



Universitatea Tehnică a Moldovei

METODE MODERNE DE RECICLARE A ACUMULATOARELOR UTILIZATE LA AUTOTURISME

Student: Lungu Octavian SETR-231
Coordonator: lect. univ., dr. Pădure Olivian

Chișinău, 2025

MINISTERUL CULTURII ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

Universitatea Tehnică a Moldovei

Facultatea Inginerie Mecanică Industrială și Transporturi

Departamentul Transporturi

Admis la susținere

Șef departament

„Transporturi“

conf., univ. Victor

CEBAN

„_____“

_____ 2025

METODE MODERNE DE RECICLARE A ACUMULATOARELOR UTILIZATE LA AUTOTURISME

Proiect de master

Student: _____ Lungu Octavian, gr. SETR - 231

Coordonator: _____ lect. univ., dr. Pădure Olivian

Consultant: _____ lect. univ., dr. Pădure Olivian

Chișinău, 2025

Rezumat

Proiectul de master cu denumirea temei „METODE MODERNE DE RECICLARE A ACUMULATOARELOR UTILIZATE LA AUTOTURISME„

În această lucrare este analizat și cercetat metodele moderne de reciclare a acumulateorilor la autoturisme inclusiv automobilele electrice, hibride și cele cu motoare cu ardere internă, pe lângă aceasta este arătat tendințele de viitor și costurile pentru reciclare.

Introducere: Informație generală privind apariția și etapele de dezvoltare a bateriilor până în prezent

Capitolul 1: În acest capitol am analizat piața actuală a toate tipurile de acumulateor, am analizat tipurile de baterii folosite în trecut și prezent la automobilele electrice, avantajele și dezavantajele bateriilor moderne și din trecut și am analizat tendința actuală de dezvoltare. În acest capitol am arătat problemele generale ale omenii legate de ecologizarea la folosirea și reciclarea acumulateorilor și scopul de a micșora emisiile nocive asupra mediului.

Capitolul 2: În acest capitol am abordat problema reciclării bateriilor electrice, am văzut provocările și probleme care pot să apară la reciclare, am analizat beneficiile ecologice și economice a reciclării, am analizat metodele de reciclare a bateriilor alcaline Ni-Cd și Ni-M, am analizat reutilizarea bateriilor litiu-ion, am descris factorii de bază al bateriilor litiu-ion și am analizat echipamentul necesar pentru reciclarea bateriilor.

Capitolul 3: În acest capitol am analizat investițiile și metodele moderne de reciclare, am cercetat metoda extracției microbiană a metalelor din LIB-uri folosind bioleaching, a, analizat delaminarea cu ultrasunete, am găsit o metodă nouă de recuperare pe bază de solvenți și reutilizarea a materialelor de acoperire anod și catodic. În acest capitol am efectua calculele pe viitor al reciclării bateriilor din Republica Moldova

Summary

The master's project with the title of the theme, MODERN METHODS OF RECYCLING THE BATTERIES USED IN CARS,,

In this paper, the modern methods of recycling car batteries including electric, hybrid and internal combustion engine cars are analyzed and researched, and future trends and costs for recycling are also shown.

Introduction: General information on the emergence and development stages of batteries to date

Chapter 1: In this chapter, we analyzed the current market of all types of batteries, analyzed the types of batteries used in the past and present in electric cars, the advantages and disadvantages of modern and past batteries, and analyzed the current development trend. In this chapter I have shown the general problems of mankind related to greening in the use and recycling of batteries and the aim of reducing harmful emissions on the environment.

Chapter 2: In this chapter we addressed the issue of recycling electric batteries, we saw the challenges and problems that can arise in recycling, we analyzed the ecological and economic benefits of recycling, we analyzed the methods of recycling Ni-Cd and Ni-M alkaline batteries, we reviewed the reuse of lithium-ion batteries, described the basic factors of lithium-ion batteries and analyzed the equipment required for battery recycling.

Chapter 3: In this chapter we analyzed the investment and modern recycling methods, we researched the method of microbial extraction of metals from LIBs using bioleaching, analyzed ultrasonic delamination, found a new method of solvent-based recovery and reuse of anode and cathode coating materials. In this chapter we will perform future calculations of battery recycling in the Republic of Moldova

CUPRINS

INTRODUCEREA.....	7
1. BATERIILE AUTOMOBILELOR ELCTRICE, HYBRIDE ȘI A AUTOMOBILE CU MOTOARE CU ARDERE INTERĂ.....	8
1.1 Bateria de acumuloare la automobilele cu motoare cu ardere internă	8
1.2 Bateriile la automobilele electrice.....	18
2. METODELE DE RECICLARE A BATERIILOR ȘI INOVAȚIILE ÎN DOMENIU.....	26
2.1 Etapele și metodele Reciclări bateriilor.....	26
2.2 Progrese și perspective de viitor a reciclării bateriilor.....	29
2.3 Bateriile de acumulare Lithium-Ion.....	39
2.4 Reciclarea bateriilor cu litiu-polimer.....	57
2.5 Factorii de bază luați în considerare la reciclarea bateriilor	58
2.6 Tehnologii emergente al bateriilor litiu-ion.....	61
2.7 Echipamentele necesare pentru reciclarea bateriilor.....	64
3. INOVAȚIILE NEOBIȘNUTE PENTRU RECICLARE ȘI COSTURILE DE RECICLARE ÎN R. MOLDOVA.....	65
3.1 Invenții și metode moderne de reciclare a bateriilor de acumulare.....	65
3.2 Calcularea cheltuielilor reciclării bateriilor pentru Republica Moldova.....	80
CONCLUZII.....	88
BIBLIOGRAFIE.....	89

Introducere

Bateriile de acumulare sunt dispozitive electrochimice care stochează energie sub formă chimică și o eliberează sub formă de energie electrică atunci când este necesar. Ele au devenit indispensabile în numeroase domenii, oferind soluții eficiente de stocare a energiei pentru aplicații portabile, industriale și chiar la nivel de rețea energetică.

O baterie de acumulare este formată din una sau mai multe celule electrochimice, fiecare conținând doi electrozi (anod și catod) și un electrolit. Atunci când bateria se descarcă, o reacție chimică între electrozi și electrolit eliberează electroni care se deplasează prin circuit, generând electricitate. În timpul încărcării, acest proces este inversat, iar energia electrică este stocată sub formă de energie chimică.

Există două categorii principale de baterii: Baterii primare (de unică folosință), Baterii secundare (reîncărcabile)

Primele baterii - secolul XIX-Alessandro Volta (1800) a inventat prima baterie electrică, cunoscută sub numele de *pila voltaică*. Aceasta era formată din discuri de cupru și zinc, separate de un material umed, care genera o diferență de potențial electric. Bateria cu plumb-acid (1859) dezvoltată de Gaston Planté a fost prima baterie reîncărcabilă și a rămas una dintre cele mai utilizate tipuri de baterii datorită costului scăzut și capacității sale de stocare a energiei. Aceste baterii sunt folosite în automobile și echipamente industriale.

Pe măsură ce cererea pentru surse de energie regenerabilă și vehicule electrice crește, inovațiile în tehnologia bateriilor de acumulare continuă să evolueze. Unele dintre cele mai notabile direcții sunt: Bateriile solide, bateriile litiu-sulf, bateriile pe bază de ioni de sodiu, reciclarea și gestionarea deșeurilor

Bateriile de acumulare au cunoscut o evoluție impresionantă de la primele invenții din secolul XIX până la soluțiile avansate din prezent. Progresele tehnologice din ultimele decenii au condus la baterii mai puternice, mai durabile și mai sigure, care joacă un rol esențial în dezvoltarea tehnologiilor moderne. În viitor, inovațiile în domeniul stocării energiei, precum bateriile solide și litiu-sulf, promet să ofere soluții mai eficiente și mai ecologice pentru o lume tot mai dependentă de surse regenerabile.

Bibliografie

1. <https://www.thebatteryshow.eu/content/dam/Informa/amg/stuttgart/2023/conference/1030-1045-Kilian-Sagner.pdf>
2. <https://www.automotivemanufacturingsolutions.com/ev-battery-production/ev-battery-recycling-cost-and-components>
3. <https://cned.gov.md/ro/content/numarul-automobilelor-electrice-si-de-tip-hibrid-inmatriculate-republica-moldova-continua-sa>
4. <https://www.cargopedia.ro/calculator-pret-transport>
5. <https://automaxcargo.com/ro/price/>
6. https://vxv.md/?gad_source=1&gclid=EAJaIQobChMI5YiuhMSVigMV5JmDBx2vuhkjEAAYAyAAEgK3VPD_BwE
7. https://gruzoperevozki.md/ro/?gad_source=1&gclid=EAJaIQobChMI5YiuhMSVigMV5JmDBx2vuhkjEAAYASAAEgLAZPD_BwE
8. <https://renergy.md/statistici-recente-41-000-de-masini-electrice-si-hibride-inregistrate-in-moldova-intre-2018-si-iulie-2024/>
9. <https://autoblog.md/moldova-numarul-masinelor-electrice-s-a-dublat-timp-de-un-an-ce-cota-de-piata-au/>
10. <https://www.bizlaw.md/doar-4-din-autoturismele-din-republica-moldova-sunt-electrice-sau-hibride>
11. <https://www.sustainabilitybynumbers.com/p/battery-recycling-myth>
12. <https://www.soci.org/chemistry-and-industry/cni-data/2024/1/ev-batteries-from-rarity-to-recycling-boom-in-20-years>
13. https://www.researchgate.net/figure/OPEX-lithium-ion-battery-recycling-costs-Adapted-from-39_fig2_359384334
14. https://www.researchgate.net/publication/359384334_Economic_Aspects_for_Recycling_of_Used_Lithium-Ion_Batteries_from_Electric_Vehicles
15. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261923014964>
16. <https://www.statista.com/statistics/1330758/lithium-ion-battery-recycling-market-value-worldwide/>
17. <https://www.indiamart.com/?back=1>
18. https://www.alibaba.com/?bm=cps&src=saf&xp=2MT75v_lsF7RPILzYoDZeTG
19. <https://mallbery.com/redirect?skipVersion>
20. <https://glginsights.com/articles/the-economics-around-lithium-ion-battery>
21. <https://www.jereh-env.com/en/business/lithium-ion-battery->

22. <https://wonderfulbattery.com/products/eve->
23. <https://www.sungeelht.hu/#v%C3%A9delem>
24. https://www.marklines.com/en/members/sign_up?unloginurl
25. <https://english.atlatszo.hu/2023/03/09/company-processing-scrap-batteries-endangered-its-workers-with-carcinogenic-substances/>
26. https://www.hydro.com/en/global/media/news/2022/europes-largest-electric-vehicle-battery-recycling-plant-begins-operations/?utm_source=chatgpt.com
27. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435123000351>
28. https://iolitec.de/en/node/667?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI8LD4qd70iQMV76aDBx14MjtgEAAYAiAAEgJpPPD_BwE
29. <https://librec.ch/en/>
30. <https://www.wired.com/sponsored/story/a-sustainable-journey-the-power-of-closed-loop-battery-recycling/>
31. <https://www.power-and-beyond.com/bmw-group-creates-closed-recycling-loop-for-high-voltage-batteries-in-china-a>
32. https://www.phchd.com/us/biomedical/cryogenic-freezers?mtm_source=google&mtm_medium=cpc&mtm_campaign
33. https://www.smartshopresults.com/web?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChM
34. https://globalmeet.webcasts.com/starthere.jsp?ei=1697412&tp_key
35. <https://www.emobility-engineering.com/battery-recycling>
36. www.wikipedia.ro
37. www.google.ro
38. Analiza accidentelor rutiere. Conferința II-a practico-științifică „Strategii de management, inginerie și tehnologii în transporturi”. Chișinău, 27 octombrie 2006, UTM .V Plămădeală, O Pădure
39. Dinamica autovehiculelor: Indicații metodice privind efectuarea lucrărilor de laborator. I ROTARU, V PLĂMĂDEALĂ, O PĂDURE, I BEIU – 2022
40. CERCETĂRI TEORETICE PRIVIND CONTROLUL CU ULTRASUNETE FĂRĂ CONTACT A MATERIALELOR . Iurie Tezec Alexandru Buga, Olivian Padure, Andrei Ghevorghita, Vadim Nantoi
41. Diagnosticarea tehnică a automobilelor. Curs universitar V GOIAN, V ENE, O PĂDURE – 2010
42. https://hyperauto.ru/?utm_source=admitad&utm_content=955729&tagtag_uid
43. <https://agropiese.md/blog/totul-despre-bateria-auto-acumulator->

44. <https://lege5.ro/Gratuit/gmydcmrv/simboluri-de-marcare-a-bateriilor-si-acumulatorilor-hotarare-1057-2001?dp=giytsnjygm4tm>.
45. <https://zavgar.ru/uploads/other/articles/markirovka-akkumulyatorov/amerikanskaa-markirovka-akkumulatorov.jpg>
46. <https://www.autonews.ru/news/67051aa89a794767cec83a0c>
47. <https://volta.md/categorie-produs/iluminare/lanterne-si-baterii/bateri-si-acumulatoroare>
48. https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2400520121?gad_source=1&gelid
49. https://www.kedglobal.com/batteries/newsView/ked202307310010?gad_source
50. <https://www.recyclingtoday.com/news/ev-battery-recycling-research->
51. <https://www.precedenceresearch.com/lithium-ion-battery-recycling-market>
52. <https://www.cas.org/resources/cas-insights/new-advances-recycling-lithium-ion-batteries>
53. <https://www.energy.gov/mesc/battery-and-critical-mineral-recycling>
54. https://www.researchgate.net/publication/373877657_A_Systematic_Review
55. https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acsenergylett.1c02602?ref=article_open
56. <https://www.shopping.net/web?adid=714238954079&agid=168526473118&c>