



УДК 53:504.054

MODERN POWER SOURCES: ON THE WAY TO ENVIRONMENTAL SAFETY**СУЧАСНІ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ: НА ШЛЯХУ ДО ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ****Pylypchuk A.S. / Пилипчук А.С.***Student / студент***Chursanova M.V. / Чуранова М.В.***PhD, as.prof. / к.ф.-м.н, доцент**ORCID: 0000-0001-6977-7473**National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute",
Kyiv, Beresteyskyi prospekt (Peremohy), 37, 03056**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського», Київ, Берестейський проспект (Перемоги), 37, 03056*

Анотація. В даній роботі представлено огляд сучасних автономних джерел електроенергії. Без сумніву, батареї та акумулятори змінили наше життя на краще, але ціною комфорту є забруднення та негативний вплив на довкілля. Не існує адекватної безпечної заміни цим джерелам живлення, а їх переробка теж не позбавлена шкідливих побічних ефектів, тому єдиним рішенням є перехід на їх екологічні модифікації. Одними з найбільш перспективних напрямків є біорозкладні батареї, такі як полімер-паперові чи текстильні, які, до того ж, можуть мати значно більшу ємність, ніж традиційні батареї. Але для їх масового впровадження потрібне як переобладнання промисловості, так і усвідомлення суспільством необхідності інновацій в сфері електроживлення.

Ключові слова: батареї, акумулятори, вплив на довкілля, біорозкладні батареї

Сучасний світ безповоротно залежить від електроенергії, і навіть тимчасові її відключення несуть важкі наслідки для функціонування як промисловості, так і побуту. Тому невід'ємними є автономні джерела живлення, які здатні накопичувати та зберігати електроенергію та надавати її підключеним пристроям – тобто, батареї та акумулятори. Їх застосування можна знайти практично в будь-якій сфері життя, враховуючи теперішню тенденцію до автоматизації всього, від космічних зондів та супутників до розумних перстнів. Із розвитком людської цивілізації потреба у джерелах електроживлення стрімко зростає. Однак, водночас все більш актуальною стає проблема їх переробки та шкоди для довкілля, про що і буде йти мова у даній роботі.

На сьогодні існує багато різновидів акумуляторів та батарей, де звичайним є використання електрохімічних запасів енергії, серед яких найпоширенішими є літій-іонні акумулятори. Чимало наукових робіт присвячено дослідженню методів виготовлення та властивостей електродів та електролітів для хімічних елементів живлення, зважаючи на їх фізико-хімічні характеристики, електрохімічну стабільність, електропровідність, енергоємність, температурну стабільність тощо [1, 2]. Наприклад, для дронів використовуються літій-полімерні (Li-Po) акумулятори. Як видно з назви, електролітом слугує літій-іонний полімер, який має високу щільність енергії та є легким, що є критично важливим у цій галузі. Але до недоліків відносять малий термін служби та його собівартість [3]. Тому не існує «ідеального універсального» акумулятора, який підійде для всіх потреб людства.



Виробництво батарей та акумуляторів потребує використання багатьох шкідливих речовин, таких як свинець, кадмій та нікель. Цими важкими металами одна викинута батарейка здатна забруднити двадцять квадратних метрів ґрунту та 400 літрів води. А у випадку спалювання хімічних елементів живлення разом зі сміттям діоксини, що виділяються, можуть переміщатися на кілометри. Є приклад статистики що може виразити шкоду, яку завдають батарейки. Один пристрій може призвести до втрати двох дерев, кількох тисяч дощових черв'яків, які збагачують ґрунт, а також знищити кілька сімей їжаків та кротів. Незважаючи на те, що батарейки складають лише 0,25% від усіх відходів, на них припадає більше 50% токсичних металів у смітті [4].

Що ж до шкоди для людини, то луги, які входять до складу хімічних елементів, здатні зіпсувати слизові оболонки і шкіру, кадмій завдає істотної шкоди ниркам і легеням. Свинець взагалі «рекордсмен» за кількістю неприємностей, які він може доставити: від нього гинуть клітини крові, він вражає печінку і нирки, завдає непоправної шкоди нервовій системі і кістковим тканинам. Ртуть негативно впливає на органи дихання, а цинк і нікель пошкоджують головний мозок. Всі ці отруйні елементи накопичуються в людському організмі, приводячи навіть до репродуктивних і онкологічних захворювань. Особливу шкоду використані батарейкиносять дітям. Адже саме діти активно пізнають світ, причому, частіше за все вони роблять це, пробуваючи предмети на смак.

Альтернативні методи живлення, такі як використання сонячних батарей, водневих та електричних систем, стають все більш популярними в сучасному світі. Ці методи є екологічно чистими та енергоефективними, і можуть зменшити залежність від традиційних джерел енергії, таких як нафта та вугілля. Однак, існують питання з проблемами зберігання та транспортування водню, а також високі вартості встановлення сонячних батарей та електричних систем. Крім того, залишається відкритим питання утилізації сонячних батарей, адже скло і фотоелектронні панелі теж завдають шкоду навколишньому середовищу [5]. Проте зазначені альтернативні методи живлення не є компактними (за винятком сонячних батарей, але тоді їх енергоефективність дуже маленька), отже не можуть бути конкурентами акумуляторам і батарейкам.

Для переробки батарейок та акумуляторів існує декілька методів, таких як, наприклад, гідрометалургія, яка використовує розчинні речовини для виділення металів. Цей метод дозволяє повторно використовувати метали та інші корисні матеріали, що містяться в їх нутрощах. Іншим методом є пірометалургія, яка використовує високу температуру для виділення металів. Обидва методи мають свої переваги та недоліки, і вибір методу залежить від типу матеріалів, що переробляються. Ці методи хоч і дозволяють мінімізувати викид шкідливих речовин у довкілля, але не виключають їх повністю, адже, наприклад, під час гідрометалургії чи пірометалургії виділяються отруйні пари.

Розвиток нанотехнологій відкрив дорогу для покоління новітніх матеріалів, що можуть бути використані для акумуляування електричної енергії. Одним з найбільш перспективних напрямків є біорозкладні батареї, наприклад полімер-паперові чи текстильні [6, 7]. Екологічні батареї виготовляються з екологічних



матеріалів, таких як целюлоза або крохмаль, і здатні розкладатися природним шляхом. При цьому, вони можуть мати значно більшу ємність, ніж традиційні батареї, і бути економічно вигіднішими у виробництві. Також, з'явилися такі екологічні батареї, як літій-залізо-фосфатні (LiFePO_4), натрій-іонні [8] та марганцеві діоксидні батареї (MnO_2). Ці матеріали є безпечними, тому вони стають дедалі популярнішими у виробництві елементів живлення. Але, звісно, їх недоліком є висока ціна та небажання заводів, які до цього випускали неекологічні батареї та акумулятори, міняти обладнання.

Одним з головних чинників, що впливає на споживачів при виборі батарейок та акумуляторів, є їхні технічні характеристики. Реклама та маркетинг можуть зосередитися на цих характеристиках, таких як ємність, тривалість життя та інші параметри, які впливають на виконання функцій елемента живлення. В основному, саме вони розміщені на лицьовій частині упаковки та в центрі реклами. Все ж, особливо в бідних країнах та в СНД люди мало цікавляться екологічністю їх елементів живлення і віддають перевагу дешевизні та технічним параметрам, чим маркетологи активно користуються.

Міжнародні організації відіграють важливу роль у регулюванні виробництва та використання батарейок та акумуляторів. Наприклад, Європейський союз встановив директиви щодо використання шкідливих речовин у виробництві, обмеження вмісту свинцю в акумуляторах та програми збору та переробки використаних батарейок та акумуляторів. Організація Об'єднаних Націй також займається проблемами електронного сміття та пропагує безпечну утилізацію відходів електронної техніки, у тому числі батарейок та акумуляторів. В Україні діє закон «Про хімічні джерела струму», який передбачає накладення штрафу на посадових осіб, що порушили порядок обліку придбання та експлуатації хімічних джерел струму або порядок обліку обсягів накопичення відпрацьованих хімічних джерел струму та передачі їх на утилізацію [9].

Отже, шкоду батарейок та акумуляторів тяжко переоцінити, але все ж, на щастя, зберігається тенденція до екологізації цих продуктів. Сподіваємось, що в найближчому майбутньому ця проблема перестане бути актуальною і залишиться тільки на сторінках підручників з історії.

Література:

1. Потапенко, О. В., Діамант, В. А., Глоба, Н. І., & Присяжний, В. Д. Фізико-хімічні характеристики електролітів для літєвих акумуляторів на основі біс (оксалато) борату літію // Доповіді Національної академії наук України, 2009, – № 10. – С. 150–154.
<http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/18864/25-Potapenko.pdf?sequence=1>
2. Kuksenko, S. P., Kaleniuk, H. O., Tarasenko, Y. O., & Kartel, M. T. Вплив електролітної добавки триметилсилілізоціанату на властивості електрода з нанокремнієм для літій-іонних акумуляторів // Хімія, фізика та технологія поверхні, 2021. – № 12(1), – С. 67–78. DOI: <https://doi.org/10.15407/hftp12.01.067>
<http://www.cpts.com.ua/index.php/cpts/article/view/580>



3. PLESCA, V., & PAȚURCĂ, S. V. Experimental System for Charging and Testing Batteries Specific to Multicopter Drones // The Annals of “Dunarea de Jos” University of Galati. Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science, 2020. – № 43(4). – Pp. 5-12. DOI: <https://doi.org/10.35219/mms.2020.4.01> Available from: <https://www.gup.ugal.ro/ugaljournals/index.php/mms/article/view/4030>

4. Тимохіна А., Тютко С. М. Батарейки: загроза для навколишнього середовища // Веб-сайт Національного фармацевтичного університету, 2021 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://college.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/Тимохіна-А.-Керівник-Тютко-С.-М.-БАТАРЕЙКИ-ЗАГРОЗА-ДЛЯ-НАВКОЛИШНЬОГО-СЕРЕДОВИЩА.pdf>

5. . Шкідливість сонячних батарей: екологічні аспекти // Solar Garden, 2021 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.solargarden.com.ua/shkidlyvist-sonyachnyh-batarej-ekologichni-aspekty/>

6. Gustav Nyström, Aamir Razaq, Maria Strømme, Leif Nyholm, and Albert Mihranyan. Ultrafast All-Polymer Paper-Based Batteries // Nano Lett, 2009. – Vol. 9, – No. 10, – Pp. 3635–3639. <https://doi.org/10.1021/nl901852h>

7. Abu-Thabit, N.Y., Makhlouf, A.S.H. Smart Textile Supercapacitors Coated with Conducting Polymers for Energy Storage Applications // In: Hosseini, M., Makhlouf, A. (eds) Industrial Applications for Intelligent Polymers and Coatings. Springer, Cham, 2016. – Pp. 437–477. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26893-4_21

8. Arnaud Delubac. What is the environmental impact of a battery? // Greenly, 2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://greenly.earth/en-us/blog/ecology-news/carbon-footprint-battery>

9. ЗАКОН УКРАЇНИ Про хімічні джерела струму // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006. – № 33. – С. 279. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3503-15#Text>

Abstract. *The article presents a review of modern autonomous power sources. It is difficult to overestimate the role of batteries and accumulators in our era. They have become the basis for many innovations and products, such as smartphones and other electronic devices. Without a doubt, batteries and accumulators have changed our lives for the better, but the price of comfort is pollution and negative impact on the environment. Humanity is also a part of nature, so these consequences have impact on us as well. There is no adequate safe replacement for batteries and accumulators, and their processing is also not free from harmful side effects, so the only solution is to switch to their ecological modifications. One of the most promising areas is biodegradable recyclable batteries, such as polymer-paper or textile batteries, which, moreover, can have a much larger capacitance than the traditional ones. But for their mass introduction, the retool of industry, as well as society's awareness of the need for innovations in the field of power supply, is necessary. Nowadays, products and technologies that have been tested according to various environmental standards and norms have become very popular, especially in developed countries. This is attested by the active development of startups and young companies that develop safe energy carriers. So, progress does not stand still and we are sure that the time will come when “dirty” power sources will be just history as radium clocks are now.*

Key words: *batteries, accumulators, environmental impact, biodegradable batteries*