - New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies*, 2020, pp. 30 – 36. ISSN-1224-029X. http://www.fim-old.usv.ro/conf_1/tehnomusjournal/pagini/journal2017/files/04.pdf
21. Iatchevici, V.; Toca, A.; Nitulenco, T., Stroncea, A. *Technological transfer under the conditions of digitalization of products and processes. Journal of Engineering Science*, 2023, 30 (4), pp. 31-44. [doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(4\).03](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(4).03)
22. 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 aşchiere. Manual de proiectare. Vol. 1. Chişinău, Universitas, 1992 - 640 p. ISBN 5-362-00970-2.

23. Toca, A., Stroncea, A., Stingaci, I., Rusica, I. Synthesis of optimal dimensional structure of the technological processes of machining. IOP Conf. Ser.: *Materials Science and Engineering* 400, United Kingdom, 2018. 022054, 6 p. ISSN: 1757-899X. ISI proceedings. [doi:10.1088/1757-899X/400/2/022054](https://doi.org/10.1088/1757-899X/400/2/022054).

24. 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.

25. 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>.

26. Volodymyr Kukhar, Andrii Kostyryzh, 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>.

27. Mihail BÎCIOC, Sergiu MAZURU. Practical aspects regarding optimization of three axis CNC machining. Materials Research Proceedings. Volume 61. Pages 58-66. <https://doi.org/10.21741/9781644903995-8>.

28. Valeriu Dulgheru, Radu Ciobanu, Oleg Ciobanu, Iulian Malcoci, Sergiu Mazuru, Nicolae Trifan, Dumitru Vengher. *Planetary Precessional Transmission: Geometry and Contact Bearing Capacity*. Jurnal Countering Hybrid Threats Against Critical Infrastructures. 2025.

29. Ion Bostan, Viorel Bostan, Maxim Vaculenco, Ion Bodnariuc, Sergiu Mazuru, Valeriu Dulgheru, Radu Ciobanu, Oleg Ciobanu, Iulian Malcoci, Nicolae Trifan, Dumitru Vengher, Alina Bregnova. *Planetary precessional transmission: geometry and contact bearing capacity, kinematics and profile generation*. Book The International Conference on Strategic Innovative Marketing and Tourism. Springer Netherlands. Pp. 275-355.. 2024.

30. Mazuru Sergiu. Metode și procedee de fabricare aditivă. Editura Tehnica-UTM, ISBN: 978-9975-45-741-5, 2021, 144 p.

31. BOSTAN Viorel, BOSTAN Ion, MAZURU Sergiu, VACULENCO Maxim, LEALIN Stanislav, BREGNOVA Alina. Precessional planetary transmissions. Brevet de invenție B.I. 4910. BOPI nr. 12/2024.
32. BOSTAN Viorel, BOSTAN Ion, MAZURU Sergiu, VACULENCO Maxim. Precessional planetary transmissions. Brevet de invenție B.I. 4911. BOPI nr. 12/2024.
33. European Committee for Standardization. *EN 10088-1:2014 – Stainless steels – Part 1: List of stainless steels*. Bruxelles: CEN, 2014.
34. European Committee for Standardization. *EN ISO 6892-1:2019 – Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test at room temperature*. Bruxelles: CEN, 2019.
35. ȘTEFAN, Iulian. *Tehnologii și dispozitive de presare la rece. Aplicații*. Craiova: Editura Universitaria, 2024. ISBN 978-606-14-2076-6.
36. GHOSH, K.. *The Laser Cutting Process: Analysis and Applications*. Amsterdam: Elsevier, 2018.
37. 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
38. 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