

## ШКІДЛИВИЙ ВПЛИВ БАТАРЕЙОК ТА АКУМУЛЯТОРІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Одінцов О.В., студ. гр. МБГ-351

Науковий керівник – Маковецька О.О., ст. викладач (кафедра Хімії та екології, Одеська державна академія будівництва та архітектури)

**Анотація.** У статті розглядається принцип роботи акумуляторів і батарейок, а також вивчається негативний вплив їхнього неправильного використання та відходів на довкілля. Зокрема, розглядаються небезпечні речовини, що входять до складу батарейок, такі як свинець, кадмій, ртуть та інші, та їх вплив на ґрунт, воду та рослини. Особлива увага приділяється проблемі відходів в Україні, де лише невелика частина батарейок після використання переробляється, а більшість потрапляє на сміттєзвалища або використовується неправильно, що становить серйозну загрозу для навколишнього середовища та здоров'я людини.

Акумулятори та батарейки стали невід'ємною частиною нашого сучасного життя, забезпечуючи енергією наші електронні пристрої та транспортні засоби. Батарейки – це одноразові елементи живлення. Коли вони відпрацьовують свій запас енергії, то їх більше не використовують. Акумуляторні батареї – це багаторазові елементи живлення, які можна підзарядити після розрядки. Проте, мало хто задумується про те, яка небезпека приховується у відходах, які вони створюють після використання. Принцип їх роботи базується на хімічних процесах, які, на перший погляд, здаються безпечними. Проте, розглядаючи структуру та склад таких батарейок, як магній, ртуть, марганець, нікель, цинк, свинець і кадмій, стає очевидним, що вони можуть стати серйозним джерелом забруднення навколишнього середовища.

Батарейка – це пристрій, який надає електричну енергію для живлення різноманітних пристроїв, таких як фонарики, пульти дистанційного керування, годинники, іграшки та інші електронні пристрої. Вона зазвичай складається з одного або кількох елементів, зазвичай це алкалінові або літєві акумулятори, які забезпечують потужність для пристрою (рис. 1).

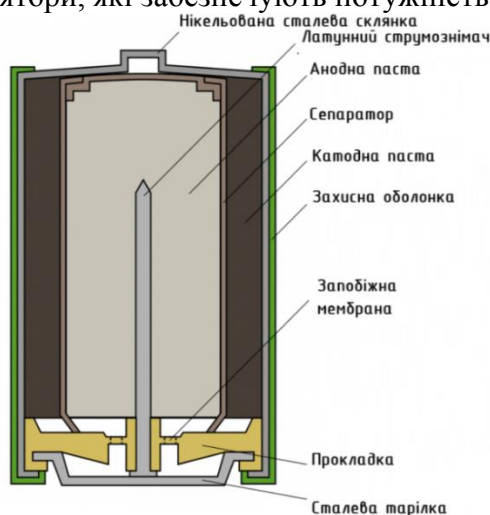


Рис. 1. Схема батарейки

За хімічним складом батарейки можна розділити на різні типи залежно від типу електроліту і використовуваного металу. Існують такі типи акумуляторів [1]:

- **Сольові батарейки.** Батарейки з сольовим електролітом, вони ж цинк-вуглецеві (на упаковках сольових батарейок виробники зазвичай не вказують їх хімічний склад). У сольових батарейках використовується пасивний вугілля і двоокис марганцю, електролітом служить хлорид амонію, катодом – цинк. Такі батарейки – найбільш дешеві хімічні джерела

струму з усіх існуючих. Сольові батарейки використовуються в пультах дистанційного управління, годинах, радіоприймачах, іграшках, електронних термометрах (рис. 2, а).

• **Алкалінові (лужні).** Лужні або марганцеві батареї також називають «алкаліновими». Вони використовують лужний електроліт (гідроксид калію), позитивний електрод складається з діоксиду марганцю, а негативний - з цинкового порошку (цинкова оболонка використовується в сольових батареях). У міжнародній системі лужні елементи живлення позначають символами LR (рис. 2, б).

• **Нікель-кадмієві (Ni-Cd).** Нікель-кадмієві батареї дешеві у виробництві, мають відмінну надійність і довговічність. Ni-Cd технологія рідко використовується в портативних акумуляторах. Перешкодою для її використання є токсичність кадмію. Якщо бляшанка протікає, Ni-Cd-батареї шкідливі для навколишнього середовища, оскільки виділяють «токсичні» речовини (рис. 2, в).

• **Нікель-метал-гідридні (Ni-Mh).** Подальший розвиток нікель-кадмієвої технології для виробництва акумуляторних батарей з нетоксичними наповнювачами. Ni-Mh акумулятори випускаються в пальчикових і мізинчикових типах і характеризуються майже повною відсутністю ефекту пам'яті та високою стабільністю робочої напруги під час розряду (рис. 2, г) [5].

• **Літій-іонні (Li-Ion).** Літій-іонні акумулятори майже не схильні до «ефекту пам'яті», мають високу щільність енергії і можуть перезаряджатися з будь-якого рівня розряду. Ця технологія була застосована в спеціалізованих портативних батареях з цифровими дисплеями. У типовому літій-іонному акумуляторі матеріалом катода є кобальт, марганець або їхня комбінація. Однак існують і більш складні катодні матеріали, що містять нікель, кадмій і марганець (рис. 2, е).

• **Літій-залізо-фосфатні (LiFePO<sub>4</sub>).** Літій-залізо-фосфатна технологія усуває недоліки оригінальної літій-іонної батареї з точки зору надійності, безпеки та довговічності: LiFePO<sub>4</sub> – це сучасна розробка в літєвій технології з використанням літій-феррофосфату в якості позитивного електрода (рис. 2, д).



Рис. 2. Типи батарейок:

а) - Сольові батарейки; б) - Алкалінові (лужні); в) - Нікель-кадмієві (Ni-Cd) ; г) - Нікель-метал-гідридні (Ni-Mh); д) - Літій-залізо-фосфатні (LiFePO<sub>4</sub>) ; е) - Літій-іонні (Li-Ion)

Принцип роботи акумуляторів і батарейок заснований на генерації струму шляхом взаємодії важких металів і лугів у середовищі електроліту. Фактично, хімічна енергія перетворюється на електричну [1].

**Шкода відпрацьованих батарейок.** Щороку в Україну ввозять понад 2,5 тисячі тонн батарейок. При цьому після використання 99% осідають в будинках українців або викидаються на звалища. І це справжня катастрофа. В природних умовах пальчикова батарейка розкладається приблизно 100 років. Поки корпус герметичний і неушкоджений, особливих проблем не виникає. Однак під впливом зовнішніх факторів, таких як волога, корпус батареї починає руйнуватися через процес корозії. Якщо герметичність втрачена, «начинка» може вийти назовні і спричинити проблеми. При руйнуванні герметичного корпусу елемента живлення, яке неминуче відбувається під впливом навколишнього середовища, небезпечний вміст неминуче потрапляє в ґрунт і ґрунтові води.

Конкретна небезпека для здоров'я від використаних батарейок залежить від конкретних речовин, що входять до їхнього складу

- Свинець – важкий метал, у великій концентрації може спричинити ураження нирок. Він спричиняє пошкодження печінки та може призвести до розладів нервової системи. У деяких випадках викликає розлади мозку.

- Кадмій – важкий метал, що має здатність накопичуватися у внутрішніх органах і кістках. Особливо вражає легені та нирки, що призводить до утворення ракових пухлин.

- Ртуть накопичується в тканинах усіх внутрішніх органів. Вражає нервову систему і викликає багато розладів. Руйнує функції опорно-рухового апарату, впливає на печінку і нирки, погіршує дихання, негативно впливає на роботу шлунково-кишкового тракту, погіршує зір і слух;

- Нікель і цинк. Менш руйнівні, але часто руйнують структуру і функції підшлункової залози і кишечника; впливають на печінку і мозок;

- Луги – пропалюють слизові оболонки та навіть шкіру.

У 2018 р. волонтери проекту «Батарейки, здавайтеся!» разом із національним університетом «Львівська політехніка» провели дослідження щодо визначення складу батарейок, визначення концентрації хімічних елементів у досліджуваних зразках та розрахували забруднення ґрунту. Результати дослідження наведено у табл. 1. В якості об'єкта дослідження було обрано пальчикові (AA) батарейки 25 моделей та трьох типів (сім – сольові без свинцю, вісім – лужні, десять – сольові з вмістом свинцю).

Таблиця 1 – Склад пальчикової батарейки AA

Елемент	Вміст, %	Концентрація, мг/кг
Cl	0,561	$6 \times 10^{-5}$
K	0,810	$8 \times 10^{-5}$
Ca	0,002	$2 \times 10^{-7}$
Ti	0,091	$9 \times 10^{-5}$
Mn	7,417	$7 \times 10^{-4}$
Fe	38,532	$39 \times 10^{-3}$
Ni	22,716	$23 \times 10^{-3}$
Zn	28,903	$29 \times 10^{-3}$
Rb	0,002	$2 \times 10^{-7}$
Zr	0,023	$2 \times 10^{-6}$
Sn	0,371	$4 \times 10^{-5}$
Pb	1,413	$1 \times 10^{-4}$

Як видно з табл. 1, у цьому невеликому виробі представлені одразу 12 хімічних елементів, 11 з яких – метали. У результаті дослідження було встановлено, що одна пальчикова батарейка забруднює приблизно 16,75 м<sup>2</sup> площі, або 134 м<sup>3</sup> ґрунту. За шкалою ступеня небезпеки для ґрунту це відповідає показнику «небезпечно». Луг і важкі метали з батарейки, що зруйнувалася, становлять небезпеку для навколишнього середовища. Поступаючи спочатку у ґрунт, токсичні речовини досягають ґрунтових вод, звідки

потрапляють у водоймища, у тому числі й ті, з яких ведеться забір водопровідної води. Хімічному забрудненню піддаються землі і рослини, що виростають на них. М'ясо та молоко сільськогосподарських тварин, що пасуться на заражених пасовищах, теж стають небезпечними. Небезпечна не тільки пасивна корозія, внаслідок якої батареї забруднюють ґрунт і воду, — нерідко звалища зазнають самозаймання, і батареї, що знаходяться у смітті, нагріваючись, виділяють в атмосферу діоксини, заражаючи ще й повітря.

**Утилізація батарейок.** У середньому у світі переробляється трохи більше 3% батарейок. Але в Австралії – близько 80%, у США – 60%, у ЄС – 45% [3]. Питання про утилізацію батарейок по-різному вирішується у різних країнах світу. У Європі у всіх супермаркетах стоять контейнери для використаних батарейок. Серед лідерів країн Євросоюзу виділяють Німеччину, де показник збирання використаних батарейок становить близько 90 %. В Україні в мережах АТБ, Сільпо також стоять контейнери для збору батарейок, але вдається зібрати лише близько 1% від загальної маси. До грудня 2020 року переробкою використаних батарейок займався Львівський завод «Аргентум», На жаль, зараз він не працює. Одним з варіантів виходу з ситуації екологі називають вивезення батарейок на переробку в Європу. Та коштує це недешево. За даними з вільних джерел, перевезення та утилізація однієї тонни батарейок вартує 570-725 євро.

По всьому світу є заводи та підприємства, які займаються переробкою елементів живлення. У кожній країні застосовуються свої технології:

- у Фінляндії утилізація закінчується на розподілі двох складових елементів живлення - залізо та начинки;
- у Німеччині батареї знищують у печах на спеціальних заводах;
- у Франції працює фабрика з переробки нікель-кадмієвих батарейок;
- у Великій Британії відбувається прийом та утилізація тільки лужних батарейок.

Перший фрагмент, який отримується при утилізації батарейок, – це залізо. Його відвозять на металургійні підприємства виготовлення різних предметів. Другий продукт – це графіт. Він застосовується для щіток електродвигунів, мінеральних фарб та мастильних матеріалів, а також у виробництві деталей для авто. Марганець, який отримується з батарейок, використовується у виготовленні мінеральної сировини, фарб, нових елементів живлення, а також у поліграфії. Цинк застосовують у сільському господарстві та медицині. Свинцеві сплави також розвозяться по заводах і використовуються для виготовлення скла, кераміки, електродів [4].

**Висновки.** Батареї та акумулятори, які ми використовуємо щодня, можуть завдавати шкоди навколишньому середовищу, якщо їх не утилізувати належним чином. Руйнівний вплив на ґрунт, воду та рослини може мати далекосяжні наслідки для екосистеми та здоров'я людини. Загальнонаціональні та міжнародні зусилля необхідні для вирішення цієї проблеми, починаючи від посилення переробки використаних батарейок до поширення свідомості серед населення про наслідки неправильного використання та утилізації. Правильна утилізація старих батарейок та акумуляторів допоможе запобігти викиду шкідливих речовин у навколишнє середовище, зберегти якість повітря, води та ґрунту, Тому відповідальне використання та утилізація батарейок та акумуляторів є важливою складовою збереження енергії та довкілля для майбутніх поколінь.

#### Література:

1. Batteries & accumulators. URL: <https://www.canford.co.uk/TechZone/Article/BatteriesAccumulators>
2. Все, що потрібно знати про шкоду батарейок. URL: <https://teslabatteries.kiev.ua/uk/vse-shho-potribno-znati-pro-shkodu-batarejok/>
3. Маленька батарея і її велика шкода для навколишнього середовища. URL: <https://bsr1653.gov.ua/news/11-29-32-01-08-2016/>
4. Are Rechargeable Batteries Friendly or Harmful to Our Environment? URL: <https://www.greenmatch.co.uk/blog/rechargeable-batteries>